



ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה: 2015 – 2020

יום רביעי 30 מרץ 2016

דו"ח התקדמות שנתי

תקופת דיווח: מרץ 2015 – פברואר 2016

(לשימוש פנימי בלבד – לא לציטוט והפצה)

תוכן העניינים

2.....	תוכן העניינים
3.....	דו"ח התקדמות שנתי - כללי
4.....	1. רקע
6.....	2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח
14.....	הקשר בין היארעות סרטן באזור מפרץ חיפה לזיהום האוויר
14.....	1. פרוטוקול המחקר
15.....	2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח
17.....	3. ניתוח ותוצאות
23.....	4. רשימת הנספחים
57.....	הקשר בין איכות אוויר ומדדי גדילה של ילדים בנפת חיפה
57.....	1. פרוטוקול המחקר לתקופת הדיווח
58.....	2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח
58.....	3. ניתוח ותוצאות
61.....	4. רשימת הנספחים
71.....	מגמות ושינויים בתחלואת אסתמה בקרב ילדים והקשר עם זיהום אוויר
71.....	1. פרוטוקול המחקר
72.....	2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח
75.....	3. ניתוח ותוצאות
79.....	4. רשימת הנספחים
88.....	תחלואת אסתמה בקרב מיועדים לשירות ביטחון
88.....	1. פרוטוקול המחקר
89.....	2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח
91.....	3. ניתוח ותוצאות
94.....	4. רשימת הנספחים
114.....	ניטור ביולוגי של זיהום האוויר
114.....	1. פרוטוקול המחקר לתקופת הדיווח
115.....	2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח
116.....	3. ניתוח ותוצאות
116.....	4. רשימת הנספחים
122.....	ניטור איכות אוויר
122.....	1. פרוטוקול המחקר לתקופת הדיווח
123.....	2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח
124.....	3. ניתוח ותוצאות
129.....	4. רשימת הנספחים
143.....	סיכום ומסקנות

דו"ח התקדמות שנתי – כללי

תקופת דיווח: מרץ 2015 – פברואר 2016

מבוא

החל משנות ה-30 של המאה העשרים, אזור מפרץ חיפה שימש כבסיס לתעשייה הכבדה הגדולה ביותר בישראל (איתן ואח', 2010). באזור נמצאים בתי הזיקוק לנפט הגדולים ביותר בישראל, כמו גם מפעלים פטרוכימיים ומפעלי אגרו-כימיה קטנים (פורטנוב ואח', 2008).

המיקום של מתחמי תעשייה אלו, הטופוגרפיה שבאזור ודפוסים מטאורולוגיים ייחודיים יוצרים מרחב ייחודי של זיהום אוויר. כ-37 מפעלים פועלים באזור חיפה. כ-20 מתוכם ממוקמים באזור התעשייה שבמפרץ חיפה (IMEP, 2015). אלה כוללים את המפעלים הכימיים, בהם גם מפעלי זיקוק ומפעלי נפט, פלסטיק ותעשיות הגומי. מפעלים אלה פרוסים על כ-66% מהשטח התעשייתי בעיר, בשטח של כ-2.9 מיליון מטרים מרובעים. נכון לשנת 2009, 37 מפעלים אלה העסיקו כ-11.5% מהאוכלוסייה בעיר, אשר היוו 3.3% מסך כל המועסקים בישראל (ספקטור בן ארי, 2014).

נתונים על בריאותם של תושבי מפרץ חיפה מתפרסמים לעתים רחוקות, ומצב התחלואה המדויק באזור מפרץ חיפה לרוב אינו ברור. המחקר הנוכחי בודק האם ישנה השפעה של המצב הסביבתי באזור המפרץ על בריאות התושבים באזור.

עיצוב המחקר הינו כמחקר פרוספקטיבי רחב היקף המשלב מגוון אוכלוסיות, שיטות מחקר ומקורות מידע. מגוון האוכלוסיות כולל תינוקות, ילדים, מלשבי"ם ואוכלוסייה בוגרת.

מקורות המידע כוללים מסדי נתונים ממאגרי מידע ממשלתיים, צבאיים, ומאיסוף נתונים עצמאי של החוקרים. שיטות המחקר כוללות ניטור ביולוגי, וניתוח סטטיסטי. עיבוד מגוון הנתונים והשיטות מעניק נקודת מבט לרוחב ולעומק מאפייני התחלואה וזיהום האוויר באזור מפרץ חיפה. כחלק מתהליך המחקר מתבצעת גם השוואת מספר מדדים בין רמתם בעיר חיפה לערים תל-אביב וחדרה.

1. רקע

1.1. מטרות פרויקט המחקר

למחקר ארבע מטרות ספציפיות:

- לקבוע את הדפוסים הגיאוגרפיים ושיעורי ההימצאות של סוגי תחלואה שונים באוכלוסיית האזור בהשוואה לשתי ערי ביקורת: תל אביב וחדרה;
- לעקוב באופן פרוספקטיבי אחר השינויים השנתיים בדפוסים הגיאוגרפיים של התחלואה באוכלוסייה ושיעורי ההימצאות של התחלואה באזור מפרץ חיפה ביחס לערי הביקורת;
- לחקור את עוצמת הקשר בין התחלואה באוכלוסייה לבין רמות זיהום האוויר באזור מפרץ חיפה;
- לעקוב אחר שינויים שנתיים בעוצמת הקשר בין תחלואה הנצפית באוכלוסייה לבין חשיפתה של האוכלוסייה לזיהום האוויר באזור.

1.1 שיטת הניטור

גישת המחקר הכללית הינה כי על הניטור הבריאותי להיות מיושם תוך כדי שילוב של מקורות מידע קיימים, ממוחשבים וזמינים לעיבוד, לצד איסוף מידע חדש ועדכני, דוגמת הניטור הביולוגי האוסף דגימות מנבדקים ומנתח את תכולתן.

1.2 מאגרי מידע

- רישום הסרטן הלאומי של ישראל משמש כמקור נתונים לצורך ניטור שינויים בשעורי תחלואת הסרטן באזור.
- רשומות ממרפאות "טיפת חלב" משמשות כמקור נתונים למעקב אחר שינויים במצב בריאותן של תינוקות וילדים בגיל הרך באזור;
- רשומות ממוחשבות במרפאות של "שירותי בריאות כללית" משמשות כמקור מידע לגבי הימצאות אסתמה בגילאי 6-14, וכן לגבי נטילת תרופות עם מרשם, כביטוי לתגובה פוטנציאלית לאירועי זיהום אוויר באזור.
- מידע על המיועדים לשירות בטחון (מלש"בים) לצה"ל, הכולל מאפיינים דמוגרפיים ומצב הבריאות מנתוני לשכות הגיוס, משמש כמקור נתונים לניטור שינויים בהימצאות אסתמה בקרב הנבדקים במהלך תקופת המחקר.

1.3 נושאי הפרויקט

הפרויקט כולל שישה תתי נושאים (מודולים של ניטור):

- **תת נושא 1:** היארעות סרטן באזור מפרץ חיפה והקשר לזיהום האוויר (פרופ' בוריס א. פורטנוב – חוקר אחראי (ח"א, אונ' חיפה), פרופ' בן רייזר, ד"ר ליטל קינן-בוקר, ד"ר מרינה זוסמן, ד"ר זלמן קאופמן, ד"ר איתי דטנר, גב' נטליה ריבניקובה, גב' אלינה סווצ'קינה, גב' שרית דבראשווילי ומר הרולד שיפ).
- **תת נושא 2:** מצב בריאותם של תינוקות ונשים בהריון באזור והקשר לזיהום האוויר (ד"ר איתי קלוג – ח"א (אונ' בן-גוריון), פרופ' ג'ואל שוורץ, פרופ' בוריס א. פורטנוב, וגב' הילה אסתרין).
- **תת נושא 3:** מגמות ושינויים בתחלואת אסתמה בקרב ילדים, כפי שהיא משתקפת במחזוריות של ביקורים במרפאות (פרופ' חאלד כרכבי – ח"א, טכניון ו-"שירותי בריאות כללית", פרופ' בוריס א. פורטנוב ומר עופר שטיינברג).
- **תת נושא 4:** הערכת הסיכון לתחלואת אסתמה בקרב המיועדים לשירות בטחון (פרופ' רפאל כראל – ח"א (אונ' חיפה), פרופ' בוריס א. פורטנוב, ד"ר אלכסנדר טיקטינסקי וגב' נילי גרינברג).
- **תת נושא 5:** ניטור ביולוגי של השפעת זיהום האוויר (פרופ' ליזי פיירמן – ח"א (אונ' ת"א), ד"ר פטריסיה שוברטס, ופרופ' איריס יודסין).
- **תת נושא 6:** ניטור איכות האוויר (ד"ר מרינה זוסמן – ח"א (אונ' חיפה), ד"ר שלומית פז, ד"ר ישראל פאינרו ומר תמיר גדות).

מבנה ועקרונות המחקר



1.5 איור 1 : מבנה ועקרונות המחקר

2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח

2.1 רכישת נתונים

סוגי נתונים ומקוריהם	פירוט הנתונים	מטרות השימוש והמודולים הרלוונטיים
שכבת בניינים (שכבת "בנט"ל"; מרכז למיפוי ישראל- מפ"י)	שכבות עם מיקום גיאוגרפי של בניינים באזור חיפה וקריות עם נתוני נפח, סוגי הבניין וכד'	שימוש כשכבת רקע למיפוי של היארעות סרטן, אסתמה, התפתחות תינוקות ולחישוב של צפיפות האוכלוסייה הכללית (מודולים 1-5)
נתוני היארעות סרטן (המרכז הלאומי הישראלי לבקרת המחלות – האגף לאומי לרשום סרטן)	נתוני היארעות סרטן ריאה ו-NHL לפי גיל, מין בשנת 2012	מיפוי היארעות סרטן וניתוח סטטיסטי בהקשר לרמת זיהום האוויר באזור (מודול 1)
שכבות ממוחשבות של אזורים סטטיסטיים קטנים (אג"סים); לשכה מרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס)	גבולות גיאוגרפיים ומוניציפליים הכוללים נתוני צפיפות אוכלוסייה לשנת 2008, 2011, קבוצות גיל, מצב כלכלי-חברתי ואחוזי מועסקים בענפי תעסוקה שונים וכד'	מיפוי של היארעות של סוגי תחלואה שונים ולחישוב של צפיפות האוכלוסייה הכללית (מודולים 1-6)
טבלאות נתונים של גודל והרכב אוכלוסייה לשנת 2012, 2013 על פי אג"סים (למ"ס)	נתונים מפורטים על גודל האוכלוסייה על פי חלוקה לקבוצות גיל (כל 5 שנים) ומין	חישוב של שעורי סרטן מתוקנן לקבוצות גיל ומין (מודול 1)
שכבה גאוגרפית של בניינים עם נתוני ארנונה משנת 2014	נתונים על מספר תושבים בכל בניין לפי מספר משלמי ארנונה במשק בית	חישוב של צפיפות האוכלוסייה הכללית באזור לצורכי הערכת שעורי תחלואה (מודולים 1-5)
תרגום של נתוני מיקוד לכתובות ומיפוייהם על גבי מפה גיאוגרפית (חברת "מפה")	מיקום גיאוגרפי של המיקודים והכתובות	מיפוי נחקרים ע"י שיוך לכתובת/מיקוד (מודולים 2-5)
גיאוקודינג (חברת Here Systematics-I)	תוספת לתוכנת GIS המאפשרת ביצוע מיפוי של הכתובות	מיפוי כתובות של חולים ונבדקים על גבי מפה גיאוגרפית (מודולים 1-5)

2.1. רכישת נתונים – המשך

סוגי נתונים ומקוריהם	פירוט הנתונים	מטרות השימוש והמודלים הרלוונטיים	נספח מס'
נתונים אישיים על מתגייסים צה"ל בין השנים 2012-2014	נתונים דמוגרפיים ורפואיים של מלש"ב	ניתוח תיאורי ובחינת הקשר בין תחלואת אסתמה לבין זיהום אוויר, בנטרול גורמים מערפלים	נערך ניתוח באמצעות מודלים סטטיסטיים.
נתוני איכות אוויר ממשרד להגנת הסביבה, איגוד ערים וחברת החשמל	נתוני ניטור אוויר לאזור מחקר	השוואה בין שכוחות אסתמה באזור חיפה ומתחילים מאזורים אחרים	
רשימת מיקודים, דואר ישראל	מיקודים בערי המחקר	מיפוי וניתוח של תחלואת אסתמה בהתאם לחשיפה אישית של המתחילים ע"פ שיוך לכתובת/מיקוד	

2.2 הכנת פרסומים מדעיים

נושא	חוקרים אחראים	סטטוס
מאמר מתודולוגי בנושא: "Application of the Double Kernel Density Approach to the Multivariate Analysis of Attributeless Event Point Datasets"	פרופ' פורטנוב, ד"ר זוסמן וד"ר ברויטמן	מבוסס על נתונים, שאינם קשורים לפרויקט. פורסם בכתב העת Letters in Spatial Resource Sciences, ב-2016
מאמר מתודולוגי בנושא: "Using Double Kernel Density Approach for the Analysis of Cancer Morbidity in a Large Metropolitan Area"	פרופ' פורטנוב, ד"ר זוסמן, ד"ר קינן-בוקר, ד"ר זלמן קאופמן וגב' דוראשווילי	בהכנה
"Air Pollution and Respiratory Morbidity in Israel: Review of Accumulated Empirical Evidence"	Greenberg Nili, Carel Rafael Portnov Boris.A.	פורסם ב- IMAJ, יולי 2015
מאמר בנושא: "Long-term Effects of SO ₂ and NO ₂ Air Pollution Exposure on Severity of Childhood Asthma in Young Adults"	Greenberg Nili, Carel Rafael., Derazne , Bibi Haim, Shpriz Manor, Tzur Dorit, and Portnov Boris A.	פורסם ב- Journal of Toxicology and Environmental Health, Part ,2016A: Current Issues

2.3 הצגת הנושאים הקשורים לפרויקט בכנסים לאומיים ובין-לאומיים

תאריך ומקום	נושא	חוקרים אחראיים
18 לפברואר 2015, איגוד ערים לאיכות הסביבה – ישיבה של ועדת ההיגוי החיצונית	דיווח על פרוטוקול המחקר ושיטות כלליות של המחקר	
24 למרץ 2015	טקס השקת הפרויקט	פרופ' בוריס א. פורטנוב, פרופ' רפאל כראל
15 באפריל 2015, נווה אילן	הצגת הפרויקט בפני הנהלת המשרד להגנת הסביבה	פרופ' בוריס א. פורטנוב, ד"ר מרינה זוסמן
כנס ERSA, 25-28 לאוגוסט, 2015, ליסבון, פורטוגל	מושב כנס מיוחד: "Urban Environment and Human Health: Novel Investigation and Monitoring Approaches"	פרופ' פורטנוב (רה"מ), ד"ר זוסמן, נילי גרינברג
כנס ERSA, 25-28 לאוגוסט, 2015, ליסבון, פורטוגל	Long-term Effects of SO ₂ and NO ₂ Air Pollution Exposure on Severity of Childhood Asthma in Young Adults	Greenberg Nili, Carel Rafael Portnov Boris. A.
כנס ERSA, 25-28 לאוגוסט, 2015, ליסבון, פורטוגל	פיתוח מודלים לווייניים לניטור זיהום אוויר	ד"ר איתי קלוג
כנס ERSA, 25-28 לאוגוסט, 2015, ליסבון, פורטוגל	הרצאה בנושא: "Using Multivariate Double Kernel Density Approach for Analyzing Health-Related Geographic Databases" במושב: "Urban Environment and Human Health: Novel Investigation" and Monitoring Approaches"	ד"ר זוסמן, ד"ר ברויטמן ופרופ' פורטנוב
כנס NARSC, 2015-10-14 לנובמבר, 2015	Using Double Kernel Density Smoothing for Multivariate Analysis of Attributeless Event Point Datasets	פרופ' פורטנוב וד"ר זוסמן
13.12.15	כנס האגודה הישראלית לגיאוגרפיה, האונ' העברית בירושלים	מושב מיוחד בנושא בריאות וסביבה, יו"ר – פרופ' פורטנוב
כנס האגודה הגאוגרפית הישראלית ה-56, אוניברסיטה העברית, ירושלים	"Application of the Double Kernel Density Approach to the Multivariate Analysis of Attributeless Event Point Datasets"	ד"ר זוסמן, ד"ר ברויטמן ופרופ' פורטנוב

2.4 ישיבות מקצועיות ופגישות עבודה עם גורמי מפתח

תאריך	תאור הפגישה ומשתתפים	מקום המפגש	נושא הפגישה
18.2.15	וועדה מקצועית לניטור סביבה ובריאות	איגוד ערים חיפה להגנת הסביבה	יסודות פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020"
1.3.15	פגישה שנתית אודות המצב הסביבתי של אזור מפרץ חיפה	המשרד להגנת הסביבה, משרד מחוז חיפה	פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020"
15.4.15	פורום מקצועי של המשרד להגנת הסביבה	נווה אילן, סי הוטל	פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020"
22.6.15	כנס מחקר של המשרד להגנת הסביבה	נווה אילן, סי הוטל	"Stimulating Green Construction in Israel by Influencing Decision-making of Main Players"
18.10.15	המשרד להגנת הסביבה, ישיבה מיוחדת	המשרד להגנת הסביבה, ירושלים	הרצאה מוזמנת: פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020" – ממצאים עיקריים משנת המחקר הראשונה
19.10.15	ישיבה בכנסת עם חה"כ דב חנין	הכנסת, ירושלים	פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020" – מתודולוגיית הפרוייקט.
1.11.15	ישיבה עם מנכ"ל המשרד להגנת הסביבה	משרד להגנת הסביבה, ירושלים	
8.11.15	פגישה עם הנהלת עיריית חיפה	עיריית חיפה	הצגת נתונים ראשוניים
8.12.15	ישיבה עם הוועדה המקצועית המלווה מטעם משרת הבריאות	משרד הבריאות מחוז חיפה, חיפה	
14.12.15	פגישה עם הוועדה המלווה	איגוד ערים חיפה להגנת הסביבה,	
15.12.15	פגישה עם צוות המכון הביולוגי	המכון הביולוגי, רחובות	
1.11.15	ישיבת מנכ"ל	המשרד להגנת הסביבה, ירושלים	פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020" מתודולוגיית הפרוייקט
8.11.15	ישיבת מנכ"ל – עיריית חיפה	עיריית חיפה	פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020" מתודולוגיית הפרוייקט

תאריך	תאור הפגישה ומשתתפים	מקום המפגש	נושא הפגישה
8.12.15 14.12.15	וועדה מקצועית לניטור סביבה ובריאות	איגוד ערים חיפה להגנת הסביבה	פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020" – ממצאים עיקריים משנת המחקר הראשונה
2.2.16	ישיבת מנכ"ל	משרד הבריאות, האגף לבריאות הציבור, תל-אביב	פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020" – ממצאים עיקריים משנת המחקר הראשונה
2.2.16	ישיבת חירום של מועצת העיר חיפה בהשתתפות שר הבריאות והשר להגנת הסביבה	עיריית חיפה	פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020" – ממצאים עיקריים משנת המחקר הראשונה
8.2.16	ישיבת חירום של וועדת הכנסת לסביבה ובריאות בהשתתפות שר הבריאות והשר להגנת הסביבה	הכנסת, ירושלים	פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020" – ממצאים עיקריים משנת המחקר הראשונה
10.2.16	ישיבת מנכ"ל	משרד הבריאות – מחוז חיפה	פרוייקט המחקר "ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה 2015-2020" – ממצאים עיקריים משנת המחקר הראשונה

2.5 פעולות אחרות

שם הפעולה	מטרותיה	חוקרים אחראיים
בניית אתר אינטרנט של הפרוייקט http://health-monitoring.haifa.ac.il/index.php/he	שקיפות ונגישות המידע על הפרוייקט, הסברה, איתור סטודנטים, ושיתופי פעולה מדעיים	פרופ' בוריס א. פורטנוב, שחר פרטיג וד"ר מרינה זוסמן
עריכת מפות 'זיהום' של כל מזהמי האוויר הנמדדים ע"י מנ"א (מערך ניטור האוויר)	חישוב ממוצעים בשנים 2003-2013 באזור חיפה ביחס לתל אביב וחדרה	ד"ר מרינה זוסמן
רכישת תוכנת ממ"ג	לצורך ניתוח שעורי היארעות של סרטן	פרופ' בוריס א. פורטנוב, ד"ר ליטל קינן-בוקר, ד"ר ברברה סילברמן, ד"ר זלמן קאופמן, ד"ר מרינה זוסמן

2.6 רשימת החוקרים ותפקידם

מס'	שם החוקר	תפקיד בפרויקט	שם המוסד	תחום התמחות
1	פרופ' בוריס א. פורטנוב	ראש צוות המחקר וחוקר ראשי; חוקר אחראי במודול 1	הפקולטה לניהול, אוניברסיטת חיפה	ניתוח של חשיפה סביבתית; מערכת מידע גיאוגרפי (ממ"ג)
2	פרופ' שי לין	חוקר ראשי	ביה"ס לבריאות הציבור, אוניברסיטת חיפה	אפידמיולוגיה ורפואה
3	פרופ' רפאל כראל	חוקר ראשי וחוקר אחראי במודול 4	ביה"ס לבריאות הציבור, אוניברסיטת חיפה	אפידמיולוגיה, רפואה תעסוקתית
4	פרופ' בנימין רייזר	סטטיסטיקאי ראשי	החוג לסטטיסטיקה אוניברסיטת חיפה	ביו-סטטיסטיקה
5	פרופ' יואל שוורץ	יועץ מיקצועי	ביה"ס לבריאות הציבור, אוניברסיטת הרווארד	בניית מודלים של זיהום אוויר; אפידמיולוגיה סביבתית
6	פרופ' חיים ביבי	חוקר	המרכז הרפואי ברזילי;	רפואת ילדים
7	פרופ' חאלד כרכבי	חוקר אחראי במודול 3	מרפאת הטכניון, בריאות כללית	רפואת משפחה
8	פרופ' אליזבט פיירמן	חוקרת אחראית במודול 5	ריאות ואלרגיה, המרכז הרפואי תל אביב ע"ש סוראסקי; הפקולטה לרפואה, אוניבר-סיטת תל אביב	ניטור ביולוגי
9	פרופ' איריס יודסין	חוקרת	מחקר קליני ורפואה תעסוקתית, מרכז רפואי רוטגר	רפואה סביבתית ותעסוקתית
10	ד"ר ליטל קינן בוקר	חוקרת	ביה"ס לבריאות הציבור, אוניברסיטת חיפה; המרכז הלאומי לבקרת מחלות	אפידמיולוגיה, בקרת מחלות
11	ד"ר איתי קלוג	חוקר אחראי במודול 2	החוג לגאוגרפיה ופיתוח סביבתי, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב	אפידמיולוגיה סביבתית וממ"ג
12	ד"ר שלומית פז	חוקרת	החוג לגאוגרפיה ולימודי סביבה, אוניברסיטת חיפה	שינויי אקלים, אפידמיולוגיה סביבתית
13	ד"ר טיקטינסקי אלכסנדר	חוקר		ראש ענף בריאות הצבא

2.6. רשימת החוקרים ותפקידם – המשך.

מס'	שם החוקר	תפקיד בפרויקט	שם המוסד	תחום התמחות
14	ד"ר מרינה זוסמן	מרכזת הפרויקט, חוקרת אחראית במודול 6	הפקולטה לניהול, אוניברסיטת חיפה	רפואה תעסוקתית, אפידמיולוגיה סביבתית
15	ד"ר פטריסיה שוברטס	חוקרת	ביה"ס לבריאות הציבור, הפקולטה לרפואה, אוניברסיטת תל אביב	רפואה סביבתית ותעסוקתית
16	גב' נילי גרינברג	חוקרת	ביה"ס לבריאות הציבור, אוניברסיטת חיפה; צה"ל	חשיפה תעסוקתית, בריאות הסביבה
17	גב' נטליה ריבניקובה	עוזרת מחקר	אוניברסיטת חיפה	כלכלה, מחקרים סביבתיים
18	גב' אלינה סווצ'קינה	עוזרת מחקר	אוניברסיטת חיפה	כלכלה, מחקרים סביבתיים
19	מר עופר שטיינברג	עוזר מחקר	אוניברסיטת חיפה	מערכות מידע
20	מר שחר פרטיג	חוקר	הפקולטה לניהול, אוניברסיטת חיפה	קידום בריאות
21	מר תמיר גדות	עוזר מחקר	אוניברסיטת חיפה	
22	גב' הילה אסתרין	עוזרת מחקר	החוג לגאוגרפיה ופיתוח סביבתי, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב	אפידמיולוגיה סביבתית וממ"ג

2.1 סטודנטים המועסקים במודולים המחקריים

שם הסטודנט	נושא המחקר	תואר ומועד התחלתו	מנחים
גרינברג, נילי	תחלואת אסתמה בקרב המתגייסים	דוקטורט	פרופ' פורטנוב, פרופ' כראל
סווצ'קינה, אלינה	Spatial Identification of Potential Environmental Hazards Associated with Adverse Health Outcomes: A Systematic Areal Search Approach	דוקטורט	פרופ' פורטנוב
פרטיג, שחר	Individual Risk Factors for Lung Cancer and Non-Hodgkin's Lymphoma in areas of higher-incidence rates in the Haifa bay area	דוקטורט	פרופ' פורטנוב, פרופ' כראל
שיפ, הרולד	Application of Monte-Carlo Techniques for Characterization of the Accuracy of the Double Kernel Density (DKD) Estimation Procedure	מ.א. (תזה)	פרופ' פורטנוב, פרופ' רייזר וד"ר דטנר
שטיינברג, עופר	השוואת שיטות סטטיסטיות לניתוח דפוסים מרחביים של תחלואת אסתמה בקרב ילדים באזור חיפה רבתי	מ.א. (תזה)	פרופ' פורטנוב, פרופ' כרכבי
דבראשווילי, שרית	השפעת זיהום האוויר על תחלואת סרטן באזור מפרץ חיפה עם השוואות ארציות	מ.א. (תזה)	פרופ' פורטנוב, ד"ר ליטל קינן-בוקר וד"ר מרינה זוסמן

מודול מחקרי (תת-נושא) מס': 1

הקשר בין היארעות סרטן באזור מפרץ חיפה לזיהום האוויר

תקופת דיווח: מרץ 2015-פברואר 2016

1. פרוטוקול המחקר

פרופ' בוריס א. פורטנוב (אונ' חיפה)	חוקר ראשי
פרופ' בן רייזר (החוג לסטטיסטיקה, אונ' חיפה), ד"ר ליטל קינן-בוקר (מרכז לבקרת המחלות ואונ' חיפה), ד"ר ברברה סילברמן (רשום סרטן לאומי), ד"ר איתי דטנר (החוג לסטטיסטיקה, אונ' חיפה), מר זלמן קאופמן (המרכז הלאומי לבקרת מחלות), ד"ר מרינה זוסמן (אונ' חיפה) וגב' נטליה ריבניקובה (אונ' חיפה).	שמות חוקרים נוספים ומקומות תעסוקתם
סרטן ריאה וסרטן לימפומה שאינה הודג'קין (NHL: Non-Hodgkin Lymphoma).	סוגי התחלואה שבניתוח
מפרץ חיפה: כל המקרים החדשים אשר התגלו בשנת 2012: ○ מקובצים לפי אזורים גיאוגרפיים סטטיסטיים (אג"ס); ○ מחושבים לפי Standardized Incidence ratios (SIRs); ○ מחושבים לפי צפיפות ליחידת שטח בעזרת שיטת "צפיפות קרנל כפול" (DKD: Double Kernel Density). תל אביב וחדרה: סה"כ מקרים חדשים ברמת העיר, מתוקננות לגיל ומין.	רזולוציה מרחבית
נשים וגברים בחלוקה לשתי קבוצות גיל: • מתחת לגיל 65 • מעל גיל 65	קבוצות גיל ומין
היארעות סרטן בשנת 2012	מסגרת זמן
2015	השגת נתונים
הסרטן של כ-10 שנים. בהתחשב בתקופת החביון להתפתחות (PM, NO _x -1, SO ₂),	קישור לזיהום אוויר

פרוטוקול המחקר – המשך –

נתונים גיאוגרפיים וסוציו-דמוגרפיים	• אזורים גיאוגרפיים סטטיסטיים קטנים (אג"סים) ומאפייניהם החברתיים-כלכליים (צפיפות האוכלוסייה, מצב סוציו-דמוגרפי ואחוז המועסקים בענפי תעסוקה שונים). • אומדן המעשנים כאחוז ממספר התושבים באג"ס (המודל נערך בהתייחס למרכיבים סוציו-דמוגרפיים ובהתייחס לשיעורי העישון בקבוצות סוציו-דמוגרפיות של האוכלוסייה). • גובה טופוגרפי (גובה מעל פני הים, כאומדן לסטטוס כלכלי של הפרט). • קרבה לכבישים ולאזורי התעשייה במרכזיים; • משתנים גיאוגרפיים נוספים ע"פ מערכת המידע הגיאוגרפית (ממ"ג).
ניתוח	• השוואה של שיעורי תחלואה בין אזור מפרץ חיפה לבין תל-אביב וחדרה ברמת העיר, מתוקנן לגיל, לאום ומין, לכל סוג סרטן בנפרד. • מיפוי הפיזור הגאוגרפי של מקרי הסרטן באזור מפרץ חיפה, לפי סוג סרטן, גיל ומין, בשיטת "צפיפות קרנל כפולה" (DKD) - מתוקננת לצפיפות האוכלוסייה הכללית, וגם בשיטת Standardized Incidence Rates (SIRs). • ניתוח רב-משתני של חוזק הקשר בין רמת זיהום האוויר וגורמי סיכון אחרים לבין היארעות סרטן (מודלים נפרדים לסרטן ריאה וסרטן NHL).
דיווח	דו"ח התקדמות – חצי-שנתי; דו"ח מדעי – שנתי.

2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח

2.1 רכישת\קבלת נתונים בתקופת הדיווח

סוגי נתונים	מקור הנתונים	מטרת השימוש	פירוט
שכבת בניינים עם נתוני נפח וסוג השימוש בהם (שכבת "בנט"ל")	מרכז למיפוי ישראל (מפ"י)	שימוש כשכבת רקע למיפוי של היארעות סרטן ולחישוב של צפיפות האוכלוסייה הכללית	http://mapi.gov.il/
שכבת "ארנונה" (צפיפות משקי בית ליחידת שטח)	למ"ס	תיקנון של צפיפות חולי סרטן ביחס לצפיפות אוכלוסייה כללית באזור	חישוב על פי הזמנה מיוחדת לצרכי המחקר
נתוני היארעות סרטן לפי גיל, מין וסוג המחלה	המרכז הישראלי הלאומי לבקרת מחלות, האגף הלאומי לרישום הסרטן	מיפוי היארעות סרטן וניתוח סטטיסטי ביחס לרמת זיהום אוויר באזור	שיעורי סרטן מתוקננים לגיל לפי מין ולאום וצפיפות DKD של מקרי סרטן באזור המפרץ (לפי סוג הסרטן)

פירוט	מטרת השימוש	מקור הנתונים	סוגי נתונים
http://www.cbs.gov.il/	תיקון צפיפות חולי סרטן ביחס לצפיפות אוכלוסייה כללית באזור	למ"ס	שכבות אזוריים סטטיסטיים קטנים (אג"ס) עם נתוני צפיפות אוכלוסייה, הרכב גילאים, מצב חברתי-כלכלי ואחוז המועסקים בענפי תעסוקה שונים

2.2. הכנת פרסומים מדעיים

נושא	חוקרים אחראיים	סטטוס
מאמר מתודולוגי בנושא: Application of the Double Kernel Density Approach to the Multivariate Analysis of Attributeless Event Point Datasets	פרופ' פורטנוב, ד"ר זוסמן וד"ר ברויטמן	מבוסס על נתונים שאינם קשורים לפרויקט. פורסם ב-2016 בכתב עת: <i>Letters in Spatial and Resource Sciences</i>
מאמר מתודולוגי בנושא: Using Double Kernel Density Approach for the Analysis of Cancer Morbidity in a Large Metropolitan Area	פרופ' פורטנוב, ד"ר זוסמן, ד"ר קינן-בוקר, ד"ר סילברמן, ד"ר זלמן קאופמן וגב' דווראשוולי	בהכנה
מאמר מתודולוגי בנושא: Spatial Identification of Potential Health Hazards: A Systematic Areal Search Approach	גב' אלינה סווצ'קינה, פרופ' פורטנוב, ד"ר מרינה זוסמן וגב' נטליה ריבניקובה	בהכנה

2.3. הצגת הנושאים הקשורים לפרויקט בכנסים לאומיים ובינלאומיים

תאריך ומקום	נושא	חוקרים אחראיים
כנס 25-28, ERSA לאוגוסט 2015, ליסבון, פורטוגל	מושב כנס מיוחד: Urban Environment and Human Health: Novel Investigation and Monitoring Approaches	פרופ' פורטנוב (ראש המושב) וד"ר זוסמן
כנס 2015-NARSC, 10-14 לנובמבר, 2015	Using Double Kernel Density Smoothing for Multivariate Analysis of Attributeless Event Point Datasets	פרופ' פורטנוב וד"ר זוסמן

2.4. הסטודנטים המועסקים במודול המחקרי

שם הסטודנט	נושא המחקר	תואר ומועד התחלתו	מנחים
אלינה סווצ'קינה	Spatial Identification of Potential Environmental Hazards Associated with Adverse Health Outcomes: A Systematic Areal Search Approach	דוקטורט	פרופ' פורטנוב
שרית דברשווילי	השפעת זיהום האוויר על תחלואת סרטן באזור מפרץ חיפה עם השוואות ארציות	מ.א. (תזה)	פרופ' פורטנוב, ד"ר ליטל קינן-בוקר וד"ר מרינה זוסמן
הרולד שיפ	Application of Monte-Carlo Techniques for Characterization of the Accuracy of the Double Kernel Density (DKD) Estimation Procedure	מ.א. (תזה)	פרופ' פורטנוב, פרופ' רייזר וד"ר דטנר

3. ניתוח ותוצאות

3.1. ניתוח נתונים

סוג הניתוח	מטרתו
השוואת שיעורי תחלואה בסרטן בין אזור מפרץ חיפה לבין שיעורי התחלואה בתל-אביב ובחדרה (תל אביב וחדרה ברמת העיר)	ניתוח קיימות (או אי-קיימות) של עודף תחלואה בסרטן בין מטרופולין חיפה לבין המטרופוליטניים האחרים שבניתוח.
מיפוי הפיזור הגיאוגרפי של מקרי הסרטן באזור מפרץ חיפה, לפי סוג סרטן, וקבוצות גיל ומין, בשיטת Standardized Incidence Rates (SIRs)	איתורם של אג"ס באזור מפרץ חיפה בהם ריכוז החולים בסרטן הינו גבוה מהממוצע.
מיפוי הפיזור הגיאוגרפי של מקרי הסרטן באזור מפרץ חיפה לפי סוג סרטן, גיל ומין, באמצעות Double Kernel Density (DKD).	איתור מוקדים באזור מפרץ חיפה בהם תחלואת הסרטן גבוהה מהממוצע.
ניתוח רב-משתני לקשר בין רמת זיהום האוויר וגורמי סיכון אחרים לבין היארעות סרטן בשנת 2012 (מודלים נפרדים לפי גיל, מין וסוג סרטן (סרטן ריאה ו-NHL))	ניתוח התרומה היחסית של זיהום האוויר ושל גורמי סיכון אחרים לתחלואה בסרטן ריאה ו-NHL באזור המפרץ.

3.2. תוצאות

3.2.1. שיעורי סרטן מתוקננים לגיל ומין בשנת 2012: נתונים כלליים להשוואה בין אזור מפרץ חיפה לבין תל-אביב וחדרה.

תוצאות הניתוח של שיעורי סרטן מתוקננים לגיל ומין בשנת 2012 (נתונים כלליים) מדווחים **בנספח 1-א**. מהטבלה עולה כי שיעורי סרטן הריאה ו-NHL באזור מפרץ חיפה (Standardized Incident Rates - SIRs) גבוהים יותר מהממוצע הארצי, אך דומים (בסרטן ריאה אפילו נמוכים יותר) לשיעורי הסרטן באזורים מטרופוליטניים אחרים שבניתוח – כגון תל-אביב וחדרה.

3.2.2. שיעורי סרטן ריאה ו-NHL באזורים שונים (אג"ס) של מפרץ חיפה ב-2012
(אזורים עם 2 מקרי סרטן לפחות)

כפי שניתן לראות ב**נספח 1-ב**, רק באזורים סטטיסטיים בודדים נמצאו יותר ממקרה סרטן אחד בשנת-2012. בשל כך אין אפשרות לנתח את התחלואה דרך שימוש באגסי"ם. המשך הניתוח התבצע בשיטת DKD.

3.2.3. שימוש בשיטת Double Kernel Density (DKD) לניתוח תחלואה בסרטן ב-2012

עקרונות שיטת DKD מפורטות במספר מאמרים של צוות המחקר¹ ומסוכמות ב**נספח 1-ל**. השיטה מאפשרת לנרמל את צפיפות החולים ביחס לצפיפות האוכלוסייה הכללית. בעבר הוכח כי שיטה זו רגישה יותר לניתוח ההשפעות של גורמים סביבתיים על תחלואה, לעומת השיטות האזוריות הנפוצות בשימוש במחקרים אפידמיולוגיים מסורתיים (Zusman et al 2012).

"צפיפויות קרנל רגילות" (ללא נירמול לגודל האוכלוסייה) של התחלואה בסרטן בשנת 2012 מסוכמות ב**נספח 1-ג**. מהנתונים עולה צפיפות חריגה של סרטן במוקדים הבאים: מרכז הכרמל, שכונת הדר והקריות. אין ליחס חשיבות-יתר למוקדים אלה מאחר שמדדי "צפיפות קרנל רגילה" אינם לוקחים בחשבון את צפיפות האוכלוסייה הכללית בה נרשמו אירועי הסרטן.

צפיפות האוכלוסייה הכללית באזור המפרץ מופיעה ב**נספח 1-ד** (מאגר "בנט"ל" ומאגר "ארנונה", בהם נעשה שימוש במחקר). נתונים אלה מהווים את הבסיס לחישובי "הקרנל הכפול" (DKD).

צפיפות התחלואה המתוקנת לאוכלוסייה הכללית (DKD) מופיעה ב**נספחים 1-ה עד 1-י** (כלל החולים; תחלואה עד גיל 65 לפי מגדר).

¹Portnov B.A., Dubnov J. and M. Barchana. Studying the Association between Air-Pollution and Lung Cancer Incidence in a Large Metropolitan Area Using a Kernel Density Function, *Socio-Economic Planning Sciences*, 2009, 43: 141–150 (doi:10.1016/j.seps.2008.09.001); Kloog, I, Haim, A. and B.A. Portnov, Using Kernel Density Function as an Urban Analysis Tool: Investigating the Association between Nightlight Exposure and the Incidence of Breast Cancer in Haifa, Israel, *Computers, Environment and Urban Systems*, 2009, 33: 55–63; Zusman M., Dubnov J, Barchana M., and B.A. Portnov, Residential Proximity to Petroleum Storage Tanks and Associated Cancer Risks: Double Kernel Density Approach vs. Zonal Estimates, *Science of the Total Environment*, 441, 2012, 265–276; Portnov B.A. and M. Zusman, Spatial Data Analysis Using Kernel Density Tools, *Encyclopedia of Business Analytics and Optimization*, 1st Edition, Ed. J. Wang, IGI Global Publishers, Hershey, Pennsylvania, 2014, Vol. V; Zusman M., Broitman D. and Portnov B.A. Application of the Double Kernel Density Approach to the Multivariate Analysis of Attributeless Event Point Datasets, *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 2016 (in press).

בנספח 1-ה ניתן לראות כי ישנם שני אזורים בהם ריכוז חולי סרטן הריאה גבוהים במיוחד (עד פי-5 מהממוצע הארצי):

- קריית חיים, קריית מוצקין וקריית ביאליק;
- הדר התחתון ורכס הכרמל.

המצב דומה גם מבחינת סרטן NHL, ראה **נספח 1-ו**. ניתן לראות מספר מוקדים עם ריכוז גבוה במיוחד של מקרי סרטן (עד פי-5 מהממוצע הארצי):

- קריית חיים, קריית מוצקין וקריית ביאליק;
- מרכז הכרמל והדר;
- דרום-מערב חיפה;
- ודרום-מזרח קריית טבעון.

המצב דומה גם בקרב האוכלוסיות הצעירות (נשים וגברים עד גיל 65; ראה **נספחים 1-ז עד 1-י**). לאוכלוסיות אלה מוקדים דומים של תחלואה מוגברת כגון:

- מרכז הכרמל;
- דרום-מזרח קריית טבעון;
- חלק מהקריית הסמוכות לאזורי תעשייה.

בנוסף לכך, בוצע ניתוח לאיתור "נקודות חמות" מובהקות סטטיסטית באמצעות שיטת GiZScore בתוכנת ArcGIS. ניתוח זה נעשה עם ביצוע תיקון "בונפרוני" (ראה **נספח 1-כ**).

3.2.4. ניתוח רב-משתנים

בכדי לנתח את הקשר בין רמת זיהום האוויר בשנת 2003 וגורמי סיכון אחרים, לבין היארעות סרטן בשנת 2012, נבנו מודלים נפרדים על-פי קבוצות גיל שונות, מין וסוג סרטן – סרטן ריאה וסרטן NHL. הניתוח כלל רגרסיה רבת-משתנים, בה המשתנים התלויים היו מדדי DKD של סרטן-ריאה וסרטן-NHL. המשתנים הבלתי-תלויים (המשתנים המסבירים) מפורטים ב**נספח 1-מ**.

בשלב הראשון, הוכנסו לניתוח רק משתנים עם מולטי-קולינאריות נמוכה ($VIF < 3$). המודלים הטובים ביותר (עם משתנים של קירבה לתעשיות פטרוכימיות ו-NOx) מופיעים

בנספח 1-נ.

בכדי לקבוע את התרומה היחסית של גורמי סיכון שונים בשלב השני של הניתוח, המשתנים המסבירים הוכנסו למודל כארבע קבוצות נפרדות, אחת אחרי השנייה (כמפורט ב**נספח 1-מ**):

- קבוצה ראשונה: משתני הרקע ומיקום (קבוצה 1);
- קבוצה שנייה: משתנים של ענפי תעסוקה באג"ס (קבוצה 2);

- קבוצה שלישית: נתונים הקשורים לזיהום אוויר (קבוצה 3);
- קבוצה רביעית ואחרונה: נתונים לגבי קירבה ל-5 האתרים המרכזיים של התעשייה באזור (קבוצה 4).

תרומתה היחסית של קבוצת הגורמים הוערכה באמצעות רגרסיית STEPWISE, לפי שינוי בטיב התאמה (R^2 CHANGE).

הרגרסיות הנ"ל מדווחות ב**נספח 1-נ** (A, B, C) ותרומתן של כל אחת מהקבוצות להסבר של השונות התחלואה, מסוכמות ב**נספח 1-ס**.

בתהליך המידול התייחסנו לסוגיות סטטיסטיות שונות, הכוללות נורמליות, מולטי-קולינאריות וקשר מרחבי. כמו כן נעשה שימוש במודלים מסוג "DEPENDENCY SPATIAL" שתוצאותיהם דומות למדי למודלים מסוג OLS והם אינם מופיעים בדו"ח זה.

נספח 1-ז מדווח את תוצאות מבחן רגישות מדדי סרטן ריאה וסרטן NHL לשינויים אפשריים במשתנים סביבתיים נבחרים.

3.3. מסקנות

על פי נתוני המחקר, שיעורי סרטן הריאה וסרטן NHL באזור מפרץ חיפה בשנת 2012 היו גבוהים יותר מהממוצע הארצי, אך גם דומים למדי לשיעורי הסרטן באזורים המטרופוליטניים האחרים שבניתוח – תל-אביב וחדרה.

עם זאת, קיימים מקומות באזור בהם ריכוזי התחלואה בסרטן ריאה וסרטן NHL גבוהים במיוחד. האזורים האלה כוללים את:

- חלק מהקריות הסמוכות לאזורי תעשייה;
- הדר התחתון ורכס הכרמל;
- דרום-מערב קריית טבעון.

על פי הערכתנו, תרומתם היחסית של הקרבה לתעשייה ושל זיהום האוויר הנמדד לתחלואת סרטן ריאה וסרטן NHL באזור מפרץ חיפה מהווה כ-20%–22% (תלוי בסוג הסרטן).

3.4. מגבלות

- מחקר זה הינו מחקר אפידמיולוגי-סביבתי. ככזה, תוצאות המחקר אינן מהוות הוכחה לסיבתיות.
- תוצאות המחקר המדווחות בדו"ח זה מבוססות על שימוש בכלי גאו-סטטיסטי הנקרא "קרנל-כפול". השימוש בכלי זה מאפשר:
 - א. לקבל אומדנים לצפיפות מרחבית של האוכלוסייה הכללית ושל חולים. חשוב להדגיש כי למרות שכלי זה משמש בספרות, לא ברור מהן תכונותיו הסטטיסטיות ובפרט, כיצד לחשב סטיות-תקן ורווחי-סמך (נקודתיים ומרחביים) על מנת לבצע הסקה סטטיסטית. המשמעות היא שכל פרשנות על בסיס כלי זה צריכה להיעשות במשנה זהירות וככלל, עדיף להסיק מסקנות על בסיס מספר שנים של נתונים ולא רק שנה אחת.
 - ב. לבנות מודלים של רגרסיה רב משתנית למציאת קשר בין גורמים שונים להיארעות התחלואה. במודלים אלו, המשתנה המוסבר הוא ההערכה שהתקבלה מה"קרנל-הכפול" וחלק מהמשתנים המסבירים הקשורים לזיהום האוויר גם הם התקבלו משיטות החלקה, או שהם חשופים לשגיאות מדידה. בפרט, התכונות הסטטיסטיות של הרגרסיה איתה עבדנו במחקר זה אינן ידועות: לא ברור מהן התכונות הסטטיסטיות של המבחנים הסטטיסטיים המבוצעים על בסיס המודלים, וכן לא ברור מהי חסינות מודל הרגרסיה המבוסס על "קרנל-כפול" להטיות ולשגיאות מדידה.
- ההגבלות שצוינו בסעיפים א ו-ב נחקרות כחלק מפרויקט זה.
- עודף תחלואה בסרטן ריאה ובסרטן קשרי הלימפה NHL – נצפה במספר אזורים ברחבי הארץ ולכן רצוי שסקרים דומים יתבצעו גם באזורים המטרופוליטניים האחרים אשר יסייעו במציאת "נקודות חמות" (hotspots) נוספות של תחלואה בסרטן. ה"נקודות החמות" מבוססות על ההערכות המתקבלות מכלי ה"קרנל-כפול" ולכן גם כאן כדאי לנהוג במשנה זהירות כאשר מפרשים את התוצאות ומסיקים מסקנות.
- במקרה של התפתחות סרטן, פרק הזמן הסביר של החשיפה הקודמת לתחלואה הינו מספר שנים (השפעות טמפורליות). לכן, מחקר זה לקח בחשבון תקופת חביון של תחלואה ביחס למספר גורמים (כגון: עישון וזיהום אוויר, בהם התייחסנו לתקופת חביון של כ-10 שנים). עם זאת, יש להניח שקיימות השפעות טמפורליות של גורמים נוספים הקשורים לסרטן, שלא נבחנו במחקר זה.
- הערכת החשיפה במחקר מתבססת על נתוני כתובת המגורים של החולה בעת האבחנה. להערכתנו, בכ-10% מהמקרים היה שינוי כתובת במהלך 4-5 שנים

אחרונות. לכן חשוב בעתיד, לקשור את מאגר המידע של רישום הסרטן הלאומי למאגר המידע של רישום האוכלוסין הכללי, ולסנן מהניתוח חולים ששינו את כתובת מגוריהם לאחרונה (4-5 שנים לפני האבחנה).

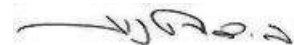
- עישון הוא גורם סיכון מוכר וידוע לשני סוגי הסרטן שנבדקו. תיקנון לעישון התבצע במחקר על בסיס מודל ברמה אקולוגית (**נספחים 1-ע' 1-פ**). לכן, בבדיקת התרומה היחסית של העישון לתחלואה האחוזים נמוכים באופן יחסי.
- התיקנון לגורמי סיכון אישיים רלוונטיים אחרים מתבצע גם הוא על בסיס אקולוגי-אזורי או שאינו מתקיים כלל בשל חוסר בנתונים אישיים. בשל כך, במחקרים עתידיים יש לבצע סקרים אינדיבידואליים ב"נקודות החמות" (hotspots), בהן התגלתה תחלואה מוגברת.

חוקר אחראי:

שם, תואר: פרופ' בוריס א. פורטנוב

תאריך: 26/03/2016

חתימה:



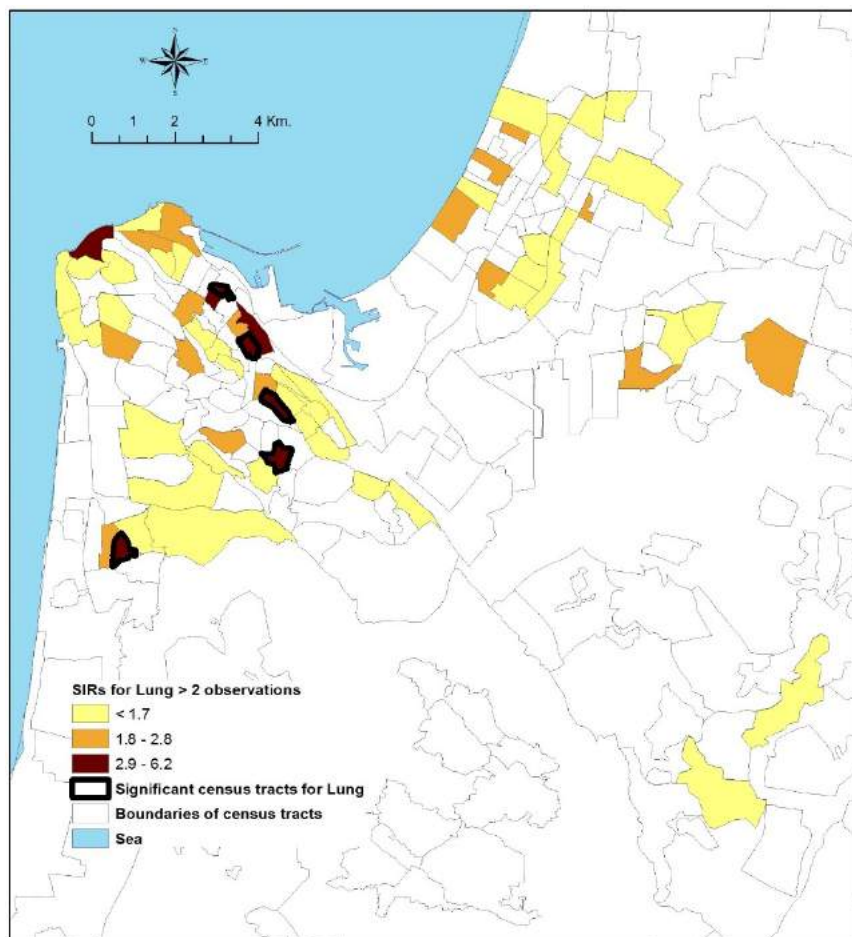
4. רשימת הנספחים

מס'	כותרת
א-1	שיעורי סרטן ריאה ו-NHL מתוקננים לגיל ומין באזור מפרץ חיפה בשנת 2012, בהשוואה לתל-אביב וחדרה (נתונים כלליים).
ב-1	שיעורי סרטן ריאה ו-NHL (Standardized Incident Rates - SIRs) על-פי אזורים גיאוגרפיים סטטיסטיים (אג"ס) של מפרץ חיפה ב-2012 (אג"ס עם 2 מקרי סרטן לפחות).
ג-1	"צפיפות קרנל רגילה" של תחלואה בסרטן, התחלואה ב-2012.
ד-1	צפיפות אוכלוסייה כללית.
ה-1	"צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטן ריאה (כלל האוכלוסייה).
ו-1	"צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטן NHL (כלל האוכלוסייה).
ז-1	"צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטן ריאה (גברים עד גיל 65).
ח-1	"צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטן NHL (גברים עד גיל 65).
ט-1	"צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטן ריאה (נשים עד גיל 65).
י-1	"צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטן NHL (נשים עד גיל 65).
כ-1	"נקודות חמות" מובהקות סטטיסטית (GiZScore) עם תקנון בונפרוני.
ל-1	עקרונות של שיטת ניתוח "צפיפות קרנל כפולה" (DKD).
מ-1	הגורמים המסבירים בחלוקה על-פי קבוצות, כפי שהוכנסו למודלים רבי-המשתנים לתחלואה בסרטן ריאה וסרטן NHL באזור מפרץ חיפה.
נ-1 (A, B, C)	מודלים רבי-משתנים לתרומה היחסית של הגורמים המסבירים לתחלואה בסרטן ריאה וסרטן NHL באזור מפרץ חיפה.
ס-1	הערכת התרומה היחסית של הגורמים המסבירים לתחלואה בסרטן (ריאה ו-NHL) באזור המחקר.
ע-1	הערכת אחוז המעשנים באג"ס בשנת 2003.
פ-1	מפת הערכת אחוז המעשנים באג"ס בשנת 2003.
צ-1	מבחן רגישות למדדי סרטן ריאה וסרטן NHL לשינויים אפשריים במשתנים סביבתיים נבחרים.

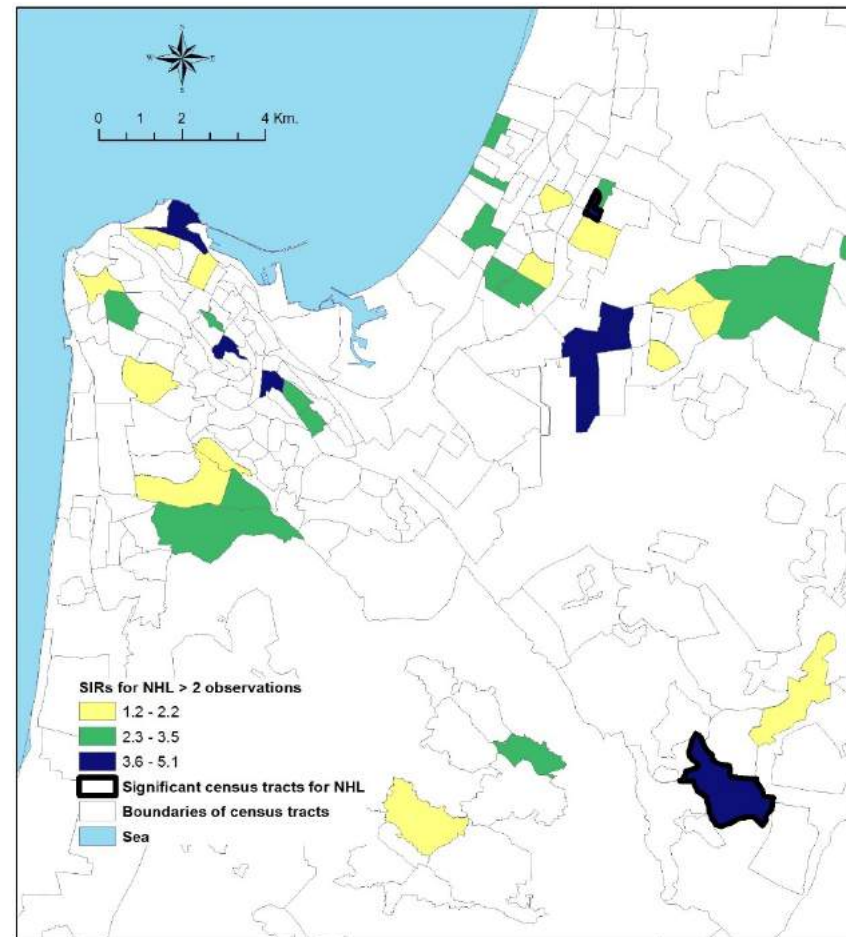
נספח 1-א: שיעורי סרטן ריאה ו-NHL מתוקננים לגיל ומין באזור מפרץ חיפה בשנת 2012, בהשוואה לתל-אביב וחדרה (נתונים כלליים).

All Cases Rates Per 100,000				
Region	Lung		NHL	
	Crude	Age & sex-adjusted*	Crude	Age & sex-adjusted*
Haifa sub-district	43.1	29.2	34.92	19.2
Tel-Aviv	49.8	38.3	19.53	13.6
Hadera	40.8	36.2	35.59	23.4
Israel		28.5		16.6
*adjusted for Israel population in 2012				

נספח 1-ב: שיעורי סרטן ריאה ו-NHL (Standardized Incident Rates - SIRs) על-פי אזורים גיאוגרפיים סטטיסטיים (אג"ס) של מפרץ חיפה ב-2012 (אג"ס עם 2 מקרי סרטן לפחות).

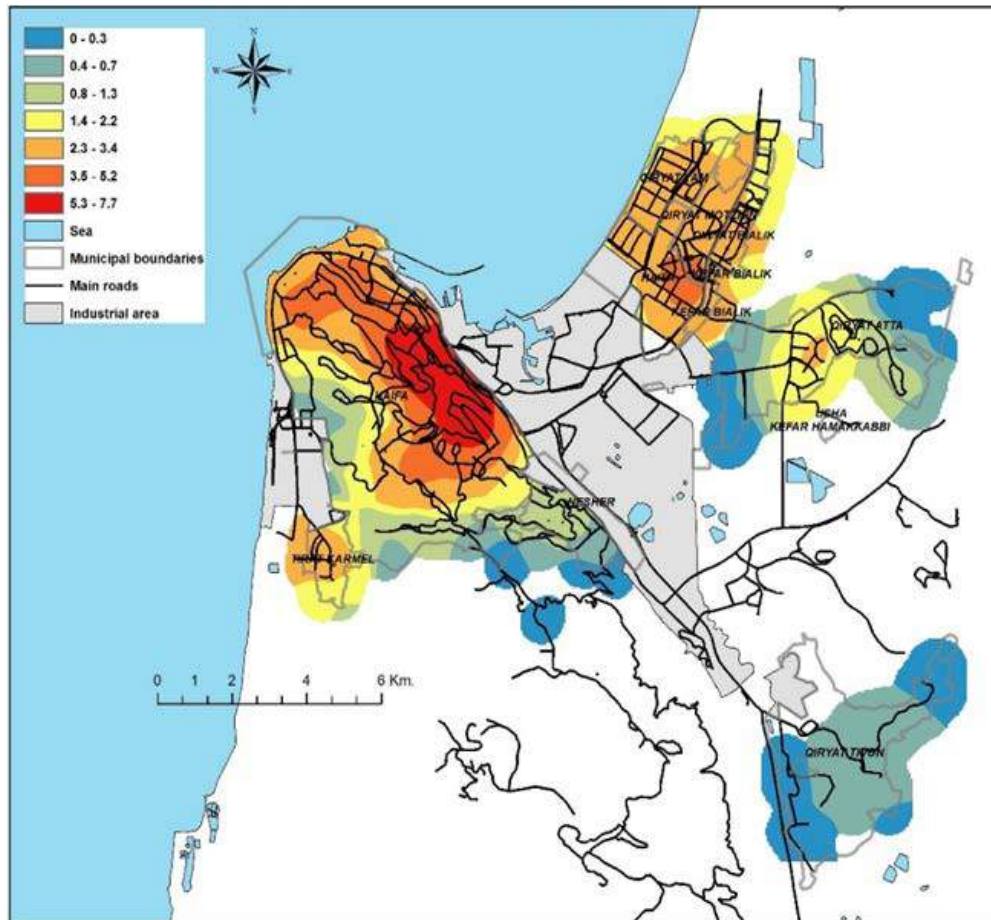


סרטן ריאה

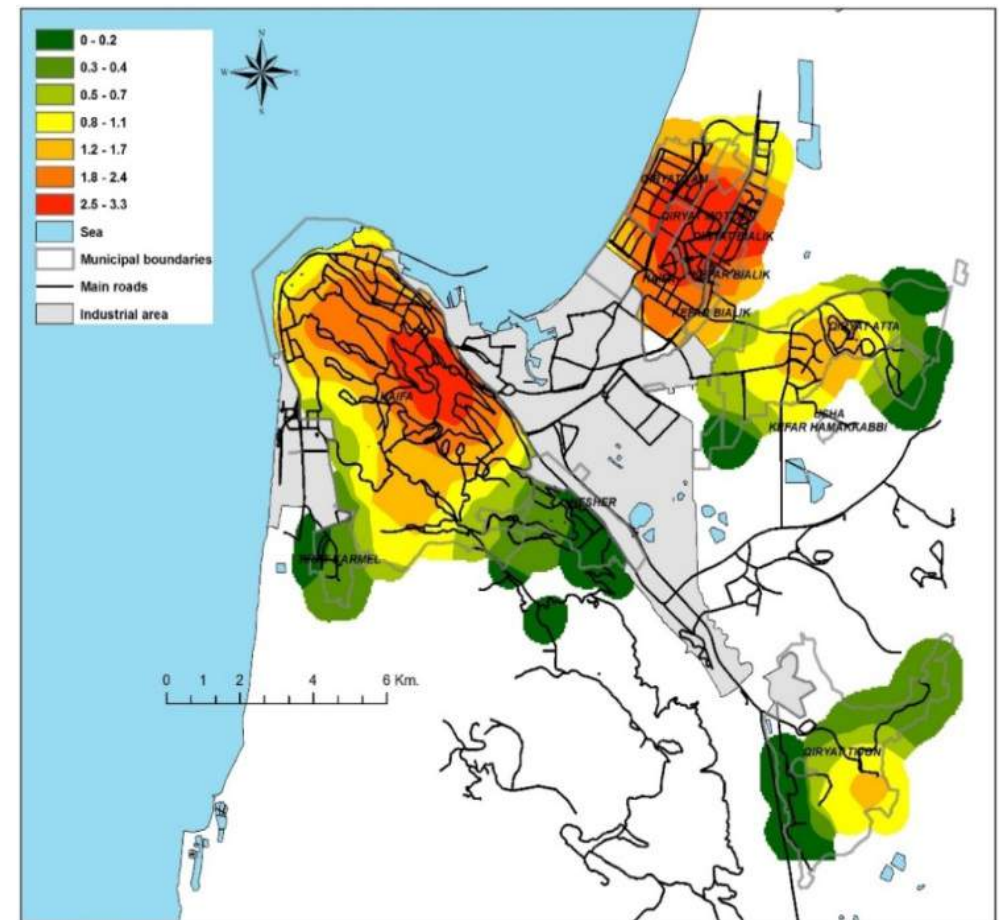


NHL

נספח 1-ג: מדדי קרנל רגילים של התחלואה בסרטן בשנת 2012 (ללא נירמול לצפיפות אוכלוסייה כללית).

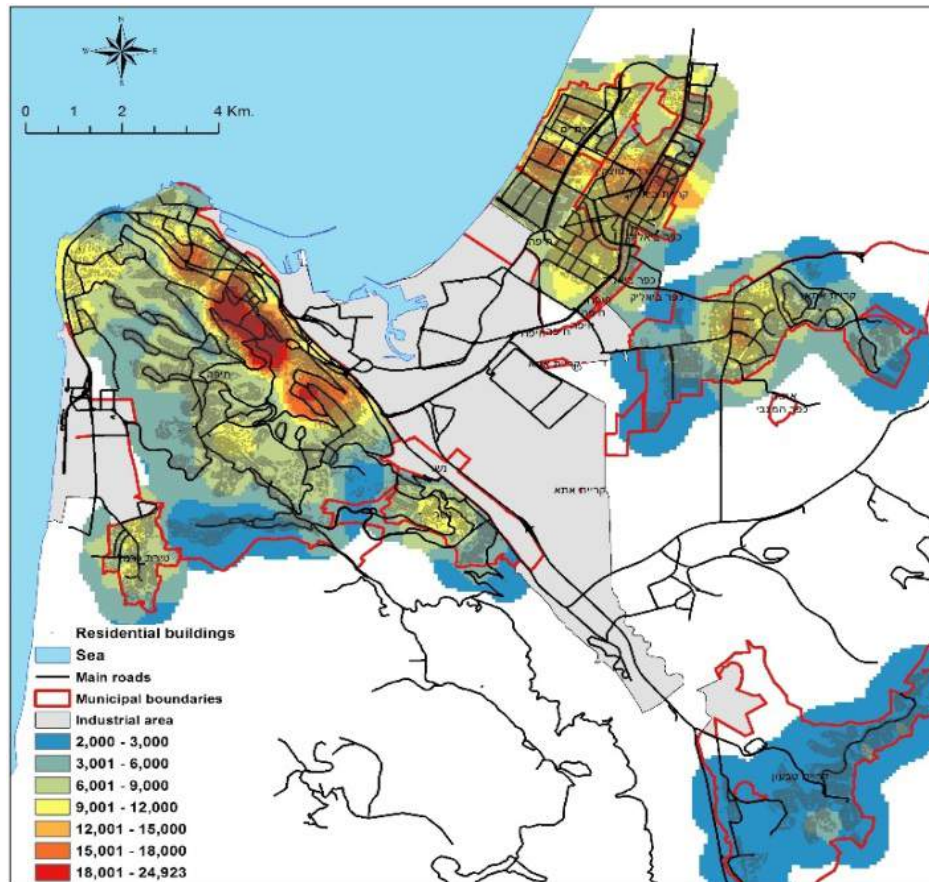


סרטן ריאה

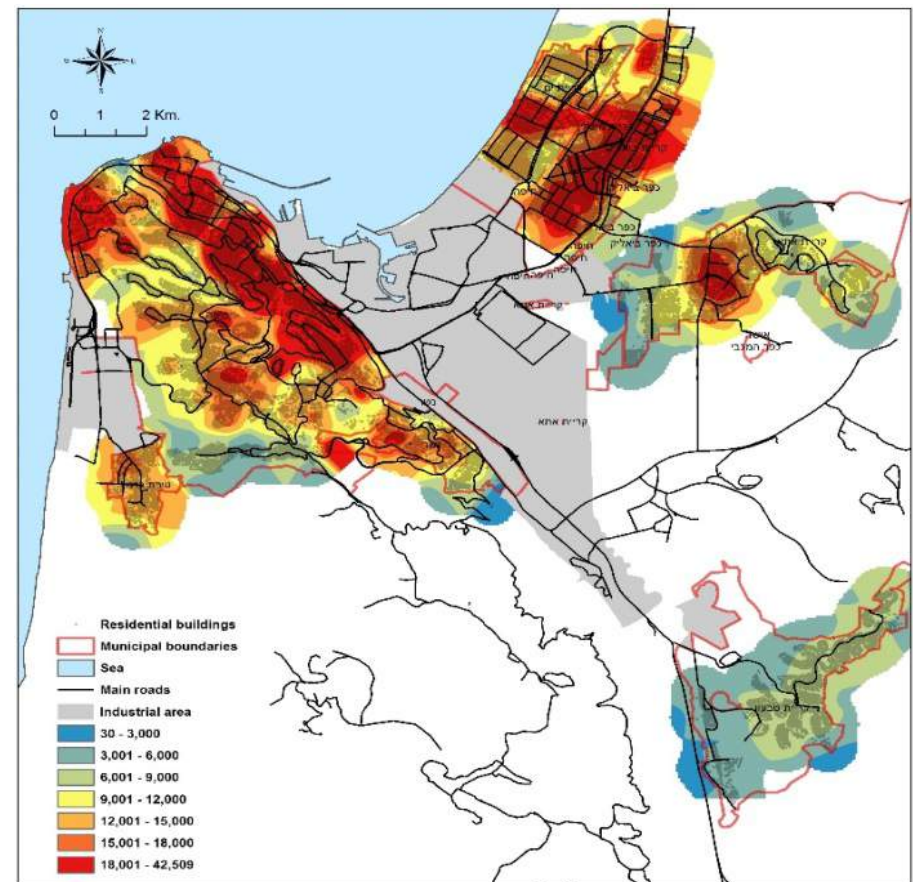


NHL

נספח 1-ד: צפיפות אוכלוסייה כללית לפי המאגרים "בנט"ל" ו"ארנונה".

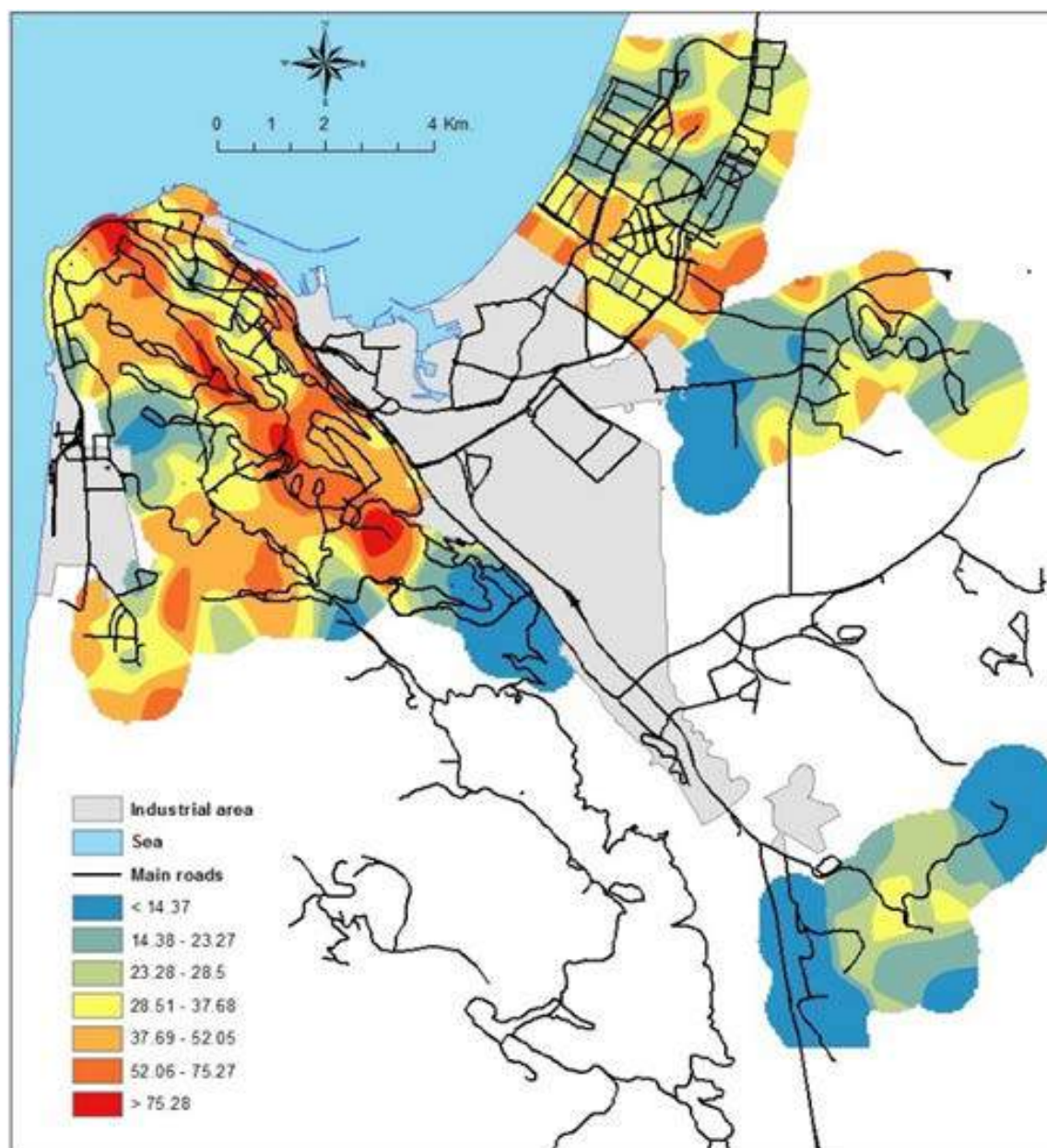


מאגר ארנונה

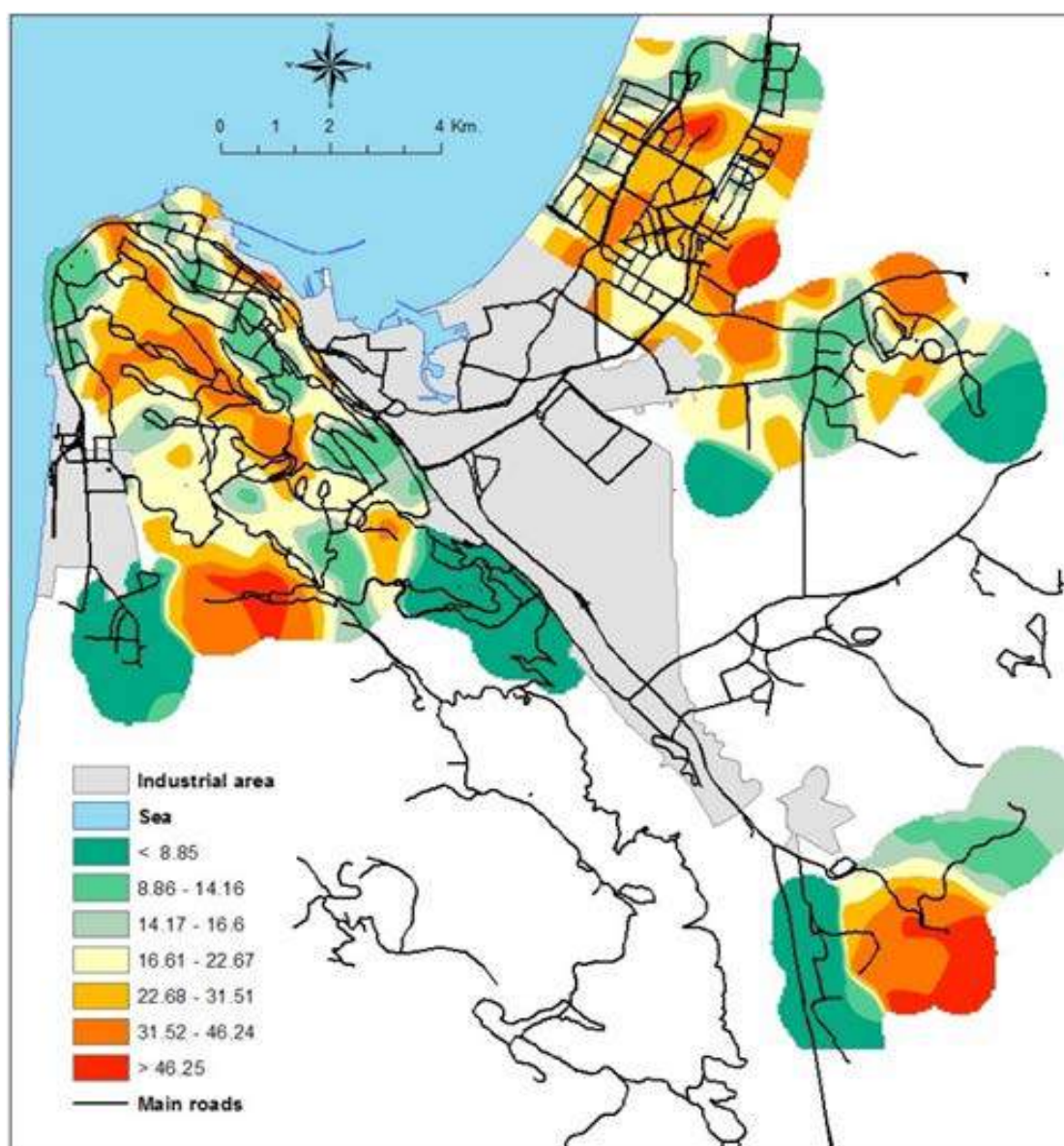


מאגר בנט"ל

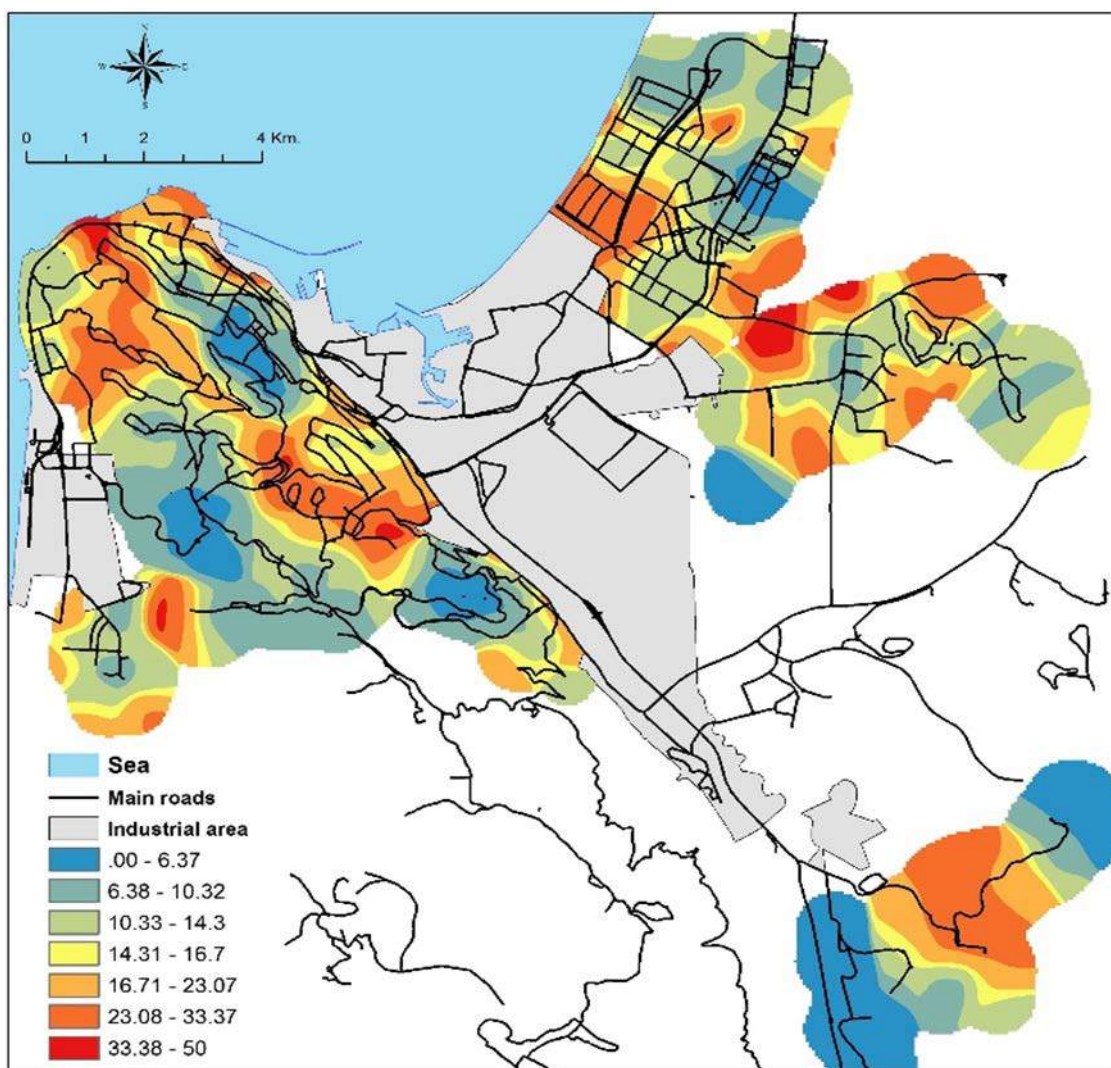
נספח 1-ה: " צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטון ריאה (כלל האוכלוסייה).



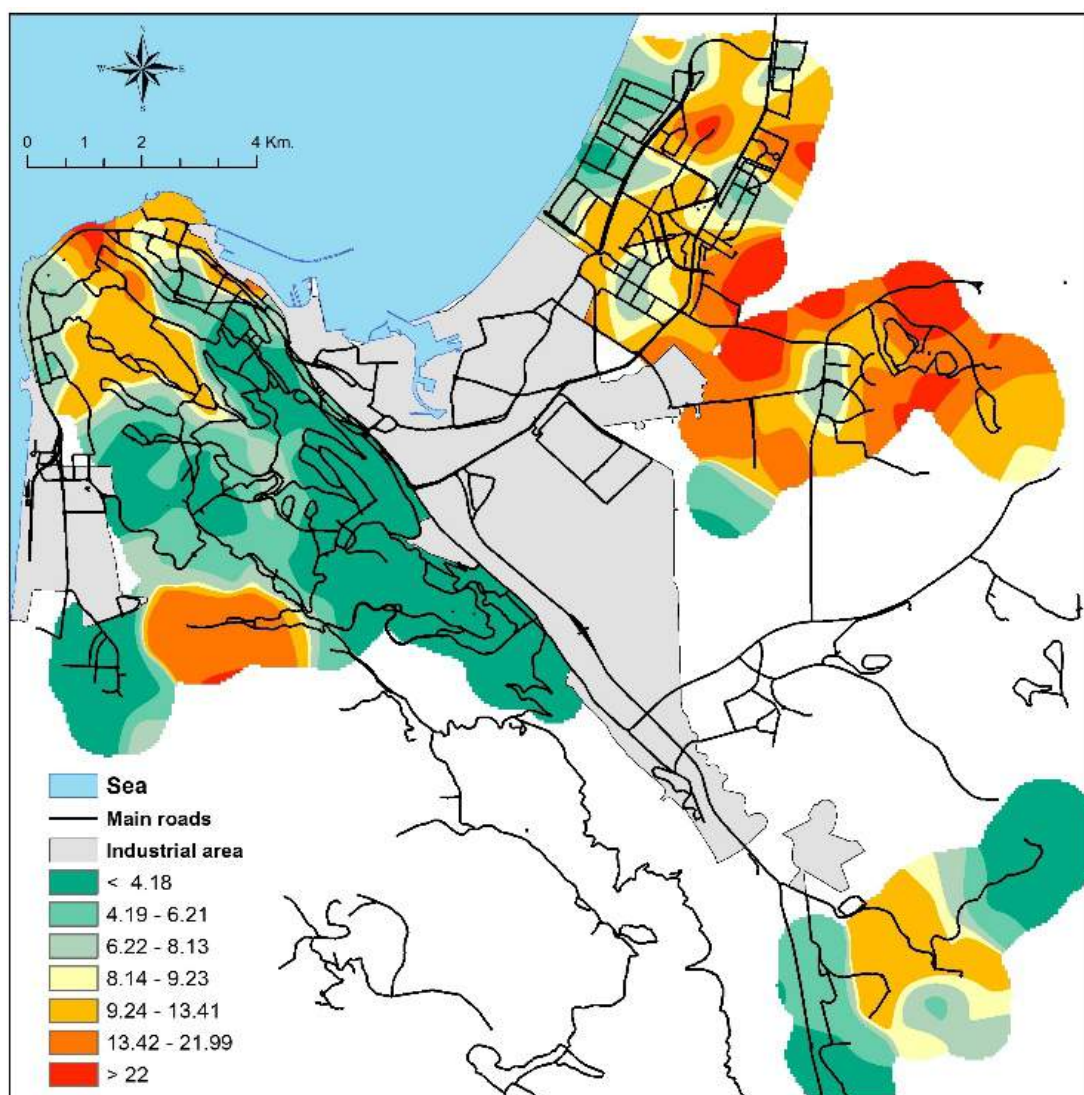
נספח 1-1: " צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטן NHL (כלל האוכלוסייה).



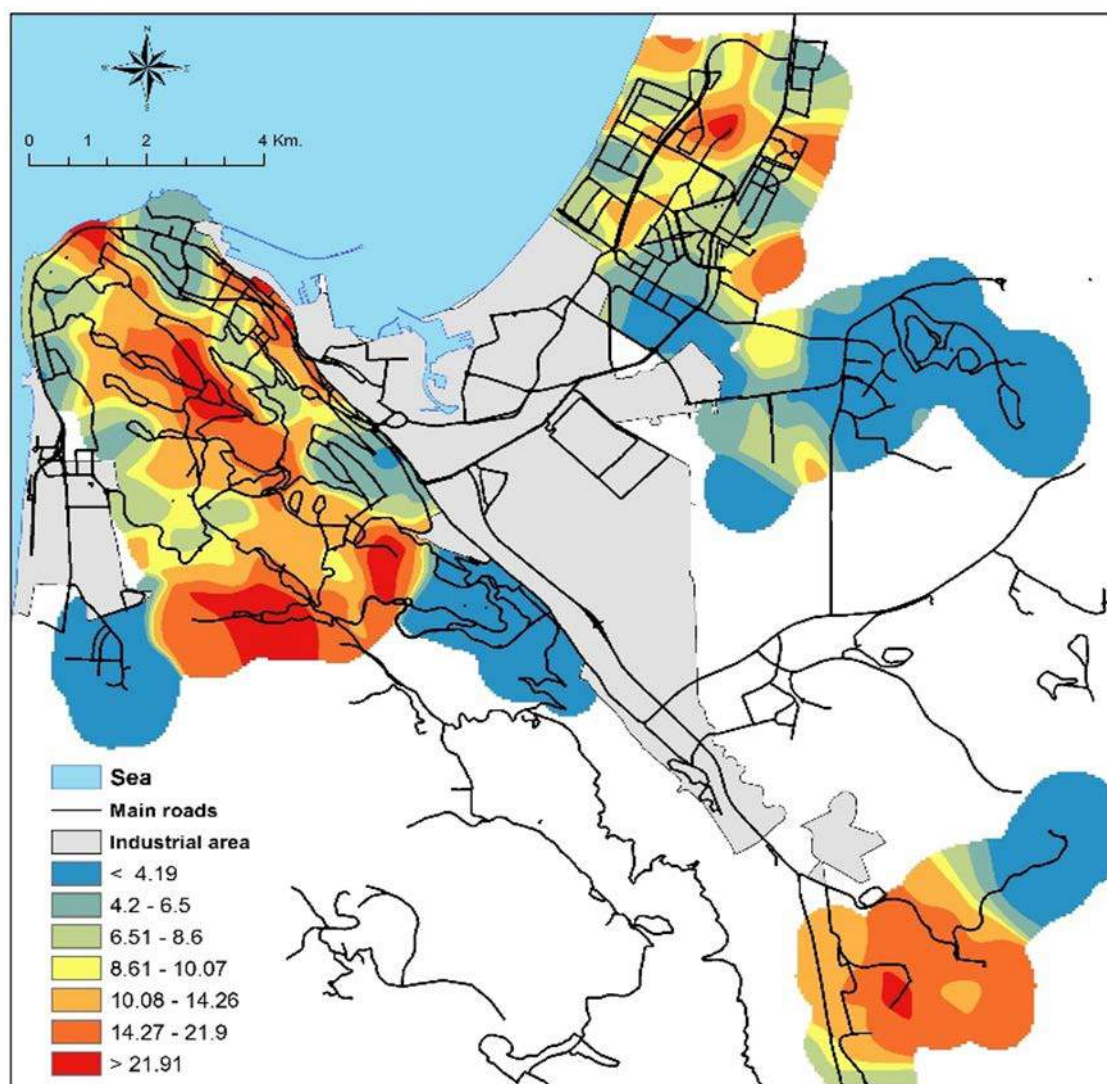
נספח 1-ז: " צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטן ריאה בקרב גברים עד גיל 65.



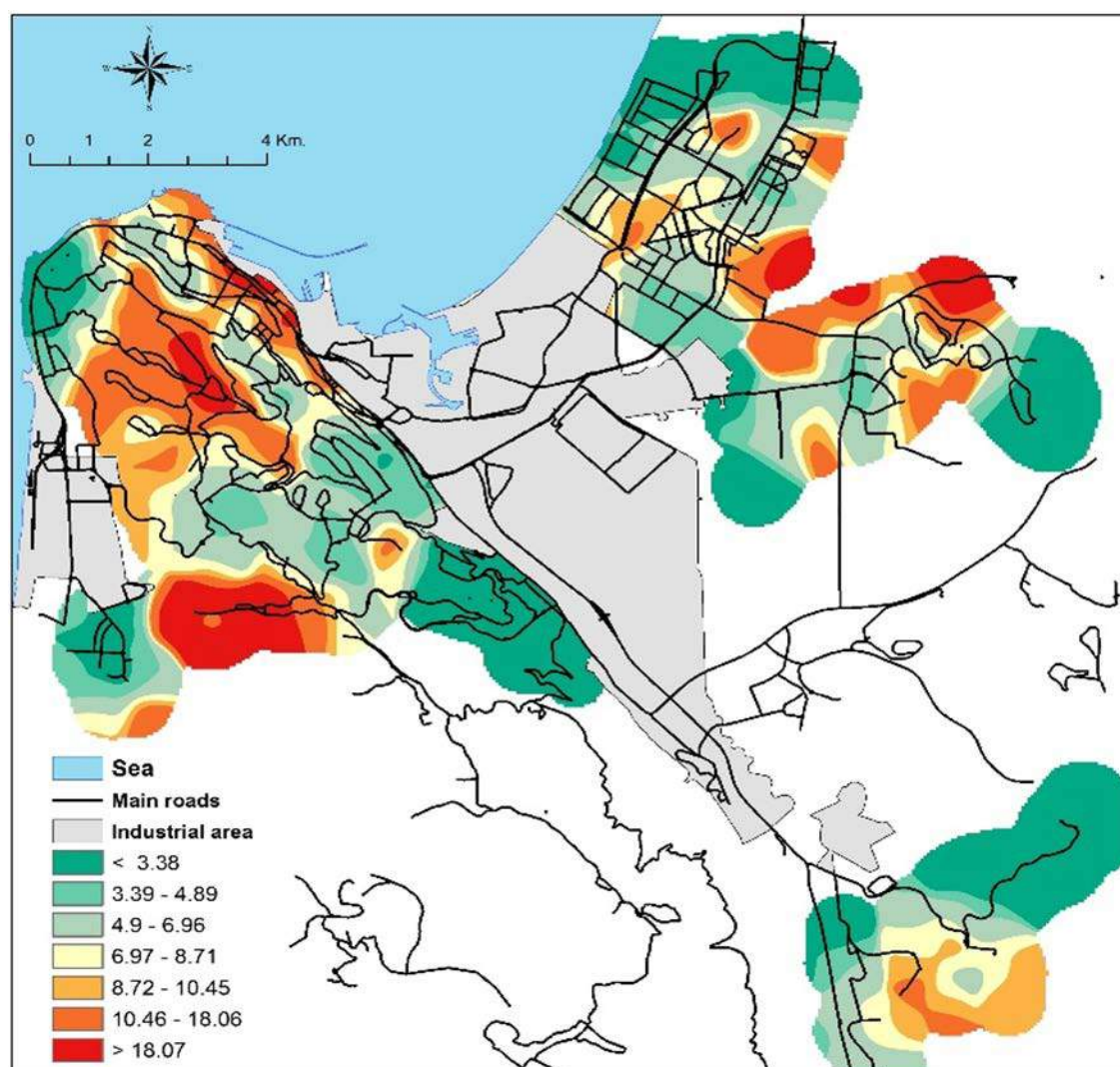
נספח 1-ח: " צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטן NHL (בקרוב גברים עד גיל 65).



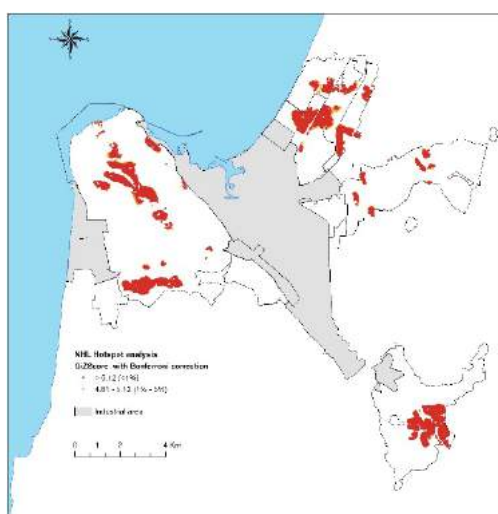
נספח 1-ט: " צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטן ריאה בקרב נשים עד גיל 65.



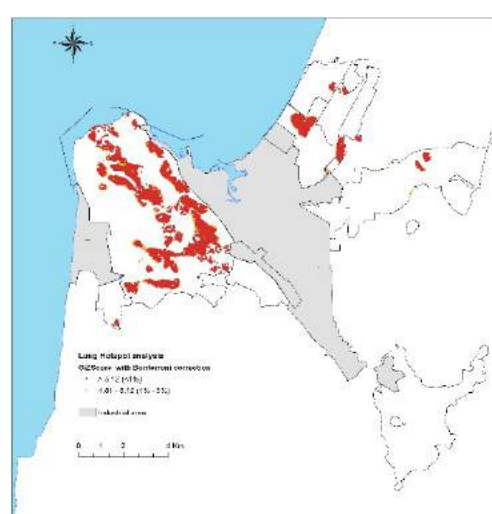
נספח 1-י: "צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של סרטן NHL בקרב נשים עד גיל 65.



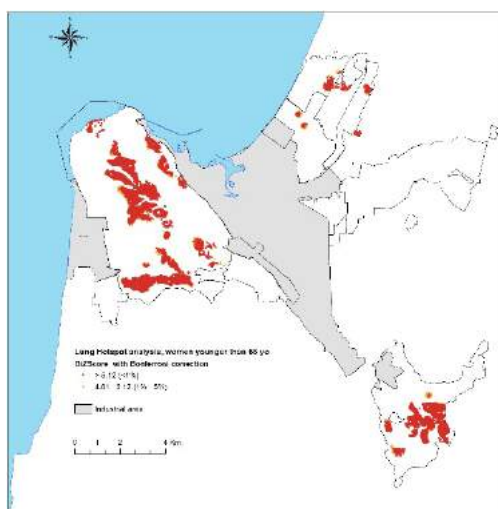
נספח 1-כ: "נקודות חמות" מובהקות סטטיסטית (GiZScore) עם תקנון "בונפרוני".



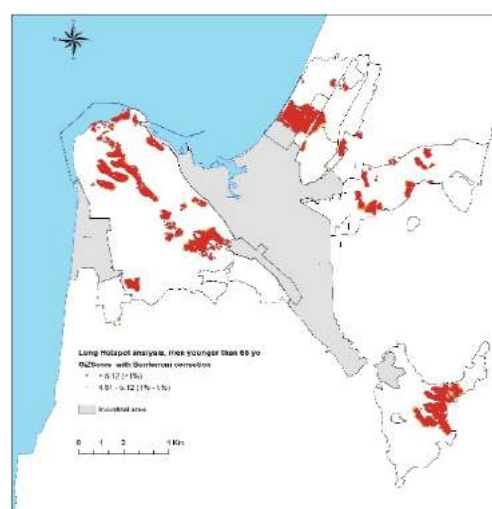
כלל חולי סרטן NHL



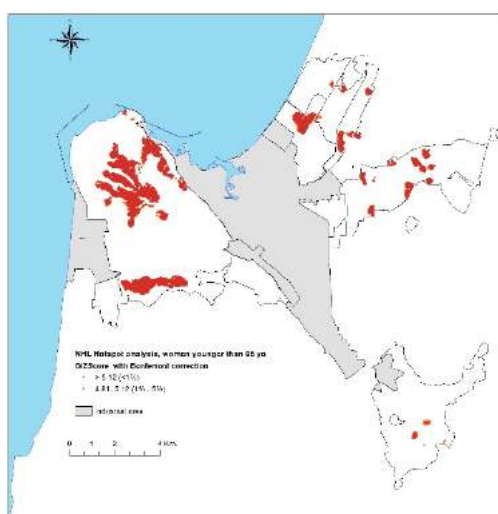
כלל חולי סרטן ריאה



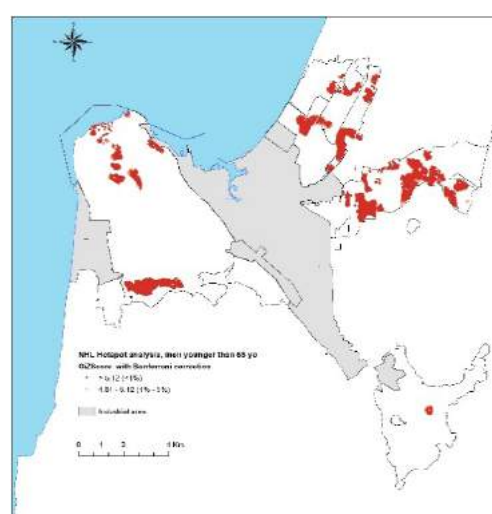
סרטן ריאה, נשים מתחת לגיל 65



סרטן ריאה, גברים מתחת לגיל 65



סרטן NHL, נשים מתחת לגיל 65



סרטן NHL, גברים מתחת לגיל 65

נספח 1-ל: עקרונות של שיטת ניתוח "צפיפות קרנל כפולה" (DKD).

The method description is based on: Portnov B. A. and M. Zusman, Spatial Data Analysis Using Kernel Density Tools, *Encyclopedia of Business Analytics and Optimization*, 1st Edition, Ed. J. Wang, IGI Global Publishers, Hershey, Pennsylvania, 2014.

Introduction

Density analysis uses empirically recorded observations of some phenomenon or event (such as home locations of business customers, crime spots or locations of past forest fires) and transforms these observations into continuous surfaces of "event density." Such surfaces show where the events of interest are concentrated geographically, thus helping to analyze their underlying patterns (Silverman, 1986; ESRI, 2012).

The main advantage of density analysis, compared to other popular methods of spatial smoothing (such as, spline, inverse distance weighted (IDW) method or *kriging*) is that it can be used for a study of a spatial phenomenon that has no recorded attributes, except for geographic location (Portnov, Dubnov, & Barchana, 2009).

In this appendix, we discuss the basic features of the density analysis method, focusing, in particular, on the Double Kernel Density (DKD) approach.

Density analysis in empirical studies

In many business and research applications, there is a need to investigate the spatial distribution of some events of interests, in order to identify their geographic "hotspots" and to develop policy remedies, if required (see Table 1).

Thus, for example, in their study of the association between air pollution and lung cancer in the City of Haifa, Israel, Portnov et al. (2009), used the density method for a multivariate analysis of environmental and socio-demographic factors affecting lung cancer risk. In the studies two analytical methods – calculation of age-standardized rates (ASRs) for small census areas and density analysis – were compared. While AS comparison across small census areas detected no significant association between air pollution and lung cancer risk, density analysis helped to identify a significant association between lung cancer incidence and SO₂ pollution. The authors of the study demonstrated that density tools can be especially useful for the analysis of data that have only X,Y coordinates, such as, e.g., residential locations of lung cancer patients.

In another recent study by Gonzalez-Olabarria, Brotons, Gritten, Tudela, & Teres (2012), density analysis was used for the identification of regions in Spain with a recurrent history of forest fires. With the help of KD tools, the researchers compared the causes of ignitions and occurrence of hotspots. The analysis demonstrated that ignitions in the region of Catalonia were not random, thus helping to concentrate future firefighting efforts on specific "hotspots" of an elevated ignition risk.

TABLE 1: Examples of density analysis use in different scientific fields and applications

Scientific field	Research application
Criminology	Forecasting locations of future criminal and terrorist events (Porter, & Reich, 2012)
	Mapping the addresses of recorded crime events for the identification of crime spots (Wolff, & Asche, 2009)
Environmental sciences	Estimating the conditional probabilities of the rainfall (Sharma, 2000)
	Identification of regions with recurrent forest fires (Gonzalez-Olabarria et al., 2012)
	Forecasting wind power potential (Taylor, & Jeon, 2012)
Epidemiology and public health studies	Identifying the association between disease density and environmental risk factors (Kloog, Haim, & Portnov, 2009; Portnov et al., 2009; Zusman, Dubnov, Barchana, & Portnov, 2012)
	Analysis of the distribution of alcohol outlets in residential neighborhoods (Carlos, Shi, Sargent, Tanski, & Berke, 2010)
Marketing	Analysis of the service area of a restaurant (Donthu, 1991)
	Modeling the patterns of customer density aimed at locating prospective new customers (Sliwinski, 2002)
Transportation	Density analysis of recorded traffic accidents for understanding their spatial patterns (Anderson, 2009; Xie, & Yan, 2008)
	Space–time analysis of traffic trajectories of passenger ships and tankers (Demšar, & Virrantaus, 2010).

Density analysis has been also widely used in criminology. Thus, Porter, & Reich (2012) used KD estimations to forecast the locations of future criminal and terrorist events. The researchers based their analysis on a temporally weighted KD model, used to predict how much influence past events may have on predicting future event locations. The analysis showed that forecasting quality tends to vary by the type of crime and relatively little by time-series length.

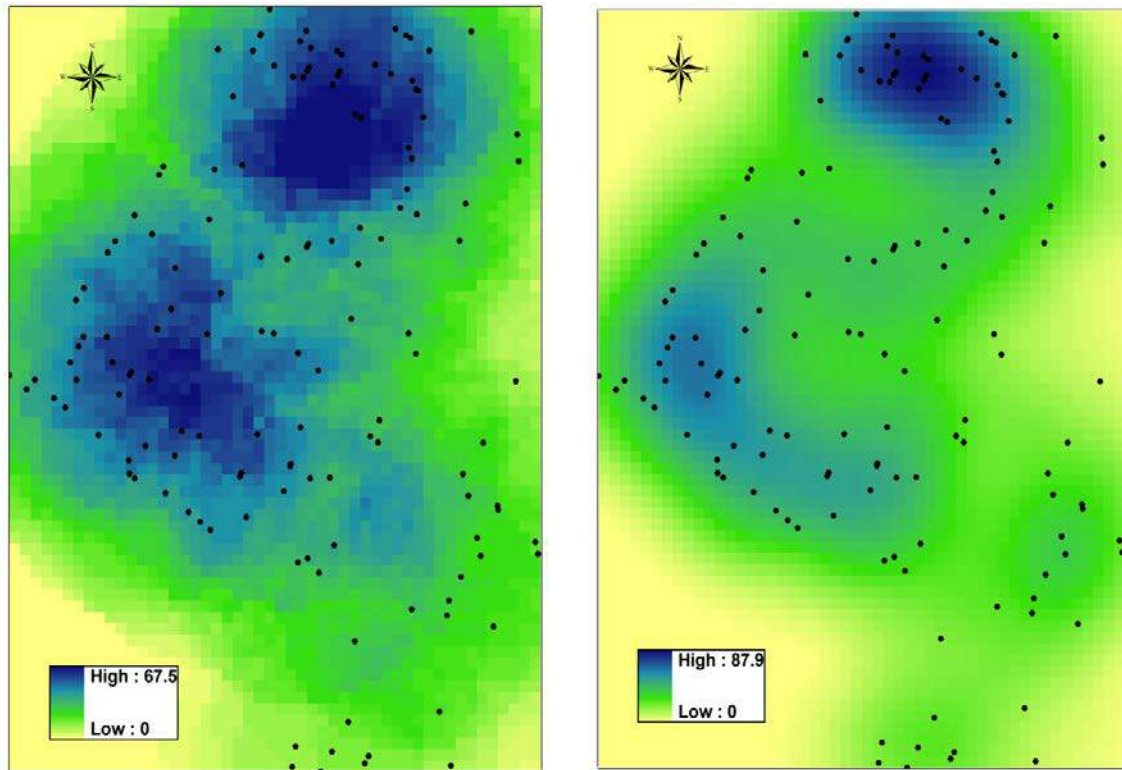
Types of density estimates

There are two basic approaches to calculating density surfaces – *linear averaging* and *kernel density (KD)*. In both methods, the areal density of geographically referenced features (or events) is calculated for a neighborhood of a raster cell (pixel), which "net" covers the entire area of interest. By way of this estimation, density is calculated as the number of features or events located in each cell's predefined proximity range, per unit of area (that is, per m² or km² or any other areal measure). To this end, a circle is drawn around each raster cell, using some predefined search radius (see the subsection on the "KD calculation", for more detail). The number of features (or events), which fall inside the circle, are then summed up, and the total number of events is divided by the circle's area (Gatrell, Bailey, Diggle, & Rowlingson, 1996; Silverman, 1986). KD estimates are calculated similarly, but according to this method, points, lying near the center of a given raster cell, are weighted more heavily than

those lying near its edge (McCoy & Johnston, 2001).

Figure 1 helps to illustrate differences between maps produced by two different density methods - linear averaging (Fig.1A) and KD method (Fig.1B). In both cases, the same geographic distribution of input points (events) is used, with these points being marked by tiny black dots on the maps. In particular, as Figure 1 shows, the calculated density surface, estimated using the linear averaging (Fig. 1A), appears to be coarser and more dispersed than the surface obtained using KD estimates (Fig. 1B).

FIGURE 1: Density estimation using linear averaging (left) and kernel density (KD) smoothing (right)



KD calculation

The KD calculation procedure is relatively simple; it is based on a non-linear kernel function, λ_τ estimated as follows:

$$\hat{\lambda}_\tau(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{(s-s_i)}{\tau}\right) \quad (1)$$

Where s is point for which KD is calculated; $s_1, \dots, s_n$, are the vector locations of the n observed point events around point s ; $k(\cdot)$ represents the kernel weighting function, and $\tau > 0$, is the bandwidth parameter, with the value of τ chosen so as to provide the required degree of smoothing in the estimate (Gatrell et al., 1996; Silverman, 1986).

Figure 2 shows graphically how a KD function is calculated around each point s on the raster grid. Distances to each observed event, s_i that lies within the area of

influence (controlled by τ), are measured and contribute to the intensity estimate at s , according to how close they are to s (Gatrell et al., 1996).

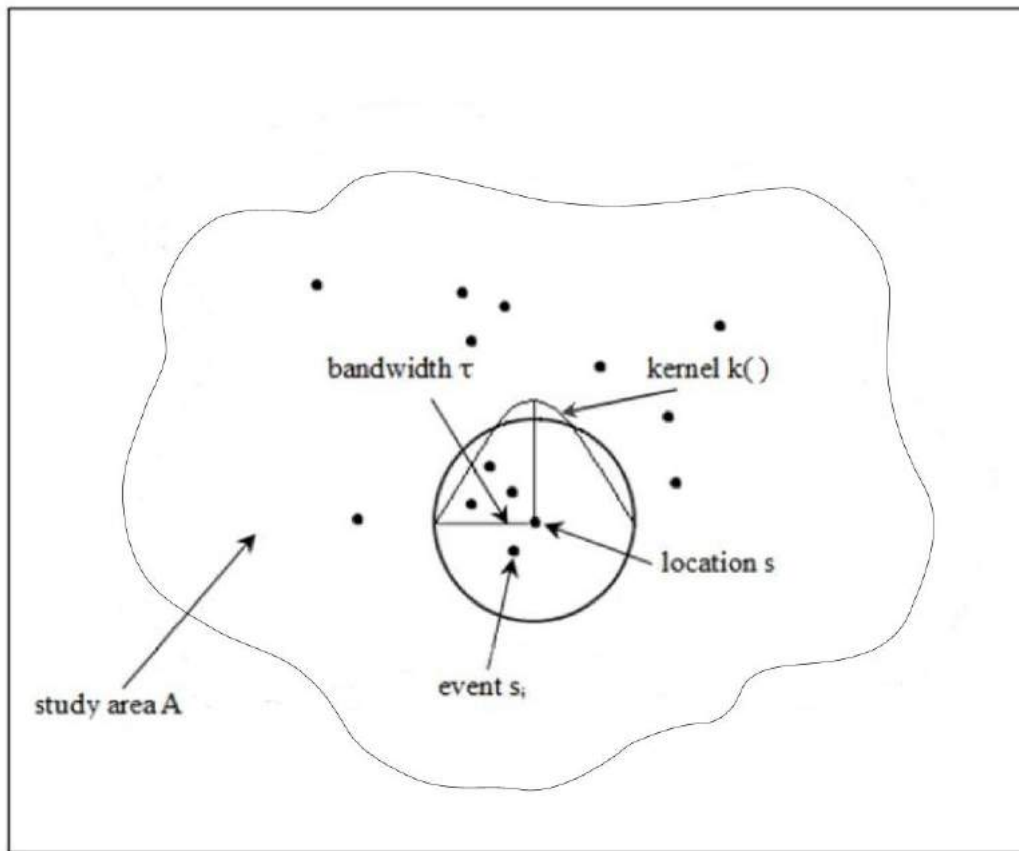
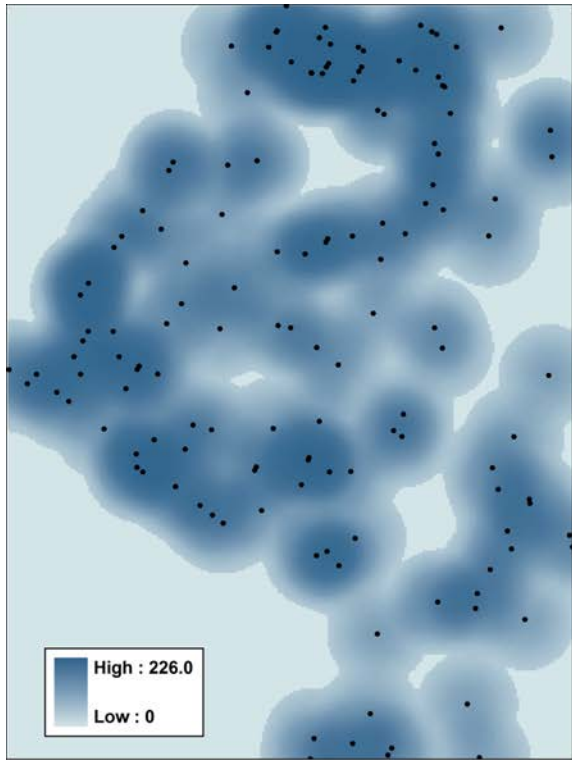
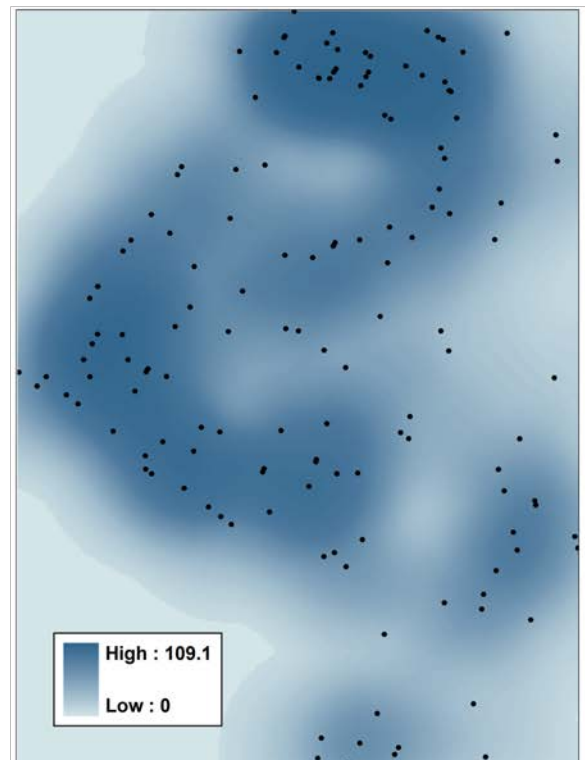


FIGURE 2: KD estimation of a point pattern (after Gatrell et al., 1996).

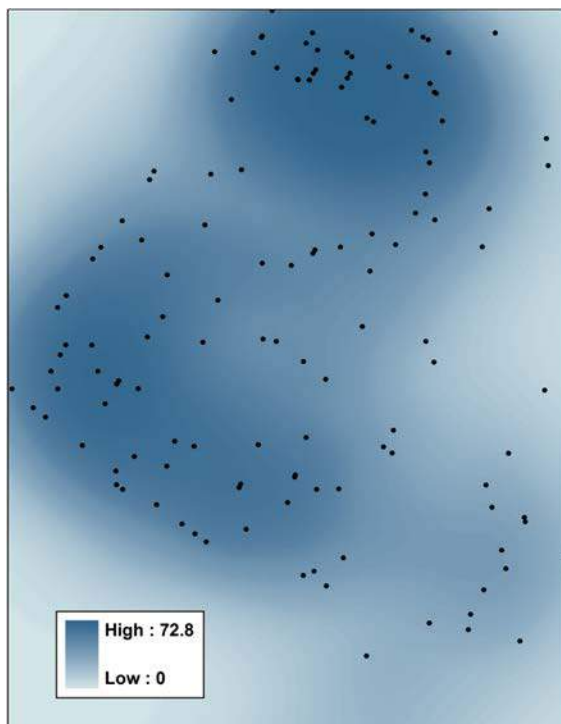
Because the number of event points considered to be neighbors of location s depends on the search radius (bandwidth or τ), the resulting KD estimate depends heavily on its choice. In particular, the size of the bandwidth chosen for KD estimation determines the degree of smoothing produced. If the search radius is larger, there is more smoothing, while smaller values of the radius produce increasingly 'spiky' estimate (Gatrell et al., 1996). To illustrate this point, let us examine several KD plots based on the same event distribution, but smoothed using different bandwidths: from 200 m to 1200 m, with a 200-m increment (see Fig. 3).



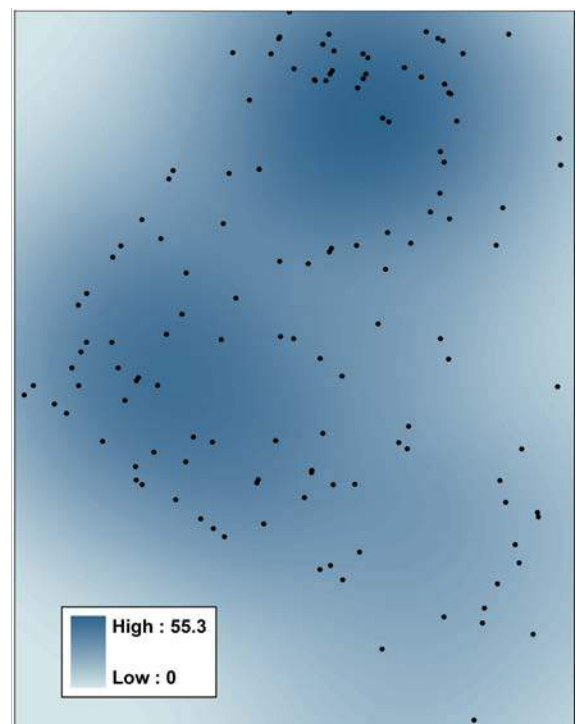
A



B



C



D

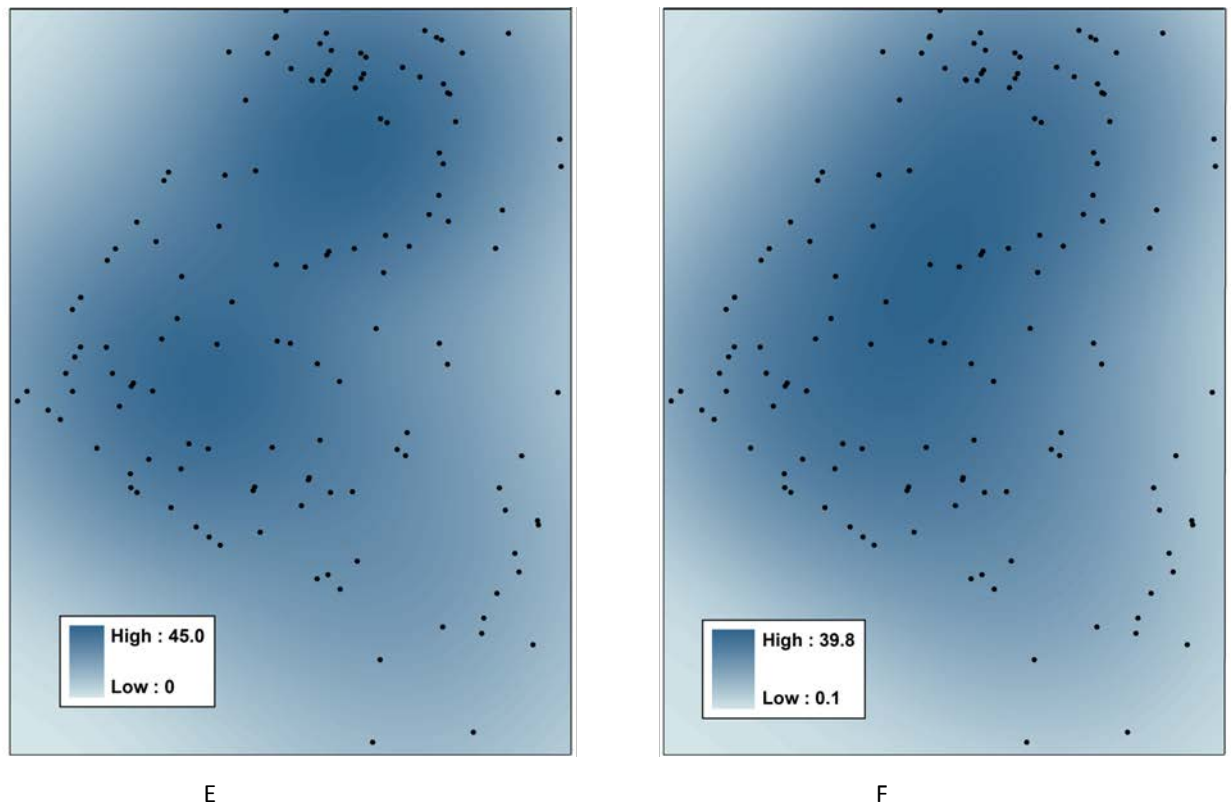


FIGURE 3: Kernel density calculation using different bandwidth settings for the same input data

A – 200-m bandwidth; B – 400-m bandwidth; C – 600-m bandwidth; D – 800-m bandwidth; E – 1000-m bandwidth; F – 1200-m bandwidth

Note: input data are marked by tiny black dots on the diagram.

As Fig. 3 shows, while input points (marked by black dots on the diagrams) remain unchanged, the resulting KD surfaces becomes visually smoother in line with increasing values of the bandwidth, exhibiting less and less localized peaks with each bandwidth increment. Smaller bandwidths thus result in multi-peak, discrete surfaces, which might contain spurious features that are artifacts of the sampling process. In contrast, choosing excessive smoothing, by setting larger bandwidths, may lead to another undesirable outcome: important features of the underlying structure are smoothed away, with a possibility to detect potential density peaks decreasing (Jones, Marron, & Sheather, 1996).

How should the optimal bandwidth be chosen?

There is no consensus among researchers or any straightforward answer to this question. Instead, there are different approaches to choosing the bandwidth for KD calculation, apart from visual examination. However, there are some empirical rules. First, the approach of choosing the bandwidth may be based upon nearest neighbor distances. According to this approach, the bandwidth is calculated based on a predefined number of observations closest to the point of interest, called the "nearest neighbors" (Silverman, 1986). For instance, if the *average distance*, across the entire set of observations for 3 or 4 nearest neighbors, is, for instance, 200 m, the researcher may set the search bandwidth incremental to it, that is, equal to 200m, 400m, etc.

Some researchers look for a particular size of the kernel bandwidth, which would produce better estimates in a multivariate analysis of event densities, calculated using KD functions with different bandwidths (Portnov et al., 2009; Kloog et al., 2009). According to this approach, the researcher tests a number of *radii*, for instance, 200, 300, 400, etc. and then applies each radius separately to the study data. The results are then examined in a multivariate analysis, and the "best performing" radius is chosen, based on regression fits provided by multivariate models (Portnov et al., 2009).

As an alternative, the bandwidth can be set proportional to the physical dimensions of the study area, by setting the bandwidth to, say, $1/30^{\text{th}}$ or $1/50^{\text{th}}$ of its largest dimension, longitudinal or latitudinal, as it is currently implemented in ArcGIS10.x™ software (ESRI, 2012). It should be noted, however, that such an approach is quite arbitrary and somewhat mechanistic and may thus lead to spurious results in the analysis.

In any case, choosing a specific size of bandwidth will always be accompanied by some level of bias ("misreporting of the shape") and a lack of precision ("excessive variance") in the bandwidth distributions. Trying to reduce such as bias by getting the optimal shape may entail more variance, while trying to get more precision in the expected values can result in bigger bias (DiNardo & Tobias, 2001; Jones *et al.*, 1996). The decision about what is more important should thus be taken considering the type of the data, and objectives of the researcher.

Kernel density vs. other techniques of spatial smoothing

There are several interpolation tools which perform tasks similar to KD smoothing. As previously mentioned, these interpolation techniques include spline, Inverse Distance Weighted (IDW) method, radial basis functions, triangulation, and *kriging* (ESRI, 2012). IDW and spline are interpolation methods which use measured values around a point, to predict a parameter's "unknown" value at the subject point. These methods use different averaging schemes, with or without weighting for proximities between neighboring data points (ESRI, 2012; PB, 2009).

Kriging is another interpolation technique which also uses the measured values, to derive a predicted value for an unmeasured location, based on statistical autocorrelation between the observed values at measured points. As compared to IDW and spline techniques, *kriging* calculates predicted values based not only on the evaluated values observed in neighboring locations, but also takes into account the statistical correlation between these points (estimated by taking into account distances between the points). As a result, *kriging* helps to provide, in some cases, more accurate predictions, especially for neighboring observations with similar values of a parameter (*cf. inter alia*, ESRI, 2012; PB, 2009; Putti, 2003).

It should be noted, however, that for producing event surfaces, all these methods (that is, spline, IDW, kriging and other similar methods of spatial interpolation) require a parameter's values, observed in different neighboring locations, that is, the magnitude of the parameter in each point of the geographic distribution (often called,

the "population field"). However, such values may not always be available for the researcher. For instance, sometimes the researcher deals with data which are represented only by their geographic coordinates and have no other information available. For instance, in the case of disease patients, the only information available may be residential locations of disease patients.

A major advantage of the KD technique, compared to other techniques of spatial smoothing, is that it *does not* require the presence of a parameter's value in a given location. Thereby the KD technique makes it possible to generate a continuous surface of event' density by using information on the location of neighboring events, even if individual observations are represented only by their geographic location, that is, by their x, y coordinates, and have no other attributes whatsoever (Carlos et al., 2010; Kloog et al., 2009; Portnov et al., 2009).

Double kernel density (DKD) estimates

The Double Kernel Density (DKD), also known as Relative Kernel Density (RKD) or Normalized Kernel Density (NKD), is produced by normalization of KD surfaces, that is, by dividing a parameter's values observed in data points (or raster cells) by values of another parameter observed at the same locations. Such normalization is performed when there is a need to control the spatial distribution of events of interest, drawn from a general population, by the spatial distribution of that population across the study area. For instance, in health studies sometimes there is a need to calculate the relative risk of a disease by normalizing the number of disease patients in each location by the *total number* of people living there (Portnov et al., 2009). In other words, such normalization is required to assure that the concentration of patients near e.g., a pollution source is not solely due to high population densities around it (Zusman *et al.*, 2012).

DKD normalization also helps to minimize the "edge effect" inherent to KD estimates, that is, the effect which tends to occur because there are fewer neighboring observations near the boundary of the study area and there are no observations outside the boundary (Gatrell et al., 1996). This situation may lead to an "artificial" drop in density values near the study area's boundaries. Since this (or similar) pattern may expected to be found both in the distribution of the event of interest, and in the distribution pattern of the general population, DKD may help to minimize (albeit not eliminate) the underlying source of such a bias, as Figure 4, which compares KD and DKD surfaces estimated for the same set of event points, demonstrates.

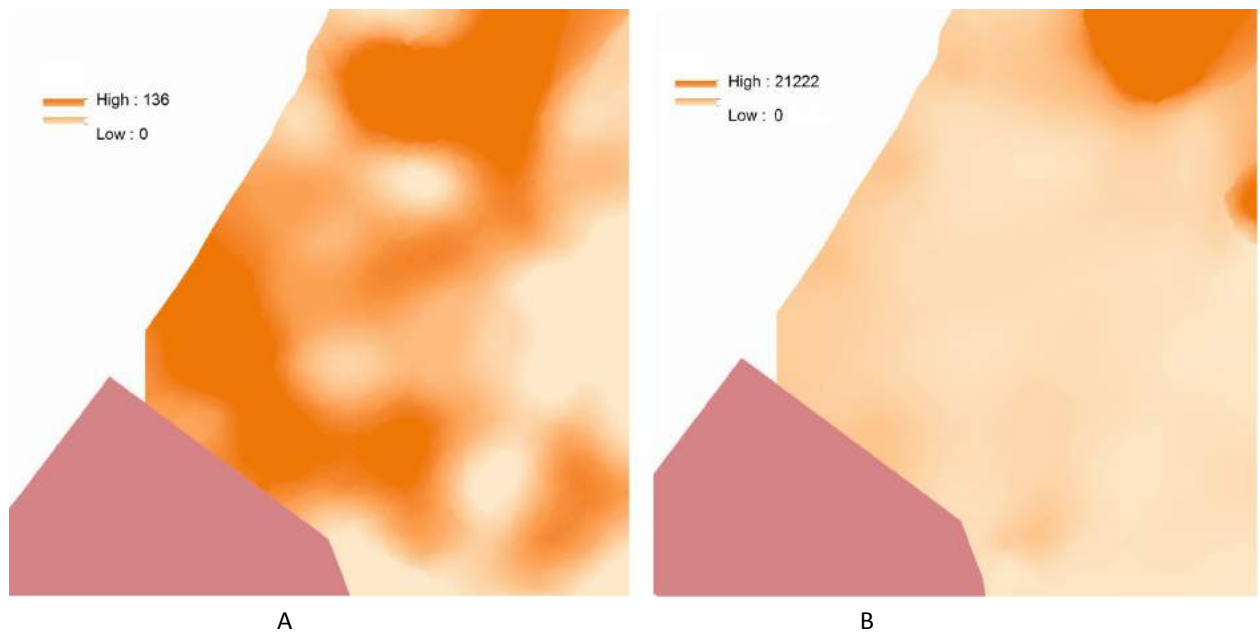


FIGURE 4: Kernel Density and Double Kernel Density estimation of events in study area

(Number of events per 100,000 residents in each location)

A – Kernel Density smoothing; B - Double Kernel Density smoothing

As Fig. 4 shows, differences between the two maps are considerable. While the KD map (Fig. 4A) shows several continuous concentrations of the event of interest, which are spread over the whole study area, the DKD map (Fig. 4B) indicates only two clearly pronounced event peaks, located in the north-east corner of the study area. Another important difference between diagrams can be seen while looking at the boundaries of the images. A values dropping tendency that is observed in KD map, closer to the image boundaries of the image (left diagram), is an “edge effect” which almost inexistent in DKD diagram (right diagram), evidently because the normalized density values near the boundaries are distributed more evenly. Obviously, these are crucial differences which may change the interpretation of research results.

Stages of DKD calculation

According to previous studies on the methodology of DKD analysis (Portnov et al., 2009 and Zusman et al., 2012) The calculation of DKD and its multivariate analysis (whenever required) can be performed in the following several stages. In the first stage, the events of interest (e.g., residential locations of disease patients, or addresses of recorded crime events) are mapped. To this end, such locations are geocoded, that is, street addresses are converted into X and Y coordinates. The mapped points are next transformed into a continuous KD surface using the optimal bandwidth (see the subsection on KD calculation). The transformation results in a raster map featuring the KD of the events of interest. The KD surfaces can be produced using the “Spatial Analyst” tool of the ArcGIS9.x™ software (ESRI, 2012) or any other appropriate geographic information system (GIS) software.

Since KD interpolation is a raster map, possibilities of its further geo-statistical processing and analysis are rather limited. Therefore, for further analysis, such maps

can be transformed into vectorized contours, that is, into continuous lines linking points with identical values of a parameter of interest (ESRI, 2012).

If a researcher wants to analyze whether some exogenous variables influence the density of observed events, there may be a need to use a multivariable statistical analysis, such as e.g., multivariate regression. However, it should be kept in mind that the regression analysis is applied to discrete points and cannot be used on continuous surfaces. Therefore, a KD surface needs to be converted from a raster map (or vectorized contours) into discrete point data. As suggested by Zusman et al., (2012), for this purpose, a number of randomly distributed "reference" points (1000 points or more) should be generated, to cover the whole study area. Such points might be generated using Hawth's Analysis Tool in ArcGIS10.x™ (ESRI, 2012) or any other appropriate geo-statistical software. Fig. 5 features an example of randomly generated "reference" points created for the subsequent use in a multivariate analysis.

After a layer with reference points is generated, the reference points are spatially linked, according to the methodology proposed in Zusman et al. (2012), to KD contours, that is, each reference point gets value from the KD contour closed to it. The calculation can be performed using the "spatial join" tool in ArcGIS10.x™ that links geographic lays (maps) together, based on their spatial location. The KD values of the population distribution, from which the events of interests are drawn, should next be linked to the reference points, in a similar way (that is, by first constructing KD surface of overall population density, converting it into contours and joining the contours with the same set of reference points).

During the next phase of the analysis, DKD values are calculated, by dividing KD values of the event of interest by KD values of the total population, both observed at the corresponding "reference" points. The values obtained thereby can then be used as the dependent variable in a multivariate analysis.

Explanatory factors for multivariable analysis may also be estimated in a similar way. In particular, KD raster maps can be produced for each of such factors in separation, and, then, spatially linked to the same set "reference points" for a subsequent use in a multivariate statistical analysis as predictors (or controls).

References

- Anderson, T.K. (2009). Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. *Accident Analysis and Prevention*, 41(3), 359–364.
- Anselin, L., & Rey S. (1991). Properties of tests for spatial dependence in linear regression models. *Geographical Analysis*, 23(2), 112–31.
- Carlos, H., Shi, X., Sargent, J., Tanski, S., & Berke, E.M. (2010). Density estimation and adaptive bandwidths: A primer for public health practitioners. *International Journal of Health Geographies*, 9-39.
- Demšar, U., & Verrantaus, K. (2010). Space-time density of trajectories: Exploring spatio-temporal patterns in movement data. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(10), 1527-1542.

- DiNardo, J., & Tobias, J.L. (2001). Nonparametric density and regression estimation. *The Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 11-28.
- Donthu, N. (1991). Comparing market areas using kernel density estimation. *Journal of Academy of Marketing Science*, 19 (4), 323-332.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). (2012). How kernel density works. Retrieved October 10, 2012, from <http://edndoc.esri.com>
- Gatrell, A.C., Bailey, T.C., Diggle, P.G., & Rowlingson, B.S. (1996). Spatial point pattern analysis and its application in geographical epidemiology. *Transactions of the Institute of British geographers*, 21, 256–274.
- Gonzalez-Olabarria, J.R., Brotons, L., Gritten, D., Tudela, A., & Teres, J.A. (2012). Identifying location and causality of fire ignition hotspots in a Mediterranean region. *International Journal of Wildland Fire*. <http://dx.doi.org/10.1071/WF11039>
- Jones, M.C., Marron, J.S., & Sheather, S.J. (1996). A brief survey of bandwidth selection for density estimation. *Journal of the American Statistical Association*, 91, 401–407.
- Kloog, I., Haim, A., & Portnov B.A. (2009). Using kernel density function as an urban analysis tool: Investigating the association between nightlight exposure and the incidence of breast cancer in Haifa, Israel. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33, 55-63.
- McCoy, J., & Johnston, K. (2001). *Using ArcGIS spatial analyst*. Redlands: ESRI.
- PB (Pitney Bowes). (2009). MapInfo vertical mapper. Retrieved October 18, 2012, from <http://www.pbinsight.com>
- Porter, M.P., & Reich, B.J. (2012). Evaluating temporally weighted kernel density methods for predicting the next event location in a series. *Annals of GIS*, 18, 225–240.
- Portnov, B.A., Dubnov, J., & Barchana, M. (2009). Studying the association between air-pollution and lung cancer incidence in a large metropolitan area using a kernel density function. *Socio-Economic Planning Sciences*, 43(3), 141–150.
- Putti, M. (2003). Geostatistics in hydrology: Kriging interpolation. Retrieved October 16, 2012, from <http://dispense.dmsa.unipd.it>
- Sharma, A. (2000). Seasonal to interannual rainfall probabilistic forecasts for improved water supply management: Part 3 - A nonparametric probabilistic forecast model. *Journal of Hydrology*, 239(1–4), 249–258.
- Silverman, B.W. *Density estimation for statistics and data analysis*, 26, New York: Chapman and Hall, 1986.
- Sliwinski, A. (2002). Spatial point pattern analysis for targeting prospective new customers: Bringing GIS functionality into direct marketing. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis*, 6(1), 31-48.
- Taylor, J., & Jeon, J. (2012). Using conditional kernel density estimation for wind power forecasting. *Journal of the American Statistical Association*. ISSN 1537-274X (In Press)

Wolff, M., & Asche, H. (2009). Towards geovisual analysis of crime scenes – A 3D crime mapping approach. In Sester, M., Bernard, L., & V. Paelke (Eds.), *Advances in GISciences*. Proc. 12th AGILE Conference, Hannover. Berlin: Springer Lecture Notes in Geoinformation and Cartography (LNGC), 429-448.

Xie, Z., & Yan, J. (2008). Kernel density estimation of traffic accidents in a network space. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32, 396 – 406.

Zusman, M., Dubnov, J., Barchana, M., & Portnov, B.A. (2012) Residential proximity to petroleum storage tanks and associated cancer risks: Double kernel density approach vs. zonal estimates. *Science of the Total Environment*, 441, 265-276.

Key terms & definitions

Age-standardized rate (ASR) is the rate of a disease adjusted to the age distribution of a “standard” population (that is, population of a region or a country, set as a conditional baseline).

Bandwidth is the radius of a search circle used for density calculation.

Double Kernel Density (DKD) is a product of normalization of Kernel Density (KD) surface by another KD surface, for instance, by the KD of the total population residing in the study area.

Edge effect is a KD surface distortion characterized by a drop in the values observed near the edge of the study area.

Kernel Density (KD) estimation is a density calculation method that weights events that are close to the center of the search circle more than more distant ones.

Kriging – a geostatistical interpolation method based on predicting values for unmeasured locations using regression estimates.

Linear averaging – density estimation method which calculates the number of events inside the search radius divided by the search circle area, without applying any weighting scheme to the input events.

Raster cell – usually a small rectangle used for surface tessellation.

נספח 1-מ: הגורמים המסבירים בחלוקה על-פי קבוצות כפי שהוכנסו למודלים רבי-המשתנים לתחלואה בסרטן ריאה וסרטן NHL באזור מפרץ חיפה.

אוכלוסייה ומיקום (קבוצה 1)	ענפי תעסוקה (קבוצה 2)	זיהום אוויר (קבוצה 3)	קירבה לתעשייה (קבוצה 4)
צפיפות אוכלוסייה; אחוז מבוגרים (+65); גובה טופוגרפי (פרוקסי למצב כלכלי של הפרט); אחוז יהודים; מרחק מחוף הים; מדד סוציו-כלכלי; אחוז מעשנים (מידול).	אחוז מועסקים בתעשייה; אחוז מועסקים בתחבורה; אחוז מועסקים בתשתיות; אחוז מועסקים בחקלאות; אחוז מועסקים ברפואה ורווחה; אחוז מועסקים בענף הבניה.	זיהום אוויר מ- $PM_{2.5}$; SO_2 ; NO_x ; קירבה לכבישים ראשיים; מפנה של הר כרמל.	מתחם מפעלים פטרוכימיים; שדה תעופה; מכלי דלק (2 אתרים); תחנת כוח של חברת החשמל.

נספח 1-ג: A: מודלים רבי-משתנים לתרומה היחסית של גורמים שונים לתחלואה בסרטן ריאה וסרטן NHL באזור מפרץ חיפה.

Predictors	Model A ^e		Model B ^e	
	B ^a	(SE) ^b	B ^a	(SE) ^b
(Constant)	6.683	(0.340)**	-4.185	(0.245)***
Population density (per km ²)	-2.74E-04	(3.772E-06)**	-2.02E-04	(2.72E-06)***
Elevation above the sea level (km)	2.98E-07	(2.252E-04)	-2.00E-06	(1.62E-04)***
Percent of Jewish population in the SCA	0.022	(0.002)***	0.029	(0.001)***
SCA Socio-economic status	-1.70E-04	(0.025)	0.928	(0.018)***
Percent of the elderly (above 65)	1.327	(0.343)***	4.817	(0.247)***
Distance to the sea (km)	-4.21E-07	(7.35E-06)***	-6.34E-10	(5.29E-06)
Smoking rate 2003 (%)	0.180	(0.009)***	0.259	(6.20E-03)***
Employment structure (% of total population of the SCA):				
Agriculture	-0.632	(0.038)***	-0.415	(0.027)***
Manufacturing	-0.102	(0.004)***	0.085	(0.003)***
Electricity and water sectors	0.316	(0.013)***	0.046	(0.010)***
Construction	-0.178	(0.009)***	-0.013	(0.006)***
Transportation	-0.156	(0.006)***	-0.135	(0.004)***
Health & welfare	0.071	(0.005)***	0.09	(0.004)***
Distance to the main road (km)	-1.86E-06	(1.23E-04)***	-1.00E-06	(8.86E-05)***
Side of the Carmel Mountain (West=1)	-1.32	(0.058)***	-0.98	(0.042)***
NO _x (year 2003, IDW interpolation, ppb)	6.49E-03	(0.001)***	0.042	(0.001)***
Linear distance to the Petrochemical Industrial Complex (km)	1.55E-06	(4.60E-05)***	1.00E-06	(3.31E-05)***
Squared distance to the Petrochemical Industrial Complex (km)	-1.33E-13	(4.59E-09)***	-3.38E-11	(3.31E-09)***
N of obs.	32824		32824	
R ²	0.410		0.462	
R ² -adjusted	0.410		0.461	
SEE ^c	2.302		1.658	

Notes: * indicates a 0.05 significance level; ^a Unstandardized regression coefficient; ^b t-statistic; ^c Standard error of the estimate; g – Box-Cox transformation ($\lambda = 0.555$ in Model A, $\lambda = 0.476$ in Model B).

Model A: Depended variable - Double Kernel density (DKDs) of Lung cancer in 2012.

Model B: Depended variable - Double Kernel density (DKDs) of NHL cancer in 2012.

נספח 1-ג: B: מודל רב-משתנים לתרומה היחסית של גורמים שונים לתחלואה בסרטן ריאה באזור מפרץ חיפה.

Table B: Factors affecting *Lung cancer* incidence in the Haifa Bay area (dependent variables – lung cancer DKD (cases per 100,000), Box-Cox transformed values ($\lambda=0.555$); method – OLS regression)

Predictors	Model I		Model II		Model III		Model IV	
	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b
(Constant)	9.035	(0.309)***	11.697	(0.312)***	18.097	(0.507)***	45.046	(0.701)***
Population density (per km ²)	-1.475E-04	(3.47E-06)***	-2.048E-04	(3.48E-06)***	-2.388E-04	(3.85E-06)***	-3.975E-04	(3.49E-06)***
Elevation above the sea level (m)	0.003	(1.73E-04)***	-0.001	(1.82E-04)***	0.003	(2.32E-04)***	-0.005	(2.32E-04)***
Percent of Jewish population in the SCA	-0.011	(0.002)***	0.002	(0.002)***	0.004	(0.002)**	-0.042	(0.002)***
SCA Socio-economic status	0.457	(0.021)***	0.027	(0.024)***	-0.078	(0.025)***	-0.208	(0.025)***
Percent of older population (above age 65)	9.402	(0.308)***	4.703	(0.345)***	4.439	(0.347)***	5.504	(0.317)***
Distance to the sea (m)	-3.561E-04	(4.98E-06)***	-3.918E-04	(5.78E-06)***	-3.937E-04	(7.16E-06)***	1.620E-04	(4.70E-05)***
Smoking rate 2003 (%; model estimates; Appendix 1)	0.117	(0.009)***	0.158	(0.009)***	0.140	(0.009)***	-0.134	(0.008)***
Employment structure (% of total population of SCA):								
Employment in agriculture	–	–	-0.781	(0.037)***	-0.623	(0.039)***	-0.286	(0.032)***
Manufacturing employment	–	–	-0.051	(0.004)***	-0.100	(0.004)***	-4.175E-04	(0.004)
Employment in electricity and water sectors	–	–	0.213	(0.013)***	0.237	(0.013)***	0.339	(0.011)***
Employment in construction	–	–	-0.245	(0.009)***	-0.233	(0.009)***	-0.019	(0.008)**
Transport employment	–	–	-0.209	(0.006)***	-0.220	(0.006)***	-0.005	(0.005)
Employment in health & welfare	–	–	0.041	(0.005)***	0.054	(0.005)***	-0.007	(0.005)
Distance to the main road (m)	–	–	–	–	-0.002	(1.24E-04)***	-0.002	(1.06E-04)***
Side of the Carmel Mountain (West=1)	–	–	–	–	-0.887	(0.053)***	-1.200	(0.076)***
SO ₂ (year 2003, IDW interpolation, ppb)	–	–	–	–	0.504	(0.071)***	1.585	(0.071)***
PM2.5 (year 2003, IDW interpolation, Mg/m2)	–	–	–	–	-0.320	(0.020)***	-1.523	(0.033)***
NOx (year 2003, IDW interpolation, ppb)	–	–	–	–	0.020	(0.002)***	0.028	(0.003)***
Linear distance to Oil Tanks, (small) (m)	–	–	–	–	–	–	-0.001	(1.73E-04)***
Squared distance to Oil Tanks, (small) (m ²)	–	–	–	–	–	–	1.507E-07	(8.02E-09)***
Linear distance to the Haifa Power Station (m)	–	–	–	–	–	–	-3.911E-06	(2.47E-04)
Squared distance to the Haifa Power Station (m ²)	–	–	–	–	–	–	–#	–#
Linear distance to the Airport (m)	–	–	–	–	–	–	-0.005	(1.79E-04)***
Squared distance to the Airport (m ²)	–	–	–	–	–	–	-2.150E-07	(2.13E-08)***
Linear distance to Oil Tanks, (large) (m)	–	–	–	–	–	–	0.002	(9.13E-05)***
Squared distance to Oil Tanks, (large) (m ²)	–	–	–	–	–	–	9.647E-08	(9.77E-09)***

Predictors	Model I		Model II		Model III		Model IV	
	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b
Linear distance to the Oil refineries (m)	–	–	–	–	–	–	0.004	(7.95E-05)***
Squared distance to the Oil refineries (m ²)	–	–	–	–	–	–	-7.996E-08	(1.11E-08)***
N of obs.	32824		32824		32824		32824	
R ²	0.296		0.368		0.388		0.592	
R ² -adjusted	0.296		0.368		0.388		0.592	
F	(1971.800)***		(1472.683)***		(1154.761)***		(1765.321)***	
SEE ^c	2.518		2.381		2.345		1.914	
R ² Change compared to previous model	0.296		0.072		0.019		0.205	
F Change	(1971.800)***		(627.058)***		(207.607)***		(1828.507)***	

Model I: Geographic attributes, socio-economic variables and smoking rates included.

Model II: Geographic attributes, socio-economic variables, smoking rates and employment structure variables included.

Model III: Geographic attributes, socio-economic variables, smoking rates, employment structure and air pollution variables included.

Model III: Geographic attributes, socio-economic variables, smoking rates, employment structure, air pollution variables and distance to potential industrial source of pollution included.

Notes: *, ** and *** indicates a 0.1, 0.05 and 0.01 significance levels, respectively. a - Unstandardized regression coefficient; b - t-statistic; c - Standard error of the estimate; # - the variable was excluded from the regression analysis because of collinearity reasons.

נספח 1-ג: C: מודל רב-משתנים לתרומה היחסית של גורמים שונים לתחלואה בסרטן NHL באזור מפרץ חיפה.

Table C: Factors affecting *NHL cancer* incidence in the Haifa Bay area (dependent variables – NHL cancer DKD (cases per 100,000), Box-Cox transformed values ($\lambda=0.476$); method – OLS regression; proximities to major industrial facilities added)

Predictors	Model V		Model VI		Model VII		Model VIII	
	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b
(Constant)	-1.166	(0.230)***	0.126	(0.229)	14.922	(0.343)***	11.174	(0.521)***
Population density (per km ²)	-1.273E-04	(2.58E-06)***	-1.478E-04	(2.55E-06)***	-1.804E-04	(2.60E-06)***	-2.382E-04	(2.60E-06)***
Elevation above the sea level (m)	-0.005	(1.29E-04)***	-0.006	(1.33E-04)***	0.001	(1.57E-04)***	-3.252E-04	(1.73E-04)***
Percent of Jewish population in the SCA	0.019	(0.001)***	0.002	(0.001)*	0.007	(0.001)***	-0.005	(0.001)***
SCA Socio-economic status	1.041	(0.015)***	1.170	(0.018)***	0.741	(0.017)***	0.588	(0.018)***
Percent of older population (above age 65)	10.756	(0.229)***	7.791	(0.253)***	8.285	(0.235)***	5.944	(0.236)***
Distance to the sea (m)	-2.246E-05	(3.71E-06)***	-4.175E-05	(4.24E-06)***	4.429E-05	(4.84E-06)***	0.001	(3.49E-05)***
Smoking rate 2003 (% , model estimates; Appendix 1)	0.281	(0.007)***	0.252	(0.007)***	0.194	(0.006)***	0.113	(0.006)***
Employment structure (% of total population of SCA):								
Employment in agriculture	–	–	-0.424	(0.027)***	-0.162	(0.026)***	-0.223	(0.024)***
Manufacturing employment	–	–	0.131	(0.003)***	0.024	(0.003)***	0.050	(0.003)***
Employment in electricity and water sectors	–	–	-4.046E-04	(0.010)	0.036	(0.009)***	0.024	(0.008)***
Employment in construction	–	–	-0.044	(0.006)***	-0.017	(0.006)***	0.035	(0.006)***
Transport employment	–	–	-0.147	(0.004)***	-0.194	(0.004)***	-0.064	(0.004)***
Employment in health & welfare	–	–	0.080	(0.004)***	0.100	(0.004)***	0.033	(0.003)***
Distance to the main road (m)	–	–	–	–	-0.001	(8.37E-05)***	-0.001	(7.88E-05)***
Side of the Carmel Mountain (West=1)	–	–	–	–	-0.483	(0.036)***	-0.639	(0.056)***
SO ₂ (year 2003, IDW interpolation, ppb)	–	–	–	–	1.204	(0.048)***	0.953	(0.053)***
PM2.5 (year 2003, IDW interpolation, Mg/m ²)	–	–	–	–	-0.860	(0.014)***	-0.081	(0.025)***
NOx (year 2003, IDW interpolation, ppb)	–	–	–	–	0.078	(0.001)***	-0.029	(0.002)***
Linear distance to Oil Tanks, (small) (m)	–	–	–	–	–	–	-0.002	(1.28E-04)***
Squared distance to Oil Tanks, (small) (m ²)	–	–	–	–	–	–	2.056E-07	(5.97E-09)***
Linear distance to the Haifa Power Station (m)	–	–	–	–	–	–	-7.241E-05	(1.84E-04)
Squared distance to the Haifa Power Station (m ²)	–	–	–	–	–	–	–#	–#
Linear distance to the Airport (m)	–	–	–	–	–	–	0.002	(1.33E-04)***
Squared distance to the Airport (m ²)	–	–	–	–	–	–	-6.598E-07	(1.59E-08)***
Linear distance to Oil Tanks, (large) (m)	–	–	–	–	–	–	-0.003	(6.79E-05)***
Squared distance to Oil Tanks, (large) (m ²)	–	–	–	–	–	–	3.258E-07	(7.27E-09)***

Predictors	Model V		Model VI		Model VII		Model VIII	
	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b	B ^a	(Std. Error) ^b
Linear distance to the Oil refineries (m)	–	–	–	–	–	–	-3.800E-04	(5.92E-05)***
Squared distance to the Oil refineries (m ²)	–	–	–	–	–	–	3.209E-07	(8.25E-09)***
N of obs.	32824		32824		32824		32824	
R ²	0.314		0.404		0.508		0.603	
R ² -adjusted	0.314		0.404		0.508		0.603	
F	(2146.422)***		(1712.359)***		(1883.572)***		(1846.872)***	
SEE ^c	1.871		1.744		1.585		1.424	
R ² Change compared to previous model	0.314		0.090		0.104		0.095	
F Change	(2146.422)***		(827.524)***		(1387.812)***		(872.632)***	

Model V: Geographic attributes, socio-economic variables and smoking rates included.

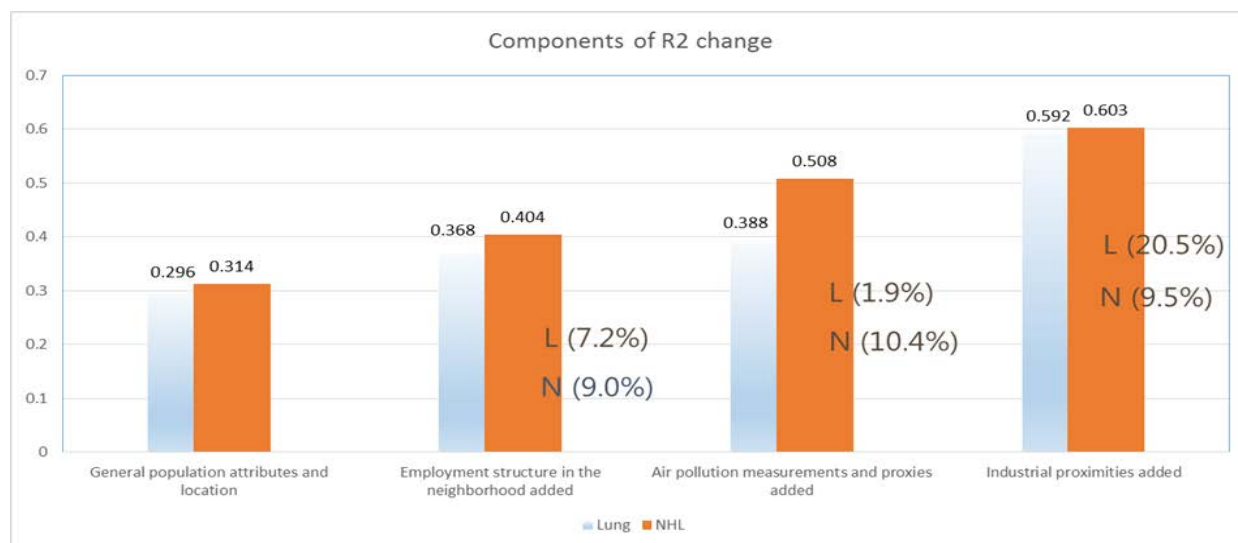
Model VI: Geographic attributes, socio-economic variables, smoking rates and employment structure variables included.

Model VII: Geographic attributes, socio-economic variables, smoking rates, employment structure and air pollution variables included.

Model VIII: Geographic attributes, socio-economic variables, smoking rates, employment structure, air pollution variables and distance to potential industrial source of pollution included.

Notes: *, ** and *** indicates a 0.1, 0.05 and 0.01 significance levels, respectively. a - Unstandardized regression coefficient; b - t-statistic; c - Standard error of the estimate; # - the variable was excluded from the regression analysis because of collinearity reasons.

נספח 1-ס: הערכת התרומה היחסית של הגורמים המסבירים לתחלואה בסרטן ריאה
וסרטן NHL באזור המחקר*



*ההערכה נעשתה על בסיס נתוני צפיפות אוכלוסייה על פי מאגר "ארנונה" והמודלים המדווחים
בנספח 1-מ.

נספח 1-ע: הערכת אחוז המעשנים באג"ס בשנת 2003.

We used smoking prevalence rates in the year 2002 among different groups of Israeli population reported in Baron-Epel et al. (2010), and obtained by representative telephone surveys. To calculate smoking prevalence rates among population in the Haifa Bay statistical areas, we applied the mentioned data for three population groupings: ethnicity (Jews/Arabs), age (up to 65 and above 65 years old) and education (academic vs. non-academic). The percentages of these population groups in an SCA were obtained from ICBS databases (ICBS, 2015), and predicted rates for smoking prevalence were calculated as follows:

$$SPR_i = \left(\frac{(Jews_i * 0.232 + NonJews_i * 0.457) + (Young_i * 0.285 + NonYoung_i * 0.119) + (Acad_i * 0.185 + NonAcad_i * 0.288)}{3} \right),$$

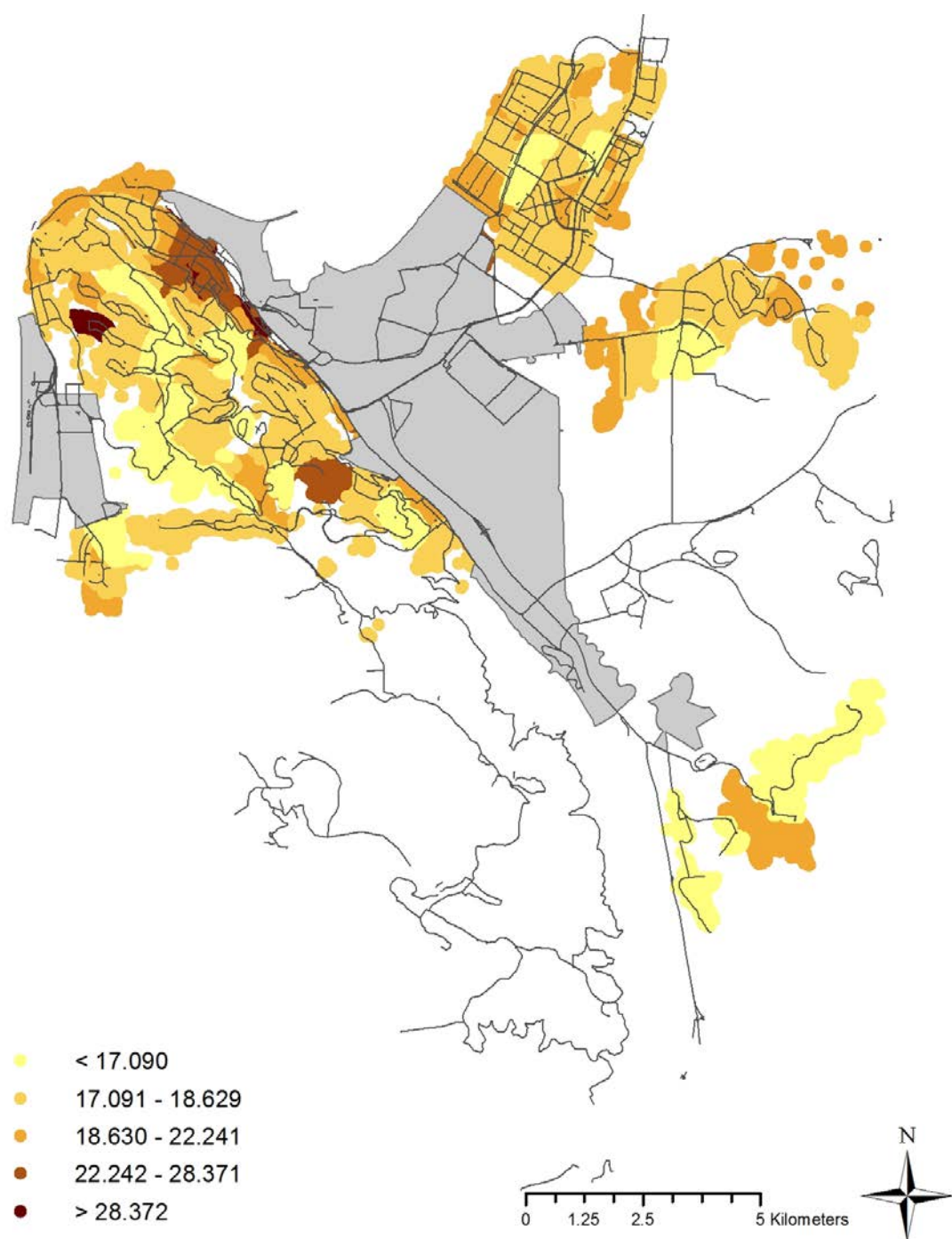
where SPR_i = smoking prevalence rate in the i th statistical area of the Haifa Bay region; $Jews$ – percent of Jewish population in the SCA, $NonJews$ ($=1-Jews$) – percent of non-Jewish population in the SCA; $Young$ – percent of population under 65 years old, $NonYoung$ ($=1-Young$) – percent of population over 65 years old; $Acad$ – percent of population with academic degree of BA, $NonAcad$ ($=1-Acad$) – percent of population without any academic degree; numerals are $SPRs$ among corresponding population groups.

References

Baron-Epel O, Keinan-Boker L, Weinstein R, Shohat T (2010) Persistent High Rates of Smoking among Israeli Arab Males with Concomitant Decrease among Jews. *IMAJ*, 12:732-737.

Israel Central Bureau of Statistics, 2015. Layers and Files for Geographic Information Systems Jerusalem, Israel: ICBS.

נספח 1-פ: מפת הערכת אחוז המעשנים באג"ס בשנת 2003.



נספח 1-צ. מבחן רגישות למדדי סרטן ריאה וסרטן NHL לשינויים במשתנים סביבתיים
נבחרים*.

Variable	Value	Lung cancer (DKD per 10,000)	NHL cancer (DKD per 10,000)
Side of the Carmel Mountain	West	24.79	14.44
	East	29.46	16.79
Distance to the petrochemical complex (m)	0	13.11	10.20
	1000	18.08	11.96
	2000	22.62	13.55
	3000	26.39	14.92
	4000	29.16	16.03
	5000	30.76	16.84
	6000	31.10	17.34
	7000	30.15	17.50
	8000	27.98	17.34
	9000	24.71	16.85
	10000	20.54	16.05
Distance to the nearest main road (m)	0	29.23	16.47
	100	28.44	16.25
	200	27.66	16.02
	300	26.89	15.80
	400	26.13	15.58
	500	25.38	15.36
	600	24.64	15.14
	700	23.91	14.93
	800	23.19	14.71
	900	22.48	14.50
	1000	21.78	14.28
NOx (year 2003, IDW interpolation, ppb)	0	27.81	12.07
	10	27.95	13.28
	20	28.09	14.55
	30	28.23	15.86
	40	28.38	17.23
	50	28.52	18.64
	60	28.66	20.11
	70	28.80	21.62
	80	28.95	23.19
	90	29.09	24.80
	100	29.23	26.46
	110	29.38	28.16
	120	29.52	29.92

Notes: Based on models in the Appendix 1-A: the values of all controlled variables are kept constant and equal to their average values over the entire study area.

מודול מחקרי (תת-נושא) מס' 2:

הקשר בין איכות אוויר ומדדי גדילה של ילדים בנפת חיפה

תקופת דיווח: מרץ 2015-פברואר 2016

1. פרוטוקול המחקר לתקופת הדיווח

חוקר אחראי	ד"ר איתי קלוג אוניברסיטת בן גוריון
שמות חוקרים נוספים ומקומות תעסוקתם	- פרופ' בוריס א. פורטנוב - אוניברסיטת חיפה - פרופ' ג'ואל שוורץ - אוניברסיטת הרווארד, ארה"ב
סוגי התחלואה שבניתוח	מדדי גדילה של ילדים מלידה עד גיל 24 חודשים
רזולוציה מרחבית	נפת חיפה (ניתוח פרטני).
קבוצות גיל ומין	ילדים מלידה עד גיל 24 חודשים.
מסגרת זמן	2014-2015
השגת נתונים	נתונים ממשרד הבריאות – תחנות טיפות חלב.
קישור לזיהום אוויר	נתונים מתחנות ניטור ומרחק ממקורות זיהום
נתונים גיאוגרפיים וסוציו - דמוגרפיים	כתובת; תאריך לידה; שבוע הריון; מספר אחים ואחיות; גיל האם; השכלת האם; לאום; ארץ לידת האם; משקל לידה, היקף ראש ביום הלידה;; משקל, היקף ראש גובה/אורך ביום הביקור בתחנה; משתנים נוספים: לאום האם; השכלה; גיל; נתונים כלכליים-חברתיים מהלמ"ס בהתאם למקום המגורים.
ניתוח	סטטיסטיקה תיאורית, מיפוי בממ"ג וניתוח רב-משתנים.
דיווח	דו"ח התקדמות – חצי-שנתי; דו"ח מדעי – שנתי.

2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח

2.1 רכישת\קבלת נתונים בתקופת הדיווח

סוגי הנתונים	מקור הנתונים	מטרת השימוש	פירוט\נספח מס'
נתונים של טיפות חלב (מערכת "מחשבה בבריאה")	משרד הבריאות	ניתוח נתוני משקל והיקף ראש	07.2014-06.2015

2.2 2.2 הכנת פרסומים מדעיים

נושא	חוקרים אחראים	סטטוס
אין בשלב זה		

2.3 2.3 הצגת הנושאים הקשורים לפרויקט בכנסים לאומיים ובינלאומיים

תאריך ומקום	נושא	חוקרים אחראים	הערות
פורטוגל, אוגוסט 2015	פיתוח מודלים לווייניים לניטור זיהום אוויר	איתי קלוג	ERSA 55th conference, Lisbon, Portugal, 25-29 August 2015.

2.4 2.4 הסטודנטים המועסקים במודול מחקרי

שם הסטודנט	נושא המחקר	תואר ומועד התחלתו	מנחים
הילה אסתרין	ניתוח קשר בין איכות האוויר ומדדי גדילה של ילדים באזור מפרץ חיפה	M.A. 25.10.2015	ד"ר איתי קלוג פרופ' בוריס א. פורטנוב

3. ניתוח ותוצאות

3.1 ניתוח נתונים

סוג הניתוח	מטרתו
סטטיסטיקה תאורית	בדיקה ואימות הנתונים, ניתוח מגמות כלליות, השוואות ראשוניות.
ניתוחי "נקודות חמות" Hotspots	מיפוי אזורים ובדיקה של Hotspots של משקל לידה והיקף ראש.
ניתוח גרסיה רב משתנים: למשקל לידה והיקף ראש	בדיקת קשרים מובהקים בין גורמים סביבתיים השונים להיקף הראש ומשקל לידה.

3.2. תוצאות

לצורך המחקר קיבלנו מרישומי טיפת-חלב נתוני 6,614 תינוקות שנולדו בנפת חיפה בין התאריכים 07.2014 עד 06.2015. בקובץ ה"ל לא נכללו ילדים מישובים ערביים ודרוזיים עקב העדר כתובות מגורים ואי יכולת לבצע מיפוי וקישור מרחבי. מתוך 6,614 תינוקות מופו בהצלחה כתובות של 5,702 ילדים (86.2%), באמצעות פרוצדורת מיפוי GeoCoding בתכנת ArcView 10.3. בכדי לוודא כי אין הבדל מבחינת מובהקות סטטיסטית בין התפלגות משתנים התלויים בקבוצת הילדים אשר מופו (5,702) לבין קבוצת הילדים אשר לא מופו (912) ובכך לשלול הטיית בחירה, בוצע מבחן T-test לבחינת ההבדלים בין שתי הקבוצות למשתנים של משקל לידה והיקף הראש (**נספח 2-א-1**). במבחן זה לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות.

בשלב הראשון של הניתוח, ביצענו בדיקות לוגיות של משתנים כגון, איתור משקל לידה חסר, היקף ראש חסר, ערכים שלילים וכו'. בכ-200 רשומות הילדים (כ-3.5%), נמצאו מדדי היקף הראש ומשקל בלידה אשר היו מתייחסים למועד מאוחר יותר מאשר למועד הלידה, דהיינו נרשמו מדדים שנמדדו בפועל כאשר ילדים באו לביקור ראשון בטיפת חלב. לאחר ביצוע בדיקות לוגיות והניקוי הרשומות עם הערכים החסרים או לא הגיוניים לשלב עיבוד הסופי נשארו 5,258 רשומות של הילדים. התפלגות נתונים תיאוריים נבחרים של הילדים אלה ניתן לראות ב **נספח 2-א-2**.

מיקומי מגורים של אוכלוסיית התינוקות במחקר (2014-2015) מוצגים ב**נספח 2-ב**.

נספח 2-ג מציג את ניתוחי ה"נקודות החמות" של המשקל בלידה (2-ג-1) ושל היקפי הראש (2-ג-2). במפות אלה ניתן לראות מספר מקבצים של משקל נמוך והיקף ראש נמוך של תינוקות.

נספח 2-ד מציג ניתוחי מובהקות של מפות ה"נקודות חמות" (hot-spots) ו"נקודות קרות" (cold-spot) של משקל לידה, ושל היקפי ראש בלידה (Getis-Ord GI* Index).

במפות (**2-ד-1** ו **2-ד-2**) ניתן לראות ריכוזים בהם הנקודות החמות מובהקות סטטיסטית, שם היקפי הראש ומשקל התינוקות נמוכים מהממוצע באופן מובהק, כמו גם ריכוזים של הנקודות הקרות שם היקפי הראש ומשקל התינוקות גבוהים מהממוצע באופן מובהק. בנספח **2-ד-3** ניתן לראות בטבלה את אחוז היקפי הראש ומשקל התינוקות הנמוכים מהממוצע באופן מובהק בנקודות החמות (hot-spots). ניתן לראות בברור את המיקום של הנקודות החמות באזור הקריות, מצפון לאזורי התעשייה ובאזור של מרכז הכרמל.

בנספח 2-ה אפשר לראות טבלאות רגרסיה מרובות משתנים, המציגות גורמים מסבירים להיקף ראש של תינוקות: רגרסיה רבת-משתנים לכלל הנבדקים (2-ו-1): מודל משתני רקע

ומודל הכולל נתונים סביבתיים, ורגרסיה רבת-משתנים מחולקת לתינוקות שנולדו טרם זמנם לעומת שנולדו בזמנם או אחריו (2-1-2), כולל משתנים סביבתיים.

הגורמים המסבירים במודלים הנ"ל הם: משך ההיריון, חודש הלידה, מספר לידות קודמות, רמת ההשכלה של האם, מין, ציון אפגר, אחוז בעלי דירות (לפי אזור סטטיסטי), אחוז משכירי דירות (לפי אזור סטטיסטי), אחוזי בגרות (לפי אזור סטטיסטי), אחוז BA (לפי אזור סטטיסטי), מרחק ממתחם תעשיות פטרו-כימיות ומרחק מכבישים.

המודל שהתקבל הנו רובסטי עם שונות מוסברת (R^2) של 0.534-0.535 ו-F של 283.861, 229.995 למודלים ללא וכולל הגורמים הסביבתיים, בהתאמה. המשתנים המסבירים הסביבתיים המובהקים הראשיים היו המרחק מכבישים ראשיים ($B=0.273$, $P<0.05$) והמרחק מאזור תעשייה ($B=0.0004$, $P<0.05$). לא נמצא קשר מובהק עם NO_x ($B=-0.005$, ns).

ניתוח הרגישות של המקדמים הסביבתיים במודל הרגרסיה הינו מדווח ב**נספח 2-ה-2**, בו ניתן לראות את השינוי בהיקף הראש ביחס למרחקים שונים.

3.3. מסקנות

מניתוח של הנתונים מהשנה הראשונה במחקר (2014-2015) לא נמצא קשר מובהק בין חשיפה ל- NO_x ומזהמים אחרים לבין ירידה בהיקף ראש בלידה. במודל המרחבי המלא נמצא קשר מובהק וחיובי בין המרחק מאזור תעשייה ומרחק מכבישים ראשיים לבין היקף ראש בלידה.

מגבלות

יש לציין שתהליך מחשוב רשומות הילדים המטופלים בטיפות החלב החל בארץ בשנת 2014 לכן היה צפוי שבחלק מן הרשומות נמצאו משתני הכתובת ומשתנים תלויים חסרים. צוות החוקרים לאחר בדיקות הלוגיות של מסד הנתונים והתייעצות עם הגורמים הרלוונטיים קיבל החלטה לנקות את הרשומות עם משתנים החסרים. בבדיקת ההתפלגות הילדים אשר מופו למעות אלה שלא מופו (בטבלה 2 א 1) לא נמצאו הבדלים מובהקים מבחינה סטטיסטית. לכן אנחנו מניחים שאפשרות למיס-קלסיפיקציה דיפרנציאלית בין כלל הרשומות הילדים לבין הרשומות הילדים אשר נשארו לאחר תהליך הניקוי הנה מינימלית. נציין מגבלה נוספת של חסר משתנים אינדיבידואליים ברשומות הנ"ל: עישון; כתובת מגורים של האם בזמן ההיריון ועוד.

למרות שמודל החשיפה שהשתמשנו בו נתן תוצאות אמינות עדיין אינו אופטימלי. בעתיד הקרוב נשתמש במדדי חשיפה מדויקים יותר ונפתח מודלים החשיפה מתקדמים יותר.

בנוסף יש לציין כי התוצאות שהוצגו הם ראשוניות והיציבות של התוצאות יבחנו בצורה מעמיקה ככל שהמחקר יתקדם ויתקבלו נתונים נוספים. אנחנו מאמינים שנתונים הגולמיים (מסד הנתונים) בשנים הבאות יהיו מדויקים יותר עקב שיתוף פעולה הדוק עם משרד הבריאות וביצוע תהליכי בקרת איכות ולכן נבצע מיפוי מדויק יותר ("GeoCoding") לנתונים החדשים.

4. רשימת הנספחים

מס'	כותרת
2-א (1-2-3)	התפלגות נתונים תיאוריים לאחר ניקוי רשומות חסרות במסד הנתונים;
2-ב	מיפוי כתובות המגורים של הילדים במחקר (2014-2015).
2-ג (1-2)	משקל לידה והיקף ראש של הילדים בנקודות החמות (hot-spots).
2-ד (1-2-3)	מפה וטבלה של מובהקות "נקודות חמות" (hot-spots) ו"נקודות קרות" (cold-spot) של משקל לידה ושל היקפי ראש בלידה-Getis (GI* Index Ord).
2-ה (1-2-3)	רגרסיות רבות-משתנים להיקף ראש של תינוקות.

חוקר אחראי:

שם, תואר: איתי קלוג, ד"ר
תאריך: 10.12.2015

נספח 2-א. נתונים תיאוריים וניקוי מסד נתונים.

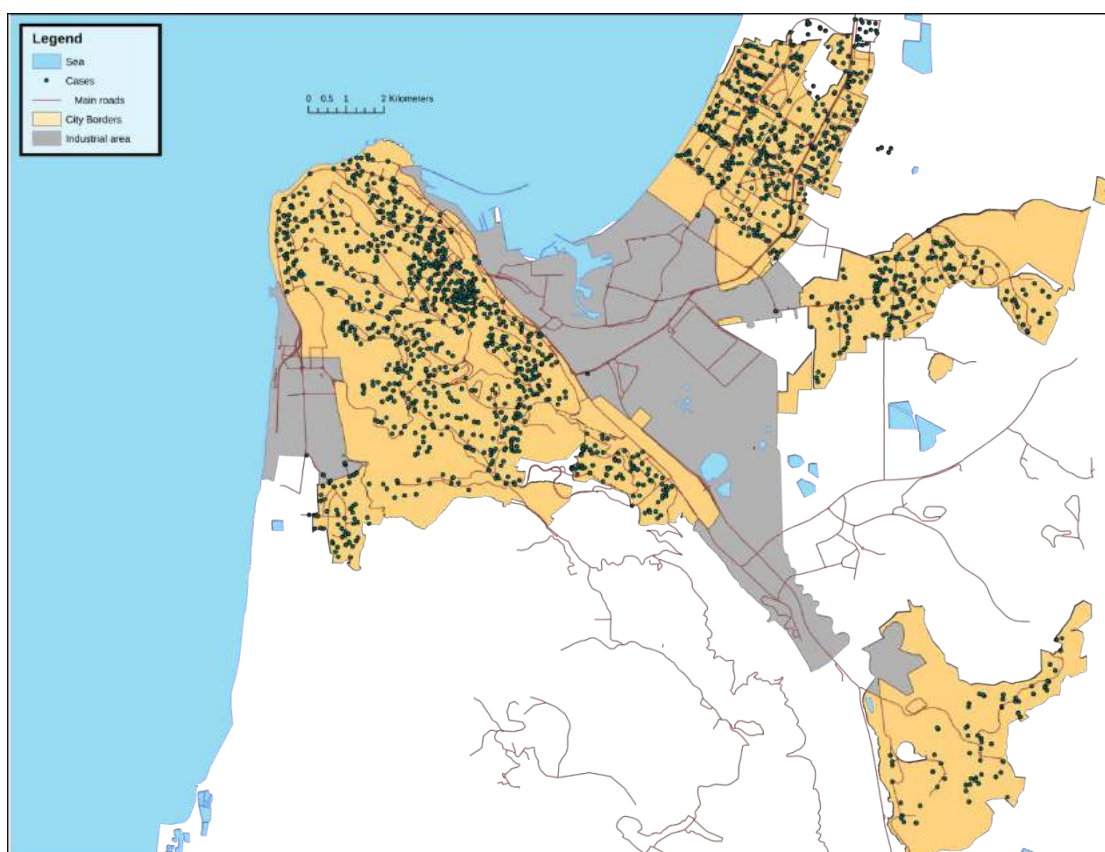
נספח 2-א-1. מבחן T-test לבחינת ההבדלים בין הילדים אשר מופו לבין הילדים שלא מופו

משתנה	מיפוי GeoCoding	מספר נבדקים	ממוצע	t	מובהקות Sig.(2-tailed)
היקף ראש (ס"מ)	מופו לא מופו	5,702 912	34.417 34.473	0.662	0.508
משקל לידה (ג"ר)	מופו לא מופו	5,702 912	3.271 3.297	1.084	0.278

נספח 2-א-2. התפלגות נתונים תיאוריים גולמיים של כלל ילדים לאחר ביצוע בדיקות לוגיות וניקוי רשומות חסרות (5,258).

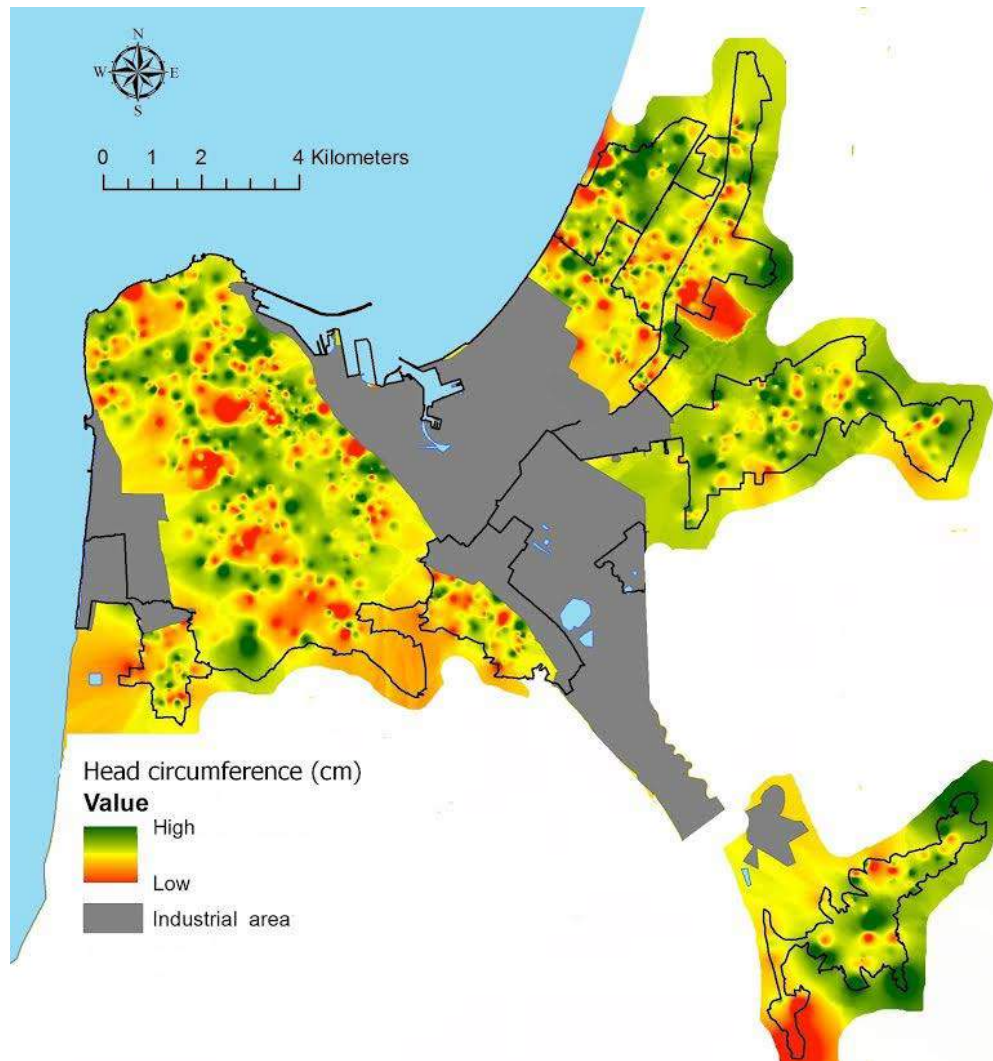
מינימום	מקסימום	ממוצע	סטיית תקן
26.0	43.3	39.1	1.8
24.3	39.8	34.4	1.6
760	5,000	3,270	540
0	14.0	1.94	1.33

נספח 2-ב. מיפוי כתובות המגורים של הילדים במחקר (2014-2015).

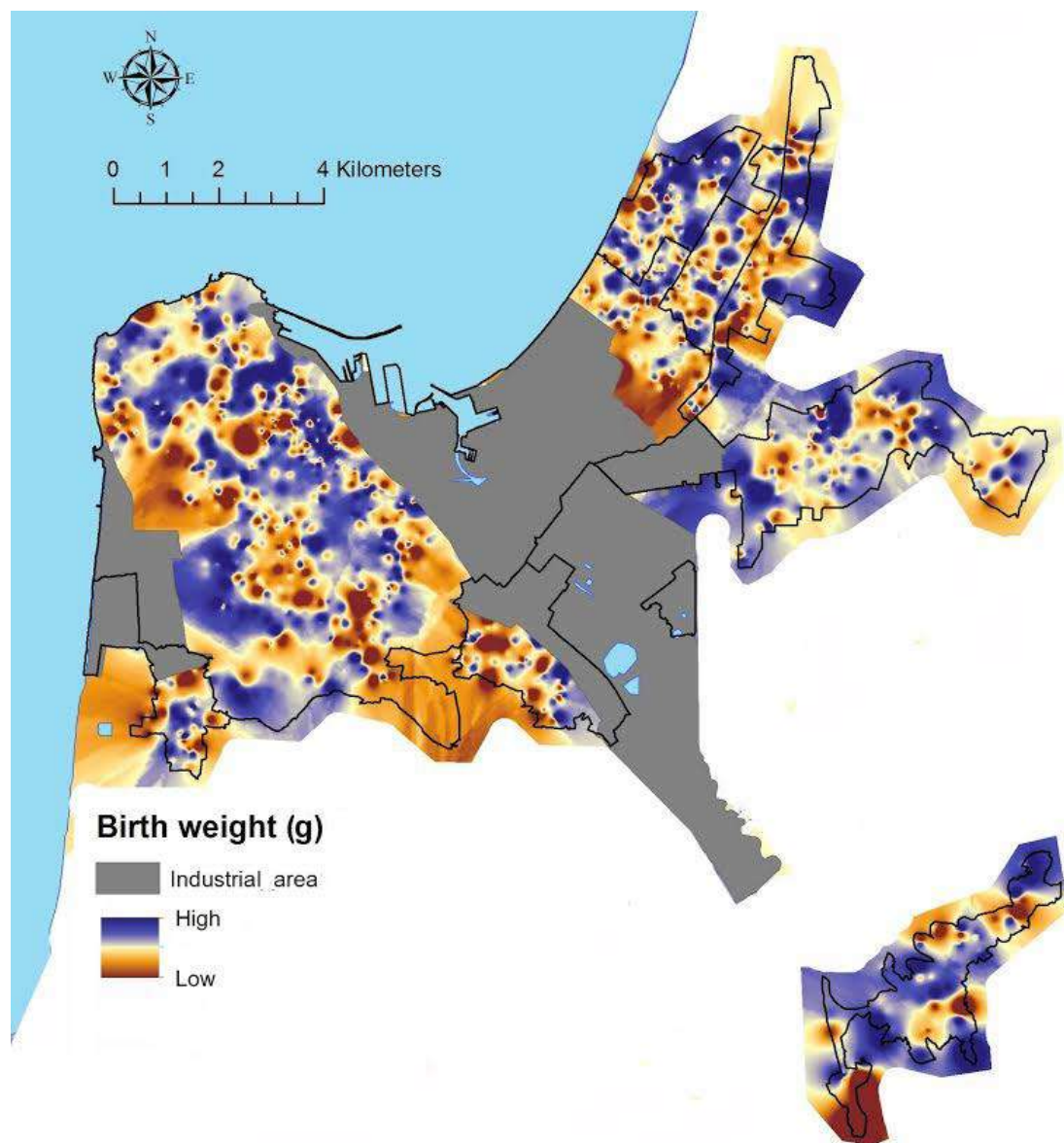


נספח 2-ג. מפת "נקודות חמות": היקפי ראש ומשקל לידה.

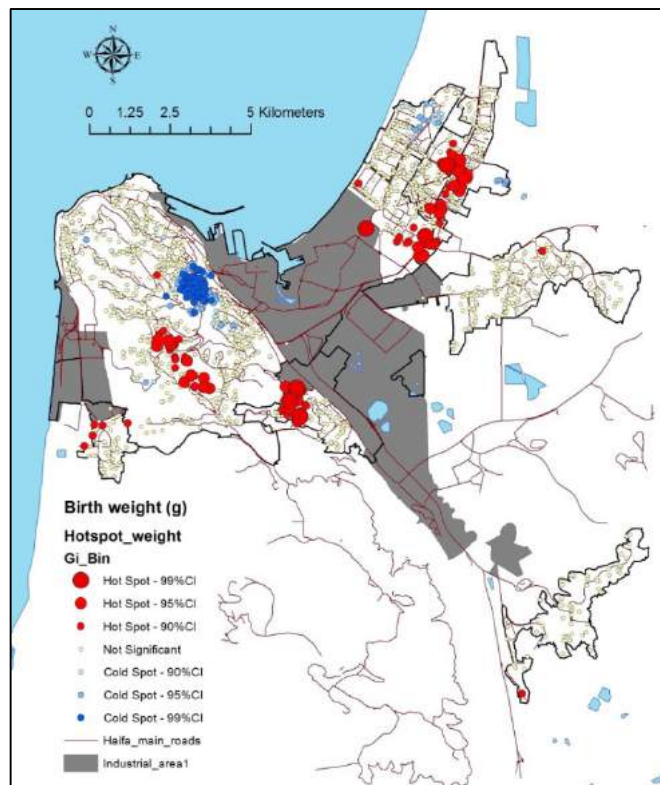
נספח 2-ג-1. היקפי ראש תינוקות: מפת "נקודות חמות".



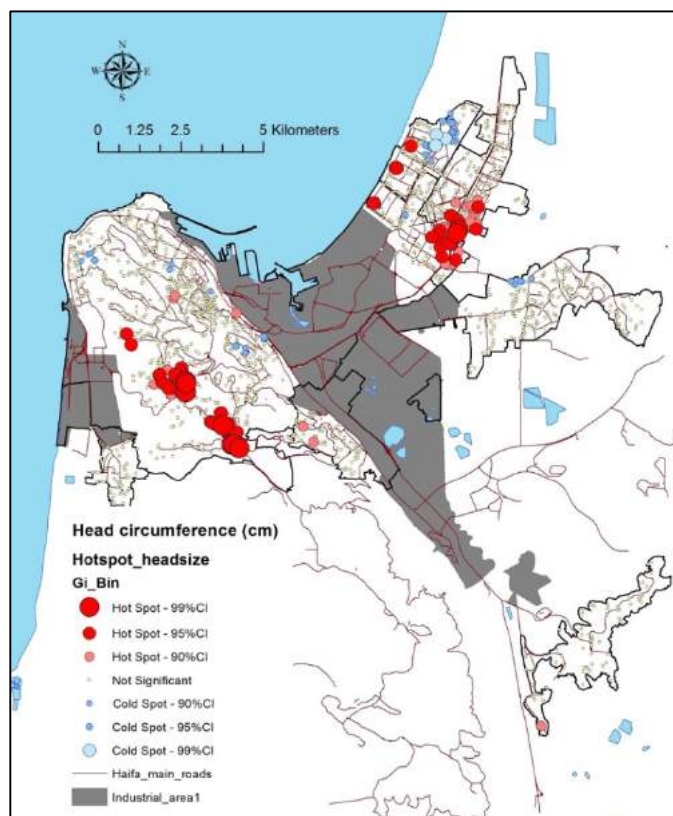
נספח 2-ג-2. משקל לידה: מפת "נקודות חמות".



נספח 2-ד. מפת מובהקות נקודות חמות (hot-spots) ונקודות קרות (cold-spot) של משקל לידה (איור למעלה), ושל היקפי ראש בלידה (איור למטה).
שיטה - Getis-Ord G_i^* Index.



2-ד-1: משקל לידה



2-ד-2: היקף ראש בלידה

2-1-3: משקל לידה והיקף ראש של תינוקות בנקודות החמות (hot-spots).

($P < 0.1$)

Variable	N of obs.	Percent of the total number of children (5,258)	Mean of hotspot observations (mean of total cases)	SD of hotspot observations (SD of total cases)
Birth weight, grams	391	7.4	3,109 (3,270)	555 (540)
Head circumference, cm	354	6.7	34.05 (34.40)	3.04 (1.6)

נספח 2-ה. רגרסיות רבות-משתנים להיקף ראש של תינוקות.

נספח 2-ה-1. גורמים מנבאים להיקף ראש של תינוקות: רגרסיה רבת-משתנים (כל התצפיות).

Predictors	Model 1 (All cases)		Model 2 (All cases)	
	B ^a	(t) ^b	B ^a	(t) ^b
(Constant)	179.189	32.203***	175.908	31.036***
Birth weight (gr)	0.0277	57.205***	27.642	57.198***
Gender (1=boy; 0=girl)	5.632	13.421***	5.662	13.491***
NOx (ppb, 2014)	–	–	-0.005	-0.279
Distance to main roads, m (ln)	–	–	0.273	2.427**
Side of Mount Carmel (1=west; 0=east)	–	–	-0.894	-1.328
Distance to the main industrial zone, m	–	–	4.381E-04	2.013**
Township code 8200	–	–	-1.089	-1.300
N of obs.	5,258	5,258		
R ²	0.534	0.535		
R ² -adjusted	0.532	0.532		
F	283.861***	229.995***		
SEE ^c	14.929	14.919		

Note: Controlled for the month of birth (dummy variables), weeks of pregnancy, total number of siblings, mother's age, ethnicity, birth country, side of Mt Carmel and socio-demographic attributes of SCAs

נספח 2-ה-2. ניתוח רגישות לשינוי במרחק מגורמי זיהום אוויר שונים (משתנה מוסבר: היקף ראש, ס"מ)

Varying predictor	Value of the predictor	Head circumference, cm	Absolute change in cm (relative to Distance 0)	% Change (relative to Distance 0)
Township code (1=Code 8200; 0=other)	0	34.427		
	1	34.351	-0.076	-0.22
Distance to main industrial zone, m	0	34.366		
	1000	34.396	0.031	0.09
	2000	34.427	0.061	0.18
	3000	34.458	0.092	0.27
	4000	34.488	0.123	0.36
	5000	34.519	0.153	0.45
	6000	34.549	0.184	0.53
	7000	34.580	0.214	0.62
Distance to main roads, m	0	34.269		
	100	34.443	0.173	0.51
	200	34.456	0.187	0.54
	300	34.464	0.194	0.57
	400	34.469	0.200	0.58
	500	34.473	0.204	0.60
	600	34.477	0.208	0.61
	700	34.480	0.211	0.61
	800	34.482	0.213	0.62
	900	34.485	0.215	0.63
	1000	34.487	0.217	0.63

Note: The models on which sensitivity estimates are based include birth weight as an explanatory variable for head circumference. Therefore, estimates reported in the tables may be underestimated due to the fact that the estimated proximities may affect head circumference, both directly, and indirectly via birth weight and, potentially, via other variables (e.g., pregnancy week).

נספח 2-ה-3. גורמים מנבאים להיקף הראש של תינוקות: רגרסיה רבת-משתנים (תת-קבוצות).

Predictors	Full-term cases		Pre-term cases	
	B ^a	(t) ^b	B ^a	(t) ^b
(Constant)	151.211	20.982***	285.310	8.872***
Birth weight (kg)	27.717	58.189***	27.497	8.557***
Gender (1=boy; 0=girl)	5.820	14.190***	2.939	0.969
NOx (ppb, 2014)	7.256E-05	0.004	-0.045	-0.346
Distance to main roads, m (ln)	0.203	1.834*	1.411	1.893*
Distance to the main industrial zone, m	0.001	2.889***	-0.001	-0.911
Settlement code (1=Code 8200; 0=other)	-1.138	-1.383	-1.259	-0.226
N of obs.	5,009		276	
R ²	0.511		0.342	
R ² -adjusted	0.508		0.273	
F	(197.853)***		(4.974)***	
SEE ^c	14.198		23.130	

Note: Controlled for the month of birth (dummy variables), weeks of pregnancy, total number of siblings, mother's age, ethnicity, birth country, side of Mt Carmel and socio-demographic attributes of SCAs



ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה: 2015 – 2020

Haifa
Health
Monitoring

דו"ח התקדמות שנתי

מודול מחקרי (תת-נושא) מס': 3

מגמות ושינויים בתחלואת אסתמה בקרב ילדים והקשר עם זיהום אוויר

(מבוסס על מאגר הנתונים של שירותי בריאות כללית)

תקופת דיווח: מרץ 2015-פברואר 2016

1. פרוטוקול המחקר

חוקר ראשי	- פרופ' מ.ק. חאלד כרכבי, - שירותי בריאות כללית. הטכניון, חיפה
שמות חוקרים נוספים ומקומות תעסוקתם	- עופר שטיינברג - פרופ' שלמה וינקר - פרופ' בוריס א. פורטנוב
סוגי התחלואה שבניתוח	- תחלואת אסתמה בקרב חולים אשר אובחנו על ידי רופא וקיבלו טיפול תרופתי נוגד אסתמה. - המחקר בוחן את כלל המקרים החדשים שאובחנו בשנה נתונה ואת שתי השכיחויות הבאות: - חולים מאובחנים; - חולים מאובחנים וגם מטופלים חסרי דיאגנוזה המקבלים טיפול תרופתי של אסתמה.
רזולוציה מרחבית	- כל המקרים החדשים אשר התגלו בשנת 2014 במפרץ חיפה: - מקובצים לפי אזורים גיאוגרפיים סטטיסטיים (אג"ס); - מחושבים לפי צפיפות ליחידת שטח בעזרת שיטת "צפיפות קרנל כפולה" (DKD: Double Kernel Density). - תל אביב וחדרה: סה"כ מקרים חדשים ברמת העיר, מתוקנן לגיל ולמין.
קבוצות גיל ומין	ילדים בגילאי 6-14
מסגרת זמן	מקרי אסתמה לשנת 2014
השגת נתונים	דצמבר 2015

1. פרוטוקול המחקר – המשך.

קישור לזיהום אוויר	• נתוני זיהום אוויר : 2014-2018. • מרכיבי זיהום אוויר: SO₂, NOX, PM₁₀ ו- PM_{2.5}. • רשומות של נתוני זיהום אוויר: ממוצע חצי שעתי שנמדד בתחנות לניטור איכות אוויר הממוקמים בתוך אזור המחקר וממוצע עירוני. • אזורים גיאוגרפיים: מפרץ חיפה, תל אביב, חדרה.
נתונים גיאוגרפיים וסוציו-דמוגרפיים	• אזורים גיאוגרפיים סטטיסטיים קטנים (אג"ס) ומאפייניהם החברתיים-כלכליים (צפיפות האוכלוסייה, מצב תעסוקה ואחוז המועסקים בענפי תעסוקה שונים). • אומדן המעשנים כאחוז ממספר התושבים באג"ס (המודל נערך בהתייחס למרכיבים סוציו-דמוגרפים ובהתייחס לשיעורי העישון בקבוצות סוציו-דמוגרפיות של האוכלוסייה). • גובה טופוגרפי (גובה מעל פני הים, כאומדן לסטטוס כלכלי של הפרט). • קרבה לכבישים ולאזורי התעשייה במרכזיים; • משתנים גיאוגרפיים נוספים ברמת הפרט על-פי מערכת המידע הגיאוגרפית (ממ"ג).
ניתוח	• מבחנים א-פרמטרים של הבדלים עם ערי ביקורת (תל אביב וחדרה). • מבחנים א-פרמטרים של הבדלים בין האג"סים המזהמים ביותר לבין הכי פחות מזהמים (מתבסס על ניתוח אשכולות של מזהמים השונים). • ניתוח הקשר בין שכיחות מחלת אסתמה לבין זיהום אוויר. • מיפוי הפיזור הגאוגרפי של מקרי האסתמה באזור מפרץ חיפה בשיטת "צפיפות קרנל כפולה" (DKD), מתוקננת לצפיפות האוכלוסייה הכללית. • ניתוח רב-משתני של חוזק הקשר בין רמת זיהום האוויר וגורמי סיכון אחרים לבין היארעות אסתמה.
דיווח	דו"ח התקדמות – חצי-שנתי; דו"ח מדעי – שנתי.

2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח

2.1. רכישת\קבלת נתונים בתקופת הדיווח

סוגי נתונים	מקור הנתונים	מטרת השימוש	פירוט
הגשת בקשה לוועדת הלסינקי	הוגשה בקשה להוצאת נתונים ב-1.2.2015	שלב בקבלת אישור וועדת הלסינקי	
קבלת אישור הלסינקי מקופת חולים כללית וקבלת הנתונים	שירותי בריאות כללית	ניתוח נתונים	

סוגי נתונים	מקור הנתונים	מטרת השימוש	פירוט
נתוני תחלואת אסתמה	שירותי בריאות כללית	מיפוי תחלואת אסתמה וניתוח סטטיסטי ביחס לרמת זיהום אוויר באזור	שיעורי אסתמה וצפיפות DKD של מקרי אסתמה באזור המפרץ
שכבות אזוריים סטטיסטיים קטנים (אג"ס) עם נתוני צפיפות אוכלוסייה, הרכב גילאים, מצב חברתי-כלכלי ואחוז המועסקים בענפי תעסוקה שונים	למ"ס	נירמול של צפיפות חולי אסתמה ביחס לצפיפות אוכלוסייה כללית באזור	http://www.cbs.gov.il/

2.2 הסטודנטים המועסקים במודול המחקרי

שם הסטודנט	נושא המחקר	תואר ומועד התחלתו	מנחים
עופר שטיינברג	Comparison of Statistical Methods for the Analysis of Spatial Patterns of Childhood Asthma Morbidity in the Greater Haifa Metropolitan Area	מ.א. (תזה)	פרופ' ב.א. פורטנוב ופרופ' מ.ק. כרכבי

2.3 פגישות עבודה

שם הפעולה, נוכחים	מטרותיה	תיאור התוצאות
11.12.2014 פרופ' כרכבי ומתאמת המחקר במחלקה, גב' רחלין זייגמן: בחינת הדרכים לקידום המחקר; טיפול באישור ועדת הלסינקי.	הכנת החבילה להגשה לוועדת הלסינקי	סוכם על אופי ותוכן ההגשה
12.2.2015 המח' לרפואת המשפחה בחיפה: שיטות המחקר. השתתפו פרופ' כרכבי פרופ' פורטנוב, ד"ר זוסמן	דיון על שיטת המחקר ומענק מהקרן	סוכם על פרוטוקול סופי פרופ' כרכבי קיבל פירוט חלוקת המענקים
29.3.2015 פרופ' כרכבי ומתאמת מחקר במחלקה גב' רחלין: טיפול באישור ועדת הלסינקי	טיפול באישור ועדת הלסינקי	טיפול בבקשה לאישור קבלת נתונים ממאגר הכללית
30.4.2015 פרופ' כרכבי ומתאמת מחקר במחלקה גב' רחלין	בחינת האישור להוצאת נתונים	המשך דיון בוועדת הלסינקי
10.2015	אפיון טבלה לשליפת נתונים	
3.12.2015 ד"ר מרינה זוסמן ומר עופר שטיינברג	קבלת מאגר המידע והצגתו	

3. ניתוח ותוצאות

3.1. ניתוח נתונים

מטרתו	סוג הניתוח
ניתוח קיימות (או אי-קיימות) של תחלואת אסתמה בין מטרופולין חיפה לבין המטרופוליטניים האחרים שבניתוח.	השוואת שיעורי תחלואה באסתמה בין אזור מפרץ חיפה לבין שיעורי התחלואה בתל-אביב ובחדרה ברמת העיר.
איתור ריכוזי אזורים בהם ישנם ילדים; איתור ריכוזי ילדים חולים באסתמה.	מיפוי הצפיפות של אוכלוסיית הילדים ואוכלוסיית חולי האסתמה באזור מפרץ חיפה בשיטת Kernel Density (KD).
איתור מוקדים באזור מפרץ חיפה בהם תחלואת האסתמה בקרב ילדים גבוהה מהממוצע.	מיפוי הפיזור הגיאוגרפי של מקרי אסתמה בקרב ילדים באזור מפרץ חיפה באמצעות Double Kernel Density (DKD).
ניתוח התרומה היחסית של זיהום האוויר ושל גורמי סיכון אחרים לתחלואה באסתמה באזור המפרץ.	ניתוח רב-משתנים לקשר בין רמת זיהום האוויר וגורמי סיכון אחרים לבין היארעות אסתמה בשנת 2014.

3.2. תוצאות

3.2.1. שיעורי אסתמה לשנת 2014: נתונים כלליים

תוצאות הניתוח של שיעורי האסתמה בקרב ילדים בגילאי 6-14 לפי חלוקה לערים לשנת 2014 (נתונים כלליים) מדווחים ב**נספח 3-א**. כאשר באזור מפרץ חיפה שיעורי האסתמה הם 2.6%, בתל אביב 2.2% ובחדרה 3.3%. כמו כן, מהגרף עולה כי הן שיעורי האסתמה הכלליים, והן שיעורי האסתמה המחולקים לפי מגדר באזור חדרה הינם גבוהים יותר מאלו שבחיפה ובתל אביב אולם ללא פערים משמעותיים.

3.2.2. מבחן t למדגמים בלתי-תלויים: השוואת שיעורי האסתמה בקרב ילדים בגילאי 6-

14 בין אזור מפרץ חיפה לתל-אביב ובין אזור מפרץ חיפה לחדרה.

כפי שניתן לראות ב**נספח 3-ב**, ישנו הבדל מובהק רק בין אזור מפרץ חיפה לחדרה $[t(9.014) = -2.375, p < 0.05]$. כך ששיעורי האסתמה בקרב ילדים המתגוררים בעיר חדרה גבוהים מאלו של מפרץ חיפה. בנוסף, לא נמצא הבדל מובהק בשיעורי האסתמה בין הילדים המתגוררים באזור מפרץ חיפה לבין אלו המתגוררים בעיר תל-אביב, $[t(16) = 1.973, n.s.]$. כמו כן, הטבלה המוצגת בנספח זה מציגה כי אין הבדלים מובהקים בשיעורי האסתמה של הילדים על פי חלוקה מגדרית.

המשך הניתוח התבצע בשיטת DKD.

עקרונות שיטת DKD מפורטות במספר מאמרים של צוות המחקר². השיטה מאפשרת לנרמל את צפיפות החולים ביחס לצפיפות האוכלוסייה הכללית. בעבר הוכח כי שיטה זו רגישה יותר לניתוח ההשפעות של גורמים סביבתיים על תחלואה, לעומת השיטות האזוריות הנפוצות בשימוש במחקרים אפידמיולוגיים מסורתיים (Zusman et al., 2012).

מדדי "צפיפות קרנל רגילה" (ללא נרמול לגודל האוכלוסייה) של התחלואה באסתמה בשנת 2014 מסוכמים ב**נספח 3-ג**. מהנתונים עולה צפיפות חריגה של אסתמה במוקדים הבאים: רכס הכרמל, העיר התחתית והקריות. אין ליחס חשיבות-יתר למוקדים אלה מאחר שמדדי "צפיפות קרנל רגילה" אינם לוקחים בחשבון את צפיפות האוכלוסייה הכללית בה נרשמו אירועי האסתמה.

צפיפות האוכלוסייה הכללית באזור המפרץ מופיעה גם היא ב**נספח 3-ג**, צפיפות זו מהווה את הבסיס לחישובם של "קרנלים כפולים" (DKD).

צפיפות התחלואה המנורמלת לאוכלוסייה הכללית (DKD) מופיעה ב**נספחים 3-ד; 3-ה** (כלל חולי האסתמה ע"פ המשתנה Asthma_Diag_2014; כלל חולי האסתמה ע"פ המשתנה Asthma_2014 בהתאמה).

ב**נספח 3-ד** ספירת מקרי האסתמה נערכה בהתאם למשתנה Asthma_Diag_2014 המוגדר כמי שאובחן אצל הרופא כחולה אסתמה בלבד. ניתן לראות כי ישנם שלושה אזורים בהם ריכוז חולי האסתמה גבוהים במיוחד:

- קריית חיים, קריית מוצקין וקריית ביאליק;
- העיר התחתית ורכס הכרמל;
- צפון מערב קריית טבעון.

²Portnov B.A., Dubnov J. and M. Barchana. Studying the Association between Air-Pollution and Lung Cancer Incidence in a Large Metropolitan Area Using a Kernel Density Function. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2009, 43: 141–150 (doi:10.1016/j.seps.2008.09.001); Kloog, I, Haim, A. and B.A. Portnov, Using Kernel Density Function as an Urban Analysis Tool: Investigating the Association between Nightlight Exposure and the Incidence of Breast Cancer in Haifa, Israel, *Computers, Environment and Urban Systems*, 2009, 33: 55–63 (doi:10.1016/j.compenvurbsys.2008.09.006); Zusman M., Dubnov J, Bartchana M., and B.A. Portnov, Residential Proximity to Petroleum Storage Tanks and Associated Cancer Risks: Double Kernel Density Approach vs. Zonal Estimates, *Science of the Total Environment*, 441, 2012, 265–276; Portnov B.A. and M. Zusman, Spatial Data Analysis Using Kernel Density Tools, *Encyclopedia of Business Analytics and Optimization*, 1st Edition, Ed. J. Wang, IGI Global Publishers, Hershey, Pennsylvania, 2014, Vol. V.; Zusman M., Broitman D. and Portnov B.A. Application of the Double Kernel Density Approach to the Multivariate Analysis of Attributeless Event Point Datasets, *Letters in Spatial and Resource Sciences* (Accepted for publication in 2015).

המצב דומה גם על פי ספירת מקרי האסתמה בהתאם למשתנה Asthma_2014 המוגדר כמי שאובחן אצל הרופא כחולה אסתמה וגם מי שנוטל תרופות לאסתמה אך לאו דווקא אובחן כחולה אסתמה, ראה **נספח 3-ה**. ניתן לראות כי מדובר באותם שלושה מוקדים כפי שצוין ב**נספח 3-ד**, בהם נמצא ריכוז גבוהה במיוחד של חולי אסתמה.

3.2.4. ניתוח רב משתנים

על מנת לנתח את הקשר בין זיהום אוויר לתחלואת אסתמה בקרב ילדים בגילאי 6-14 באזור מפרץ חיפה, נבנה מודל רב-משתנים. הניתוח כלל רגרסיה רבת משתנים בה המשתנה התלוי היה מדדי DKD של אסתמה באזור מפרץ חיפה. המשתנים הבלתי-תלויים מפורטים ב**נספח 3-ו**.

בנוסף, ב**נספח 3-ז** ישנה טבלה המתארת את התרומה היחסית של קבוצות שונות של הגורמים המסבירים לתחלואה באסתמה. כאשר נמצא כי משתנים כלכליים-חברתיים מסבירים כ- 24.8% מתחלואת האסתמה. משתני זיהום האוויר, קרבה לכבישים ראשיים ומגורים בצד המזרחי של רכס הכרמל מוסיפים עוד כ-15.1% להסבר תחלואת האסתמה. בנוסף, תוספת של משתני המרחק מן המפעלים המזהמים מוסיפים עוד כ-11.1% להסבר תחלואת האסתמה.

3.2.5. מודל "תלות מרחבית" של שיעורי DKD של תחלואת אסתמה

בשלב הראשון, נערך מבחן Moran's I על תוצאות הרגרסיה הלינארית (**נספח 3-ו**). מאחר וערך זה הינו גבוהה ומובהק ($\text{Moran's } I = 1380.871, p < 0.001$) הרצנו את מודל ה"תלות מרחבית" (**נספח 3-ח**). מודל זה מציג כי אחוז השונות המוסברת עומד על כ- 93.6% ($R^2 = 0.936$), לעומת 40.3% שנמצאו במודל הרגרסיה הלינארית (**נספח 3-ו**). בנוסף, בדומה למודל הרגרסיה הלינארית, כל המשתנים המסבירים נמצאו מובהקים אם כי הקבוע הפך מחיובי לשלילי.

מסקנות

על פי ניתוח הנתונים התקבלו המסקנות הבאות:

- שיעור האסתמה בקרב ילדים בגילאי 6-14 עומד על 2.2%-3.3%.
- מניתוח ראשוני של המודל נמצא כי שיעור האסתמה בחדרה גבוה מזה שבאזור מפרץ חיפה.
- ישנם שלושה מוקדים עם שיעורי תחלואת אסתמה גבוהים במיוחד: רכס הכרמל והעיר התחתית, אזור הקריות, וצפון מערב קריית טבעון.

- נמצא כי זיהום האוויר הנמדד, קרבה לתעשיות ולכבישים ראשיים מהווים כ-26% מאחוז השונות המוסברת לתחלואת אסתמה באזור מפרץ חיפה בקרב ילדים בגילאי 6-14.

3.3. מגבלות

- מחקר זה הינו מחקר אפידמיולוגי-סביבתי. ככזה, תוצאות המחקר אינן מהוות הוכחה לסיבתיות.
- לאור העובדה שתחלואת אסתמה בקרב ילדים בגילאי 6-14 מתקיימת במטרופוליטנים שונים אם כי בשיעורים דומים לאלו שישנם באזור מפרץ חיפה, רצוי שסקרים דומים יתבצעו גם במטרופוליטנים אלו בכדי לוודא האם "נקודות חמות" של תחלואת אסתמה קיימות גם שם, בניגוד לפיזור אחיד, שלא בהכרח ייקשרו לגורמים סביבתיים.
- חישוב ה-Geocoding (פעולת המרה מרחוב ומספר בית לקואורדינטות) שנערכה נמצאה מדויקת ב-89% מתוך כלל המדגם (אזור מפרץ חיפה, תל-אביב וחדרה). אזי, יתכן ומספר מקרים הושמטו מהניתוח.
- לפי סקר שנערך בביטוח לאומי³, נכון לנובמבר 2014, אחוז הילדים הארצי בגילאי 6-14 המבוטחים ב"שירותי בריאות כללית" עומד על 49%. לפיכך, אף על פי שמדובר בחישובים ארציים ולא ממוקדם לאזור מפרץ חיפה, ראוי לקחת בחשבון כי ניתוח זה לא כלל לערך כ-50% מן האוכלוסייה באזור (אם כי מן הנתונים אנו למדים כי ל"שירותי בריאות כללית" ישנו רוב מוחלט של מבוטחים ביחס לקופות החולים האחרות.
- יש לבחון בשיטות סטטיסטיות נוספות את הקשר בין זיהום אוויר לתחלואת אסתמה בקרב ילדים באזור מפרץ חיפה.

³ ישראל. המוסד לביטוח לאומי (2015). *חברות בקופת חולים 2014*. ישראל: ירושלים.

4. רשימת הנספחים

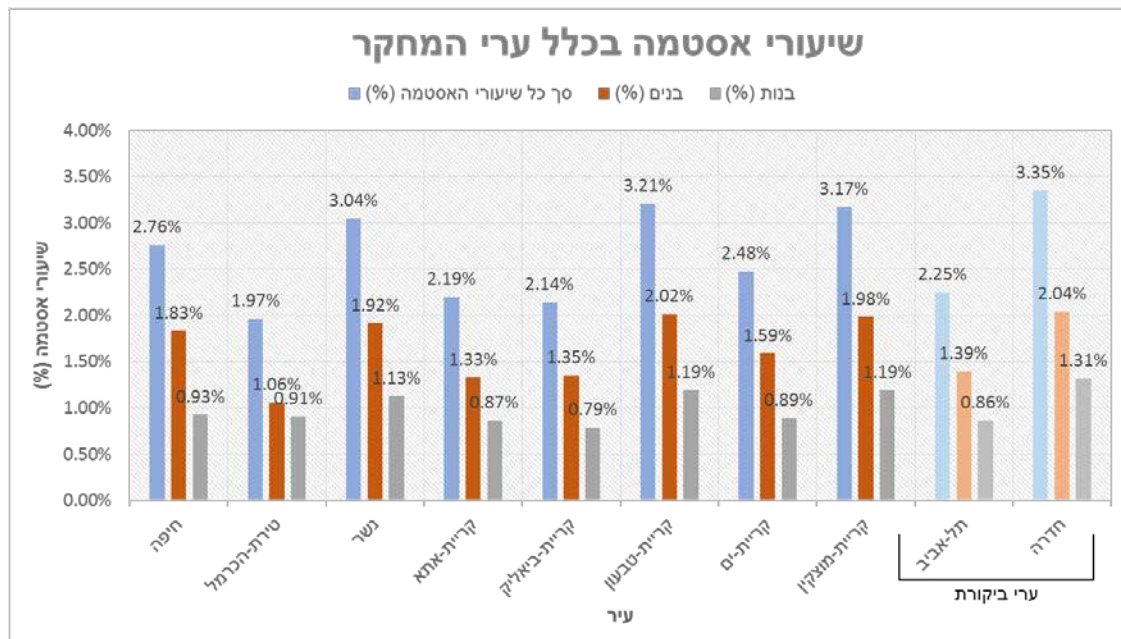
מס'	כותרת
א-3	שיעורי אסתמה לשנת 2014: נתונים כלליים
ב-3	מבחן t למדגמים בלתי-תלויים: השוואת שיעורי האסתמה בקרב ילדים בגילאי 6-14 בין אזור מפרץ חיפה לתל-אביב ובין אזור מפרץ חיפה לחדרה.
ג-3 (1-2)	מדדי קרנל רגילים של אוכלוסיית ילדים כלליתושל תחלואת אסתמה בקרב ילדים בשנת 2014.
ד-3	"צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של תחלואת אסתמה על-פי Asthma_Diag_2014.
ה-3	"צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של תחלואת אסתמה על-פי Asthma_2014.
ו-3	ניתוח רב משתנים: מודל רב משתנים.
ז-3	ניתוח רב משתנים: הערכת התרומה היחסית של הגורמים המסבירים לתחלואה באסתמה.
ח-3	מודל "תלות מרחבית" של שיעורי DKD של תחלואת אסתמה

חוקר אחראי:

שם, תואר: פרופ' מ.ק. חאלד כרכבי

תאריך: 4.1.2016

נספח 3-א: שיעורי אסתמה באזור מפרץ חיפה בשנת 2014 בהשוואה לתל-אביב וחדרה (נתונים כלליים).

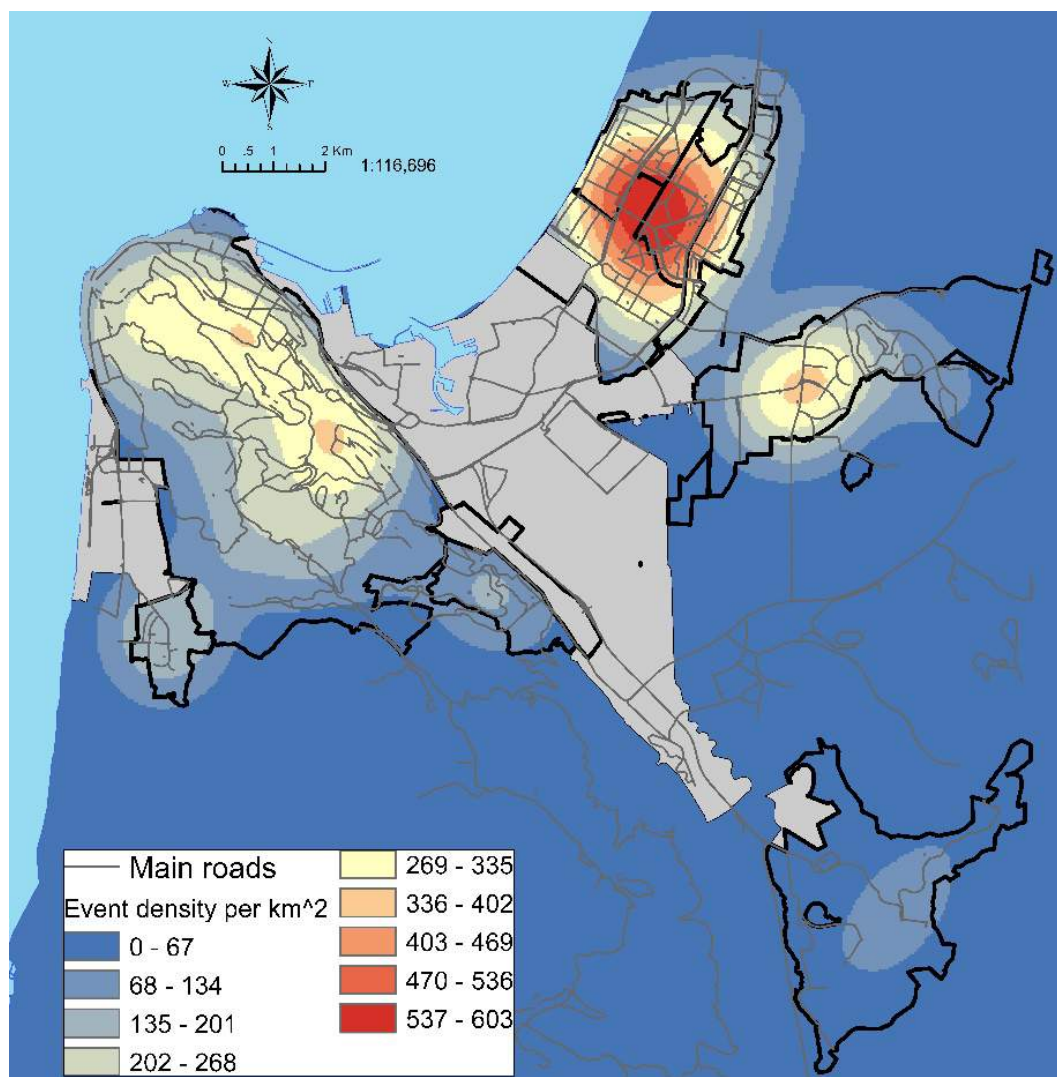


נספח 3-ב: מבחן t למדגמים בלתי-תלויים: השוואת שיעורי האסתמה בקרב ילדים בגילאי 6-14 בין אזור מפרץ חיפה לתל-אביב ובין אזור מפרץ חיפה לחדרה

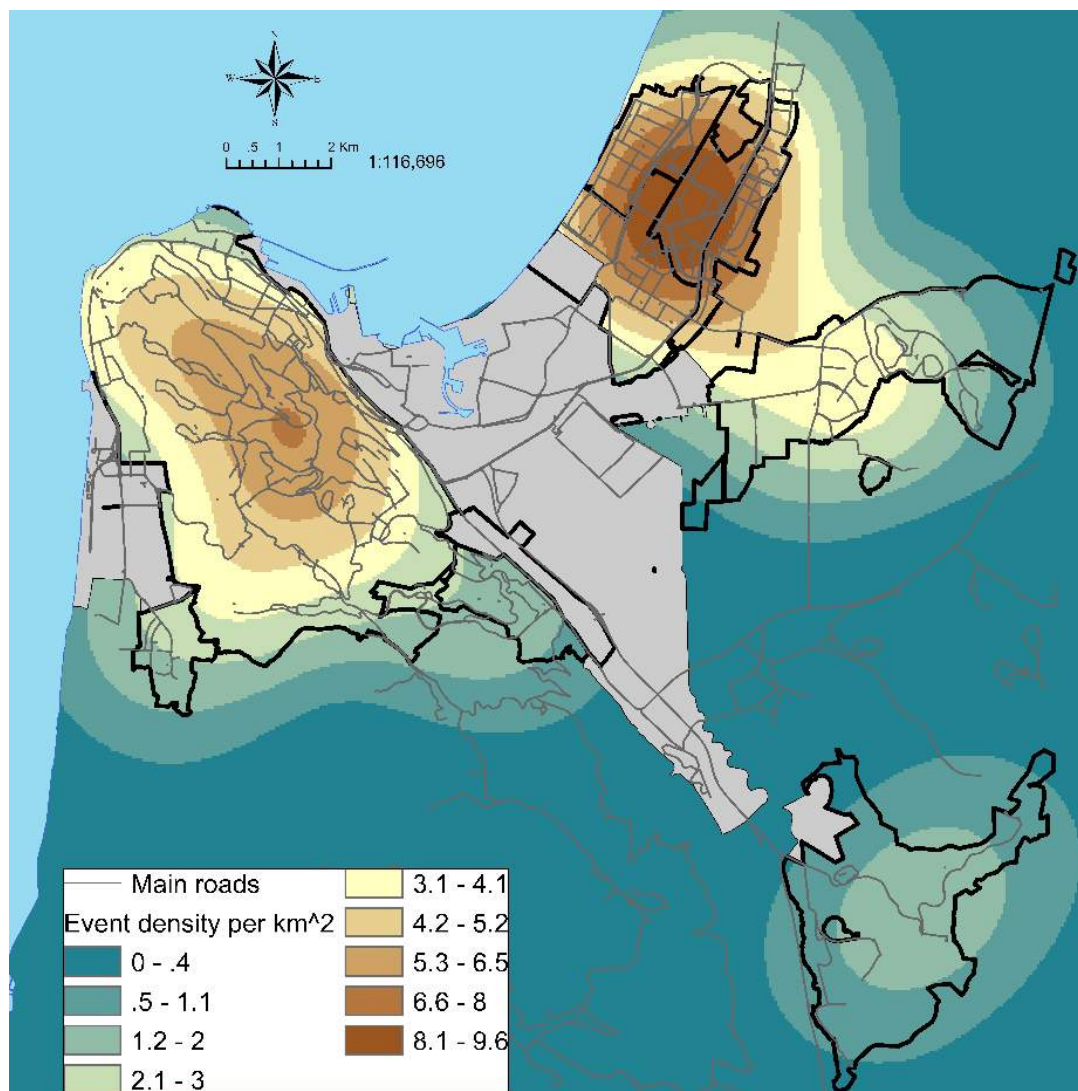
City		Mean	T
Total Asthma	Haifa	2.63	1.973(df=16)
	Tel Aviv	2.19	
Total Asthma	Haifa	2.63	-2.375*(df=9.014)
	Hadera	3.67	
Boys	Haifa	3.17	1.47(df=16)
	Tel Aviv	2.58	
Boys	Haifa	3.17	-1.571(df=16)
	Hadera	4.82	
Girls	Haifa	2.06	1.268(df=16)
	Tel Aviv	1.79	
Girls	Haifa	2.06	-0.758(df=9.786)
	Hadera	2.48	

*p≤0.05

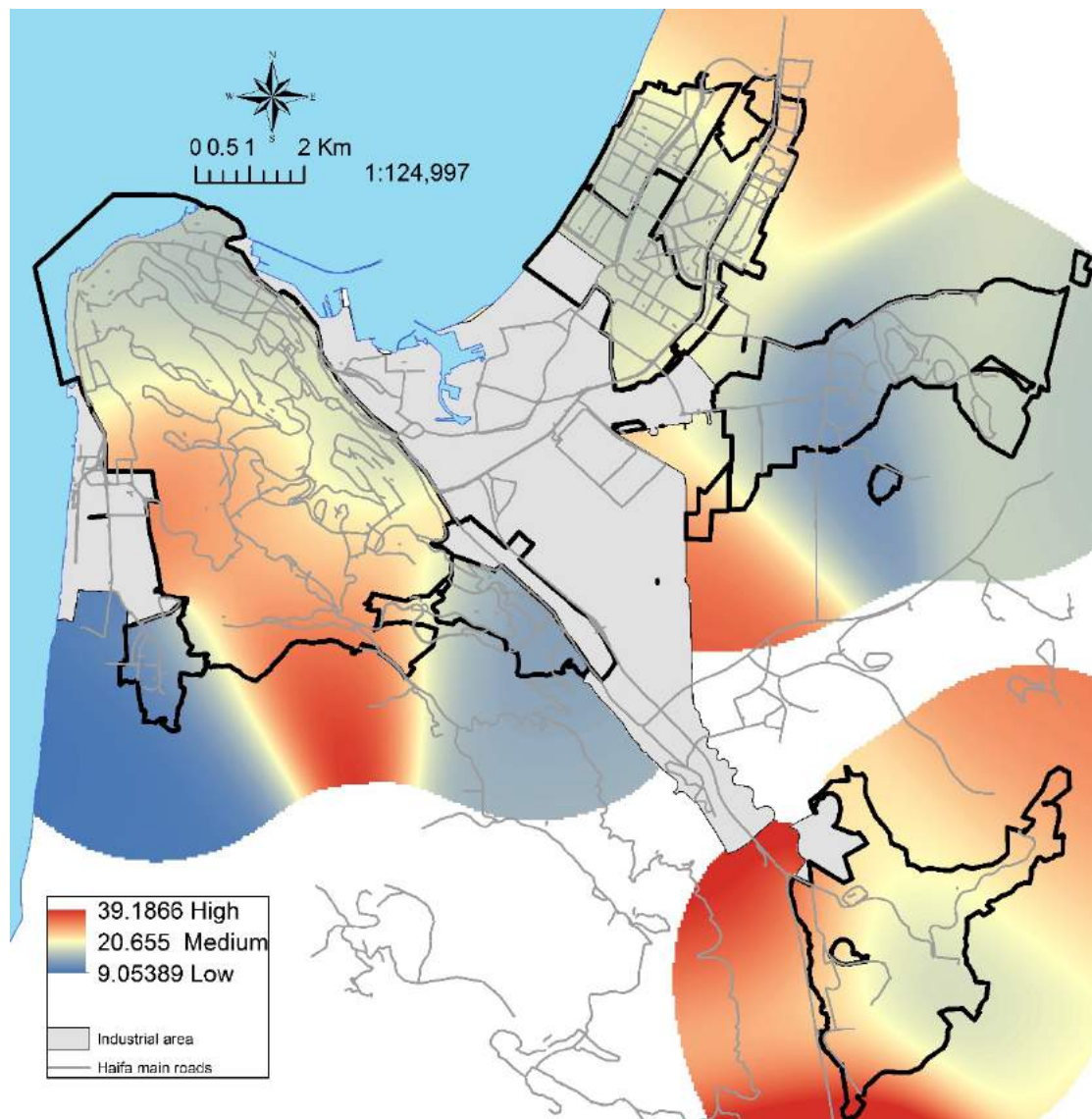
נספח 3-ג-1: "צפיפות קרנל רגילה" של אוכלוסיית ילדים כללית בשנת 2014.



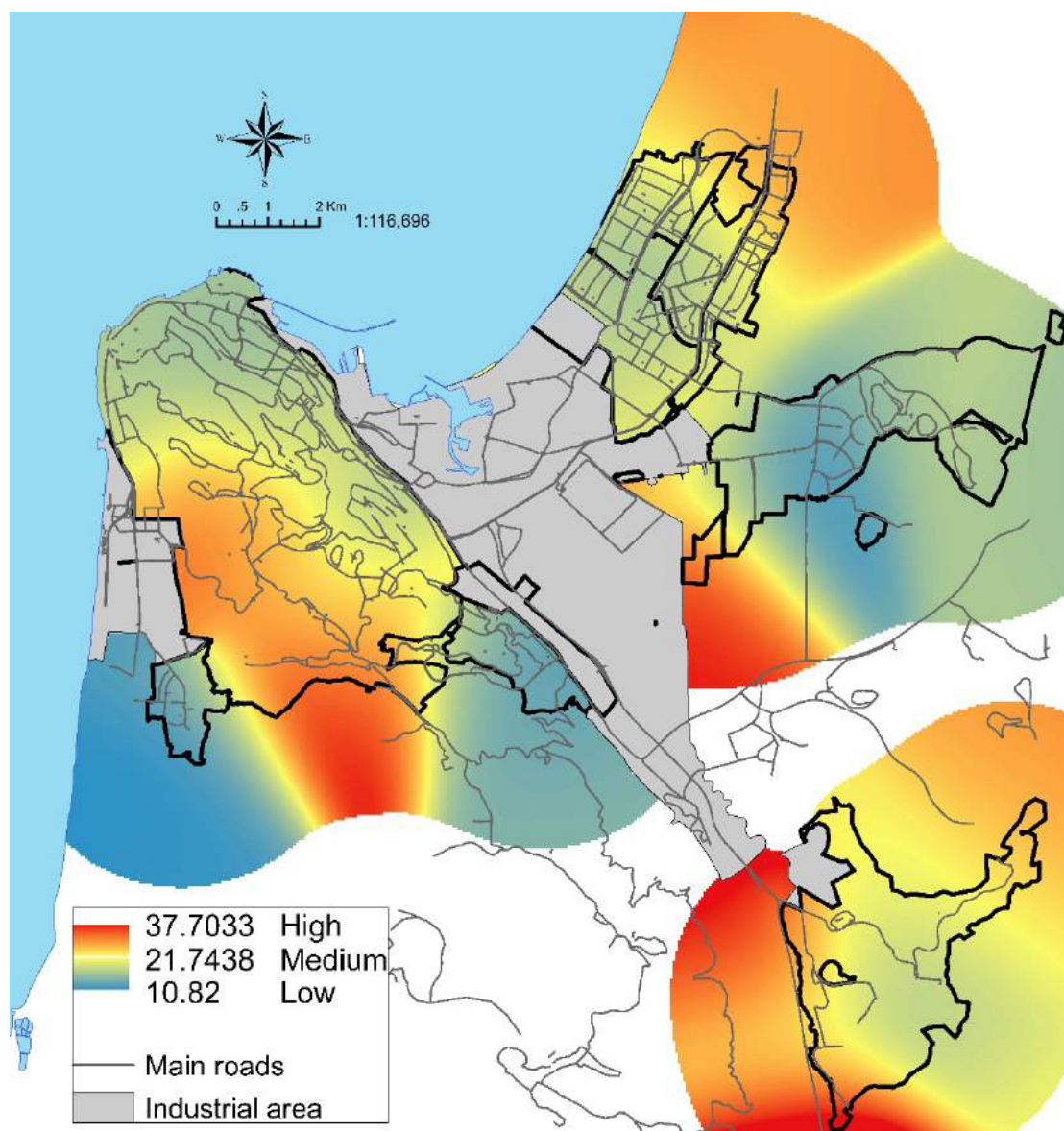
נספח 3-ג-2: "צפיפות קרנל רגילה" של תחלואת אסתמה בקרב ילדים בשנת 2014.



נספח 3-ד: "צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של תחלואת אסתמה על-פי
Asthma_Diag_2014



נספח 3-ה: "צפיפות קרנל כפולה" (DKD) של תחלואת אסתמה על-פי Asthma_2014



נספח 3-1: ניתוח רב משתנים: מודל רב משתנים

Variable	B	S.E
(Constant)	1.259*	(0.599)
Socioeconomic index	1.574***	(0.041)
Elevation above the sea level (m)	0.006***	(0.000)
Distance to the sea shore (km)	-0.535***	(0.17)
Jewish population in the neighborhood (%)	-0.01**	(0.001)
Population density (persons per km ²)	-0.313***	(0.006)
Distance to the main roads (m)	0.003***	(0.000)
Smoking rate in the neighborhood (%)	-0.045**	(0.01)
Side of the Carmel mountain (left=1; right=0)	-2.921***	(0.086)
PM _{2.5} (year 2014, ppm)	0.855***	(0.032)
Petrochemical complex distance (km)	3.483***	(0.084)
Petrochemical complex distance ² (km)	-0.317***	(0.008)

***p<0.001; **p<0.01; *p<0.05

F= 1275.465***

Adjusted R²: 0.403 (40.3%)

N of obs.: 20,782

Dependent variable: DKD of asthma rate

נספח 3-ז: הערכת התרומה היחסית של הגורמים המסבירים לתחלואה באסתמה.

ניתוח רב משתנים.

Model Type	Variable included	R ²	F-test of R ² change significance	R ² Change
Socioeconomic variables	Socioeconomic index, Jewish population (%), Population density, Height topography, Sea distance & Smoking rate	1377.787***	-	0.284
Air pollution measurements and proxies	PM ₂₅ , NO _x , SO ₂ , Main roads distance & side of the mountain	1112.437***	0.151 (15.1%)	0.435
Distances to main industries	Petrochemical complex distance (km), Petrochemical complex distance (km) ² , Power station distance (km), Oil tanks Kiryat-Haim (large) distance (km), Oil tanks (small) distance (km), Airport distance (km), Main roads distance (m), PM ₂₅ , NO _x & SO ₂	848.492***	0.111 (11.1%)	0.546

**p<0.001

נספח 3-ח: מודל "תלות מרחבית" של שיעורי DKD של תחלואת אסתמה

Variable	Spatial Error Model B and (S.E)
(Constant) ^a	-3.189*** (0.605)
Socioeconomic index	0.605*** (0.026)
Elevation above the sea level (m)	0.008*** (0.0003)
Distance to the sea shore (km)	-0.231*** (0.018)
Jewish population in the neighborhood (%)	-0.003*** (0.0007)
Population density (persons per km ²)	-0.084*** (0.002)
Distance to the main roads (m)	0.0006*** (0.0001)
Smoking rate in the neighborhood (%)	-0.013* (0.006)
Side of the Carmel mountain (left=1; right=0)	-1.746*** (0.078)
PM _{2.5} (year 2014, ppm)	0.914*** (0.035)
Petrochemical complex distance (km)	3.074*** (0.093)
Petrochemical complex distance ² (km)	-0.268*** (0.008)
Spatial error (Lambda)	1.283*** (0.003)
R ²	0.936
N. of observations	20,782

Notes: ***p<0.001; **p<0.01; *p<0.05.

Distance threshold: 525.45m.

^aDKD of asthma rate.

ניטור אפידמיולוגי באזור מפרץ חיפה: 2015 – 2020



מודול מחקרי (תת-נושא) מס': 4

תחלואת אסתמה בקרב מיועדים לשירות ביטחון

תקופת דיווח: מרץ 2015 – פברואר 2016

1. פרוטוקול המחקר

פרופ' רפאל כראל (אונ' חיפה)	חוקר אחראי
פרופ' בוריס א. פורטנוב (אונ' חיפה) נילי גרינברג, צה"ל אלכס טיקטינסקי, צה"ל	שמות חוקרים ומקומות תעסוקתם
אסתמה	סוגי התחלואה שבניתוח
מפרץ חיפה (חיפה, קריית ים, קריית ביאליק, קריית מוצקין, קריית אתא, קריית טבעון, נשר, וטירת כרמל), חדרה, ותל אביב (7-ספרות מיקוד של מלש"בים).	רזולוציה מרחבית
מלש"בים גברים (מיועדים לשרות בטחון) בין השנים 2012-2014: מתגייסים שנבדקו בלשכת הגיוס ונקבע להם פרופיל צבאי עם וסעיפי ליקוי וביצוע אנמנזה ובדיקה רפואית מפורטת כולל שאלות ייעודיות לגבי אבחנת אסתמה בעבר.	אוכלוסיית המחקר
16-19	קבוצות גיל
2012-2014	מסגרת זמן
נתוני מלש"בים בלשכות הגיוס	נתונים
הערכת חשיפה לזיהום אוויר בשנת 2012 נערכה באמצעות כלי ממוחשב (GIS-Geographic Information System) ובאמצעות מודל IDW (Inverse Distance Weighted) מתחנות הניטור הקרובות אל המיקוד.	קישור לזיהום אויר

תאריך לידה, תאריך עליה, BMI, כתובת מגורים (7-ספרות מיקוד), עיר, ארץ לידה, השכלה ויכולות קוגניטיביות. (בשנת עבודה 2015: נתונים מהשנים 2012-2014).	נתונים גיאוגרפיים וסוציו - דמוגרפיים
ניתוח תיאורי של המצאות אסתמה בערים השונות לאורך שנים וניתוח LOGIT רב-משתנים	ניתוח
דו"ח התקדמות – חצי-שנתי; דו"ח מדעי – שנתי	דיווח

2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח

2.1. עיבוד נתונים

מטרת השימוש	פירוט הנתונים	סוגי נתונים ומקורותיהם
ניתוח תיאורי ובחינת הקשר בין תחלואת אסתמה לבין זיהום אוויר, בנטרול גורמים מערפלים	נתונים דמוגרפיים ורפואיים של מלש"ב	נתונים אישיים על מתגייסים צה"ל בין השנים 2012-2014
השוואה בין שכיחות אסתמה באזור חיפה ומלש"בים מאזורים אחרים	נתוני ניטור אוויר לאזור מחקר	נתוני איכות אוויר ממשרד להגנת הסביבה, איגוד ערים וחברת החשמל משנת 2009 עד שנת 2012
מיפוי וניתוח של תחלואת אסתמה בהתאם לחשיפה אישית של המלש"בים ע"פ שיוך לכתובת/מיקוד	מיקודים בערי המחקר	רשימת מיקודים (בעלי 7 ספרות), דואר ישראל

2.2. פגישות עבודה

תיאור התוצאות	מטרה	מקום ותאריך
דיונים עתיים על ניתוח נתונים תיאוריים ראשוניים.	דיון בפרוטוקול המחקר	אונ' חיפה 26/10/2015
דיונים עתיים על ניתוח נתונים תיאוריים ראשוניים. לאור הממצאים הוכנסו שינויים בתוכנית עיבוד הנתונים	הגדרת אזור המחקר, הגדרת משתנים	מכון מור 17/08/2015 1/11/2015 10/11/2015 20/11/2015 28/11/2015 25/01/2016 29/02/2016

2.3 הכנת פרסומים מדעיים

נושא	חוקרים אחראיים	סטטוס	הערות
Air Pollution and Respiratory Morbidity in Israel: Review of Accumulated Empirical Evidence	Greenberg Nili, Carel Rafael, Portnov Boris A.	פורסם ב- IMAJ, יולי 2015	מבוסס על נתונים שאינם קשורים לפרויקט. אושר לפרסום ע"י גורמי צה"ל.
Long-term Effects of SO ₂ and NO ₂ Air Pollution Exposure on Severity of Childhood Asthma in Young Adults	Greenberg Nili, Carel Rafael., Derazne , Bibi Haim, Shpriz Manor, Tzur Dorit, Portnov Boris. A.	פרסום ב- Journal of Toxicology and Environmental Health A	מבוסס על נתונים שאינם קשורים לפרויקט. אושר לפרסום ע"י גורמי צה"ל.

2.4. הצגת הנושאים הקשורים לפרויקט בכנסים לאומיים ובין-לאומיים

תאריך ומקום	נושא	חוקרים אחראיים	הערות
RSAI Congress 2015, Lisbon, Portugal, 25-28 August 2015	Long-term Effects of SO ₂ and NO ₂ Air Pollution Exposure on Severity of Childhood Asthma in Young Adults	Greenberg Nili, Carel Rafael, Portnov Boris. A.	מבוסס על נתונים, שאינם קשורים לפרויקט. אושר לפרסום ע"י גורמי צה"ל

2.5. הסטודנטים המועסקים במודול המחקרי

שם הסטודנט	נושא המחקר	תואר ומועד התחלתו	מנחים
נילי גרינברג	תחלואת אסתמה בקרב המתגייסים	דוקטורנטית בבריאות הציבור	פרופ' כראל פרופ' פורטנוב

2.6 פעולות אחרות

שם הפעולה	מטרתה	חוקרים אחראיים	הערות
אין			

2.7 המחקר אושר ע"י וועדת הלסינקי של חיל הרפואה (2-2012-1205-#).

3. ניתוח ותוצאות

3.1. ניתוח נתונים

מטרתו	סוג הניתוח
בחינה של משתני בקרה (נתונים דמוגרפיים) בקרב נבדקים אסתמטיים ללא אסתמטיים (טבלה מס' 4.2)	Binary Logistic Regression
המצאות אסתמה בת"א ובחדרה לעומת מטרופולין חיפה (טבלה מס' 4.3a)	Descriptive Statistics
קשר בין אזורים שונים להמצאות אסתמה (טבלה מס' 4.3b).	Multivariate Logistic Regression
בחינה קשר בין ריכוז ממוצע של זיהום האוויר להמצאות אסתמה (טבלה מס' 4.4)	Multivariate Logistic Regression
בחינה קשר בין המרחק ממקורות תעשייתיים להמצאות אסתמה (מתוקנן למשתני בקרה וריכוז ממוצע של חלקיקים) (טבלאות מס' 4.5a-e)	Multivariate Logistic Regression
בחינה קשר בין המרחק בריבוע ממקורות תעשייתיים להמצאות אסתמה (מתוקנן למשתנים דמוגרפיים וריכוז ממוצע של חלקיקים), (טבלה מס' 4.6).	Multivariate Logistic Regression

3.2 תוצאות

מגרף מס' 4.1 עולה, כי בין השנים 2012-2014 שכיחות אסתמה הייתה גבוהה יותר בתל אביב (8.76%) לעומת חדרה (6.09%) וחיפה (6.68%).

מגרף מס' 4.2 עולה, כי בין השנים 2012-2014 שכיחות של אסתמה קלה הייתה גבוהה יותר בתל אביב (5.31%) לעומת חדרה וחיפה רבתי (3.17%). שיעור אסתמה בדרגה בינונית-קשה נמצאה דומה בתל אביב (3.45%) ובחיפה (3.79%).

מטבלה מס' 4.2 עולה, כי קיים הבדל לגבי חלק מן המשתנים הדמוגרפיים בין נבדקים אסתמטיים ללא אסתמטיים: ארץ לידה, BMI, מצב כלכלי-חברתי, מחלות בדרכי נשימה עליונים ודרמטיטיס. כמו כן, שכיחות האסתמה בילידי ישראל היא כפולה מהשכיחות בקרב ילידי חו"ל.

מטבלה מס' 4.3a עולה שהשיעור הכללי של אסתמה בקרב המלש"בים גבוה יותר בתל-אביב (8.86%) מאשר בחיפה (6.96%) או חדרה (6.09%). באזור תל אביב כ-39% מהאסתמטיים מוגדרים כסובלים מאסתמה בדרגת חומרה בינונית או גבוהה (174 נבדקים מתוך 442). זאת לעומת 64% (276 נבדקים מתוך 507) באזור חיפה רבתי ו- 48% (45 נבדקים מתוך 94) בחדרה.

במודל רב משתני בתיקון של משתנים דמוגרפיים (Multivariate Logistic Regression), לבחינת עודף תחלואת אסתמה בערים השונות, נמצא, כי בתל אביב קיים עודף תחלואה (של 13%) לעומת מטרופולין חיפה, אם כי עודף התחלואה אינו מובהק סטטיסטית.

במודל רב משתנים לבחינת עודף תחלואה של אסתמה בדרגה קלה, בתיקון משתנים דמוגרפיים (Multivariate Logistic Regression), נמצא, כי בתל אביב קיים עודף תחלואה (של 59%) לעומת מטרופולין חיפה, אם כי הסיכון לא מובהק.

לגבי אסתמה קשה לא נמצא עודף תחלואה בתל אביב ובחדרה. (טבלה מס' 4.3b)

במודלים השונים (Multivariate Logistic Regression) לקביעת הקשר בין רמות זיהום האוויר לתחלואת אסתמה, לא נמצא קשר בין ריכוז ממוצע של המזהמים השונים לתחלואת אסתמה (Total, Mild or Moderate-Severe Asthma), (טבלה מס' 4.4).

מאיוור מס' 2 ניתן להתרשם כי המצאות מקרי אסתמה גבוהה יותר סמוך לצירים הראשיים ובסמיכות לאזורי התעשייה.

במודל רב משתנים (בתיקון משתנים דמוגרפיים וריכוז ממוצע של חלקיקי $PM_{2.5}$) (Multivariate Logistic Regression), לקביעת הקשר בין משתנה המרחק בריבוע ממקורות זיהום ועודף תחלואת אסתמה, מתוך 5 המקורות המרכזיים שנבדקו, נמצא קשר מובהק ($p < 0.01$) בין הקרבה למתחם של המפעלים הפטרוכימיים ועודף תחלואה באסתמה (טבלה מס' 4.6).

3.3 מסקנות

בהערכה רחבה של המידע המתקבל מניתוח בסיס הנתונים הגדול של צה"ל שעמד לרשותנו נראה, כי, השכיחות של אסתמה במלש"בים באזור חיפה נמוכה מעט מזו שבתל אביב.

נמצא שגורמים מסוימים הם בעלי השפעה על שכיחות אסתמה בקבוצת הגיל הזו (גברים צעירים) כגון מצב כלכלי-חברתי, ארץ לידה, עודף (או תת) משקל וכמובן שכיחות מחלות אלרגיות אחרות באותו הפרט.

עיקר עניינה של עבודה זו היה בדיקת השפעה אפשרית של זיהום האוויר ממקורות סביבתיים (תעשייה ותחבורה) על שכיחות אסתמה במלש"בים. נמצא שקרבה לכבישים ראשיים קשורה לשכיחות יתר של אסתמה. ממצא זה מוכר ודווח בספרות הרפואית. בשלב העיבודים הנוכחיים בעבודתנו נמצא שיש קשר בין שכיחות אסתמה לבין קרבה (מרחק בריבוע) למתקנים פטרוכימיים-תעשייתיים באזור המפרץ. ממצא זה מודגם באופן גרפי באיורים Fig 4.3 (a and b). הגרף הראשון מראה שפיזור האוכלוסייה מאוד לא אחיד באזור. ניתן לראות, כי בשל המבנה הטופוגרפי של העיר,

קיימים אזורים בהם האוכלוסייה צפופה יחסית, וביניהם נמצאים אזורי הוואדיות של הכרמל, בהם האוכלוסייה דלילה בהרבה. כמו כן העובדה שבצד מערב למפעלי המפרץ אין תושבים והאוכלוסייה מתגוררת במעין פרבולה סביב אזור התעשייה, אינה מאפשרת הסקת מסקנות מלאות לפני עריכת הערכות נוספות של הממצאים הללו.

חשוב לציין שמעבר לאישוש קשר סטטיסטי חיובי עם המרחק בריבוע ממתקני התעשיות הפטרוכימיות, לא נמצא קשר עם סוג מזהם אויר מסוים כפי שנבדקו בעבודה זו (תחמוצות גופרית, חנקן או חלקיקים זעירים). לפיכך, התוצאות הנוכחיות מחייבות הוספה של עיבודים שיאפשרו הערכה יותר מדויקת של מקורות הזיהום הנייחים. התייחסות למזהמים נוספים שנפלטים שעד כה לא נבדקו, להם יכולה להיות השפעה על תחלואת אסתמה. כמו כן שימוש במודלים נוספים לביצוע הערכת חשיפה, בהתייחס לטופוגרפיה של האזור והשפעתה על פיזור המזהמים במקום. בנוסף, קיימת חשיבות למזהמי אוויר ספציפיים שנפלטים מהאזור הפטרוכימי ושקלול המרחק מהתעשייה. כל אלה יכולים לאפשר הערכה יותר מדויקת של מקורות הזיהום הנייחים והשפעתה על תחלואת האסתמה.

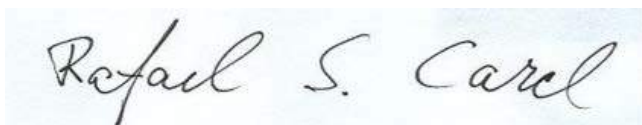
מניתוח הנתונים עולה, כי קיימת מגמה של שכיחות אסתמה גבוהה יותר בסמיכות לאזורי תעשייה. בנוסף, נמצא קשר בין משתנים סוציו-דמוגרפיים לתחלואת אסתמה. כך לדוגמה שכיחות אסתמה גבוהה יותר בקרב בני נוער שנולדו בישראל לעומת אלה שלא נולדו בישראל. קיים סיכון גבוה יותר לאסתמה בקרב בני נוער עם עודף משקל ותת משקל. מצב כלכלי-חברתי נמוך מהווה גורם סיכון לאסתמה. אנשים בעלי מחלות אלרגיות בדרכי נשימה עליונות ודרמטיטיס גם הם בעלי עודף סיכון להתפתחות אסתמה.

במודלים השונים נבדק הקשר בין רמות זיהום האוויר והקרבה לצירי כבישים ראשיים ולמקורות תעשייתיים. מהניתוח הנתונים עולה, שמבין חמשת המקורות שנבחנו, נמצא קשר מובהק רק בין המרחק למתחם המפעלים הפטרוכימיים לבין עודף תחלואה באסתמה ($OR = 1.441$; $p < 0.01$) ($95\%CI = 1.090-1.907$).

מהעבודה מסתמן שאת הערכת הקשר בין התחלואה לחשיפה ממקורות תעשייתיים ניתן לחשוף באמצעות מודלים המתבססים על ריבוע המרחק ממקור הזיהום.

3.4. מגבלות

העדר מידע לגבי עישון לא מאפשר תיקון. התיקון למשתנה בוצע באמצעות משתנה SES.



חוקר אחראי:
שם, תואר: פרופ' רפאל כראל
תאריך: 30/03/2016
חתימה:

4. רשימת הנספחים

Number	Title
Table 4.1	Study Population
Table 4.2	Demographic Characteristics of the Study Population in Haifa Metropolitan and Relation with Asthma (N=7,072, 2012-2014)
Table 4.3a	Prevalence of Asthma in Different Areas: Haifa Metropolitan, Hadera and Tel-Aviv (N=13875, with Zip Code, during 2012-2014)
Table 4.3b	The Association between Prevalence of Asthma and Different Geographic Areas by Severity (Single pollutant) ^a (N=13875, with Zip Code, during 2012-2014)
Table 4.4	The Association between Air-Pollutants and Severity Asthma in Haifa Metropolitan Area (N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014. Single pollutant models)
Table 4.5a	The Association between Linear Distance from the Petrochemical Area [km] and Prevalence Rate of Asthma (N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)
Table 4.5b	The Association between Linear Distance from Distance from the oil tanks, K. Haim [km] and Prevalence Rate of Asthma (N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)
Table 4.5c	Association between Linear Distance from Airport [km] and Prevalence Rate of Asthma ^a (N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)
Table 4.5d	Association between Linear Distance from the Power Station [km] and Prevalence Rate of Asthma ^a (N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)
Table 4.5e	Association between Linear Distance from the Small Oil tanks [km] and Prevalence Rate of Asthma ^a (N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)
Table 4.6	Association between Linear and Squared Distance from the Petrochemical Area [km] and Prevalence Rate of Asthma ^a (N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)
Figure 4.1	Prevalence Rate of Asthma (%) in the Several Cities (N=13,875, with Zip code, during 2012-2014)
Figure 4.2	Prevalence Rate of Asthma and Severity (%) in the Different Geographic Areas (N=13,875 with ZIP Code, during 2012-2014)
Figure 4.3A	Distribution of Asthma Cases in Haifa Area
Figure 4.3B	Prevalence of Asthma Cases per 1000 Examinees
Figure 4.4	Prevalence of Asthma among Young Adults over the years 1999-2014 in Different Cities
Figure 4.4A	Prevalence of Asthma by Severity among Young Adults over the years 1999-2014 in Haifa

Number	Title
Figure 4.4B	Prevalence of Asthma by Severity among Young Adults over the years 1999-2014 in Tel Aviv
Figure 4.4C	Prevalence of Asthma by Severity among Young Adults over the years 1999-2014 in Tel Aviv in Tivon
Figure 4.4D	Prevalence of Asthma by Severity among Young Adults over the years 1999-2014 in Tel Aviv in K. Ata
Figure 4.4E	Prevalence of Asthma by Severity among Young Adults over the years 1999-2014 in Tel Aviv in K. Mozkin
Figure 4.4F	Prevalence of Asthma by Severity among Young Adults over the years 1999-2014 in Tel Aviv in K. Bialik
Figure 4.4G	Prevalence of Asthma by Severity among Young Adults over the years 1999-2014 in Tel Aviv in K. Yam
Figure 4.4H	Prevalence of Asthma by Severity among Young Adults over the years 1999-2014 in Tel Aviv in Hadera
Figure 4.4I	Prevalence of Asthma by Severity among Young Adults over the years 1999-2014 in Tel Aviv in Nesher

Table 4.1: Study Population

(N=13,875 with ZIP Code, during 2012-2014)

City CODE	Study Population					
	Total		without Zip Code		with Zip Code	
	Count	N %	Count	N %	Count	N %
4000 Haifa	3699	100.00	318	8.60	3381	91.40
6500 Hadera	1761	100.00	217	12.32	1544	87.68
5000 Tel Aviv	5563	100.00	515	9.26	5048	90.74
2100 Tirat HaCarmel	405	100.00	49	12.10	356	87.90
2300 K. Tivon	329	100.00	35	10.64	294	89.36
2500 Nesher	382	100.00	23	6.02	359	93.98
6800 K. Ata	1108	100.00	65	5.87	1043	94.13
8200 K. Motzkin	699	100.00	67	9.59	632	90.41
9500 K. Bialik	677	100.00	67	9.90	610	90.10
9600 K. Yam	671	100.00	63	9.39	608	90.61
Total	15,294	100.00	1419	9.28	13875	90.72

הערה : מלש"בים , בין השנים 2012-2014 משובים שונים. כצפוי, קיימים הבדלים במספר המלש"בים בין הישובים השונים, בהתאם לגודל האוכלוסייה באותה השנה. לכ-90% מהמלש"בים קיים מידע לגבי מיקוד מגוריהם.

**Table 4.2 – Demographic Characteristics of the Study Population in Haifa
Metropolitan Area in Relation to Asthma**
(N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)

	No Asthma		Asthma		OR	95 % CI	P value
	N = 7,072						
	N	%	N	%			
Country Birth							
Other Countries	666	96.94	21	3.06	1		
Israel	5923	92.76	462	7.24	2.474	1.586-3.859	<0.0001
Cognitive Abilities							
Low (10-30)	1320	93.68	89	6.32	1		
Average (40-70)	4077	92.87	313	7.13	1.139	0.893-1.453	0.296
High (80-90)	927	92.42	76	7.58	1.216	0.885-1.670	0.227
Education (years)							
11 (less than 11 yr)	412	93.85	27	6.15	1		
11 (= or more than 11 yr)	5993	92.93	456	7.07	1.161	0.778-1.734	0.465
BMI (body mass index)							0.007
Normal (17.70-24.94)	4396	93.71	295	6.29	1		
Underweight (<17.70)	320	90.65	33	9.35	1.537	1.054-2.241	0.026
Overweight (24.95-28.26)	913	91.57	84	8.43	1.371	1.065-1.765	0.014
Obese (>28.27)	764	91.61	70	8.39	1.365	1.041-1.792	0.025
BP							
Normal	4587	92.69	362	7.31	1		
Hypertension	1817	93.76	121	6.24	0.844	0.682-1.044	0.118
Socioeconomic status							
Average (5-7)	6323	92.94	480	7.06	1		
High (8-10)	266	98.88	3	1.12	0.149	0.047-0.465	>0.001
Low (1-4)	0	0.00	0	0.00			
Upper Allergy							
No	6130	95.26	305	4.74	1		
Yes	459	72.06	178	27.94	7.794	6.332-9.594	>0.001
Dermatologic Allergy							
No	6532	93.43	459	6.57	1		
Yes	57	70.37	24	29.63	5.992	3.685-9.744	>0.001

הערה: האחוז (%) מתייחס לסך אוכלוסייה.

Table 4.3a Prevalence of Asthma in Different Areas: Haifa Metropolitan, Hadera and Tel-Aviv

(N=13875, with Zip Code, during 2012-2014)

	Total (N=13875)		Haifa Metropolitan (N=7283)		Hadera (N=1544)		Tel Aviv (N=5048)	
	N	%	N	%	N	%	N	%
No Asthma	12832	92.48	6776	93.04	1450	93.91	4606	91.24
Asthma	1043	7.52	507	6.96	94	6.09	442	8.76
Mild Asthma	548	3.95	231	3.17	49	3.17	268	5.31
Moderate-Severe Asthma	495	3.57	276	3.79	45	2.91	174	3.45

Table 4.3b - The Association between Prevalence of Asthma and Different Geographic Areas by Severity (Single pollutant)^a

(N=13875, with Zip Code, during 2012-2014)

City	Total Asthma (N=1,043)		Mild Asthma (N = 548)		Moderate-Severe Asthma (N = 495)	
	OR (95 % C.I.)	p value	OR (95 % C.I.)	p value	OR (95 % C.I.)	p value
Haifa Metropolitan (N=7,283)	1		1		1	
Hadera (N=1,544)	0.874 (0.695-1.099)	0.250	0.962 (0.702-1.318)	0.809	0.775 (0.562-1.070)	0.121
Tel Aviv (N=5,048)	1.131 (0.735-1.742)	0.575	1.590 (0.836-3.026)	0.158	0.910 (0.747-1.107)	0.344

^a Multivariate logistic regression analysis adjusted for year of birth, country of birth, BMI, Cognitive Abilities.

Table 4.4 – The Association between Air-Pollutants and Severity Asthma in Haifa Metropolitan Area

(N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014. Single pollutant models)

Air pollutants	Total Asthma		p value	Mild Asthma		p value	Moderate-Severe Asthma		p value
Single pollutant models	OR	95 % C.I.		OR	95 % C.I.		OR	95 % C.I.	
SO₂	1.000	0.869-1.151	0.996	0.987	0.805-1.209	0.899	0.978	0.812-1.178	0.817
PM_{2.5}	0.961	0.910-1.015	0.155	0.976	0.902-1.057	0.549	0.966	0.898-1.041	0.365
NO_x	0.992	0.985-1.000	0.042	0.996	0.985-1.006	0.410	0.995	0.985-1.004	0.277

^a Multivariate logistic regression analysis adjusted for BMI, for year of birth, country of birth, and SES.

Table 4.5a - The Association between Linear Distance from the Petrochemical area [km] and Prevalence Rate of Asthma ^a

(N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)

Total Asthma ^b				
	OR	95 % C.I.		p value
		Lower	Upper	
Year birth	0.860	0.784	0.943	0.001
Country birth				
Other Countries	1			
Israeli	2.767	1.764	4.338	<0.0001
Socioeconomic status				
Average (5-7)	1			
High (8-10)	0.171	0.046	0.631	0.008
BMI (body mass index)				
Normal (17.70-24.94)	1			
Underweight (<17.70)	1.574	1.076	2.303	0.019
Overweight (24.95-28.26)	1.340	1.039	1.727	0.024
Obese (>28.27)	1.290	0.981	1.695	0.068
Distance from the Sea Shore [km]	0.972	0.920	1.026	0.302
Distance from the main roads [km]	0.778	0.483	1.255	0.304
PM _{2.5}	0.946	0.895	1.001	0.054
Distance to the Petrochemical complex [km]	1.054	0.999	1.112	0.056

^a Multivariate logistic regression

^b Reference category: No asthma

**Table 4.5b - The Association between Linear Distance from the oil tanks,
K. Haim [km] and Prevalence Rate of Asthma ^a**
(N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)

Total Asthma ^b				
	OR	95 % C.I.		p value
		Lower	Upper	
Year birth	0.855	0.781	0.938	0.001
Country birth				
Other Countries	1			
Israeli	2.782	1.774	4.363	<0.0001
Socioeconomic status				
Average (5-7)	1			
High (8-10)	0.196	0.054	0.716	0.014
BMI (body mass index)				
Normal (17.70-24.94)	1.565	1.070	2.290	0.021
Underweight (<17.70)	1.342	1.041	1.730	0.023
Overweight (24.95-28.26)	1.288	0.980	1.692	0.070
Distance from the Sea Shore [km]	0.953	0.904	1.005	0.073
Distance from the main roads [km]	0.800	0.497	1.288	0.358
PM _{2.5}	0.963	0.908	1.021	0.208
Distance from the oil tanks, K. Haim [km]	1.028	0.986	1.073	0.192

^a Multivariate logistic regression

^b Reference category: No asthma

**Table 4.5c - Association between Linear Distance from Airport [km] and
Prevalence Rate of Asthma ^a**

(N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)

Total Asthma ^b				
	OR	95 % C.I.		p value
		Lower	Upper	
Year birth	.860	.784	.942	<0.001
Country birth				
Other Countries	1			
Israeli	2.776	1.770	4.353	<0.001
Socioeconomic status				
Average (5-7)	1			
High (8-10)	0.186	0.051	0.678	0.011
BMI (body mass index)				
Normal (17.70-24.94)	1			
Underweight (<17.70)	1.568	1.072	2.295	0.020
Overweight (24.95-28.26)	1.338	1.038	1.725	0.025
Obese (>28.27)	1.284	.977	1.688	0.073
Distance from the Sea Shore [km]	0.945	0.895	0.998	0.041
Distance from the main roads [km]	0.779	0.485	1.251	0.302
PM _{2.5}	0.950	0.899	1.005	0.072
Distance to the Airport [km]	1.049	0.990	1.112	0.104

^a Multivariate logistic regression

^b Reference category: No asthma

Table 4.5d - Association between Linear Distance from the Power Station [km] and Prevalence Rate of Asthma ^a

(N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)

Total Asthma ^b				
	OR	95 % C.I.		p value
		Lower	Upper	
Year birth	0.862	0.786	0.945	0.002
Country birth				
Other Countries	1			
Israeli	2.769	1.766	4.342	<0.001
Socioeconomic status				
Average (5-7)	1			
High (8-10)	0.224	0.063	0.794	0.021
BMI (body mass index)				
Normal (17.70-24.94)	1			
Underweight (<17.70)	1.562	1.068	2.285	0.021
Overweight (24.95-28.26)	1.337	1.037	1.723	0.025
Obese (>28.27)	1.276	0.971	1.677	0.081
Distance from the Sea Shore [km]	0.933	0.872	0.999	0.046
Distance from the main roads [km]	0.807	0.507	1.284	0.365
PM _{2.5}	0.939	0.885	0.997	0.039
Distance to the Power Station [km]	1.035	0.973	1.102	0.271

^a Multivariate logistic regression

^b Reference category: No asthma

Table 4.5e - Association between Linear Distance from the Small Oil tanks [km] and Prevalence Rate of Asthma ^a

(N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)

Total Asthma ^b				
	OR	95 % C.I.		p value
		Lower	Upper	
Year birth	0.860	0.784	0.943	0.001
Country birth				
Other Countries	1			
Israeli	2.776	1.770	4.353	<0.001
Socioeconomic status				
Average (5-7)	1			
High (8-10)	0.238	0.067	0.841	0.026
BMI (body mass index)				
Normal (17.70-24.94)	1			
Underweight (<17.70)	1.560	1.067	2.282	0.022
Overweight (24.95-28.26)	1.339	1.039	1.727	0.024
Obese (>28.27)	1.278	.972	1.680	0.079
Distance from the Sea Shore [km]	0.944	0.880	1.011	0.101
Distance from the main roads [km]	0.835	0.526	1.326	0.445
PM _{2.5}	0.944	0.889	1.003	0.062
Distance to the Small Oil tanks [km]	1.014	0.967	1.064	0.562

^a Multivariate logistic regression;

^b Reference category: No asthma.

Table 4.6 - Association between Linear and Squared Distance from the Petrochemical Area [km] and Prevalence Rate of Asthma ^a

(N=7,072 with ZIP Code, during 2012-2014)

Source	Total Asthma ^d		
	OR	95 % C.I.	p value
Distance from Petrochemical area [km] ^b	1.441	1.090-1.907	0.010
Distance ² from Petrochemical area [km] ^c	0.971	0.946-0.996	0.025

^a Multivariate logistic regression analysis adjusted for year of birth, country of birth, SES and BMI;

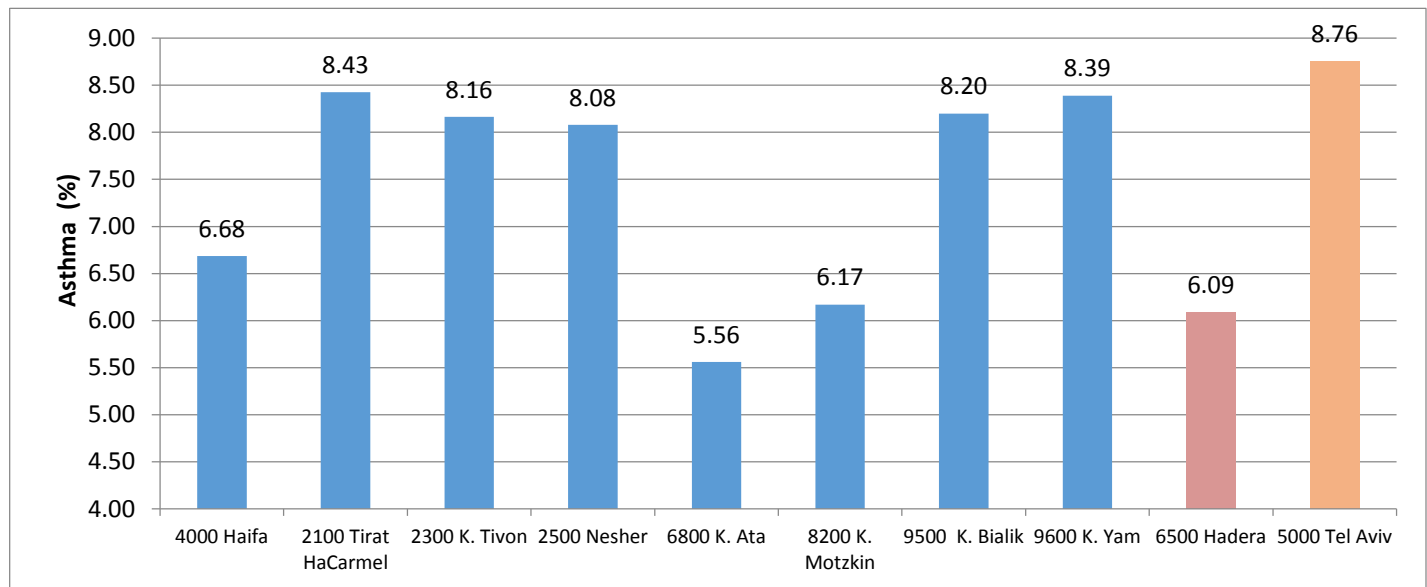
^b For PM_{2.5}: OR=0.943 (95%CI 0.891-0.998), p=0.044;

^c For PM_{2.5}: OR=0.939 (95%CI 0.885-0.997), p=0.039;

^d Reference category: No asthma.

Figure 4.1 - Prevalence Rate of Asthma (%) in the Several Cities

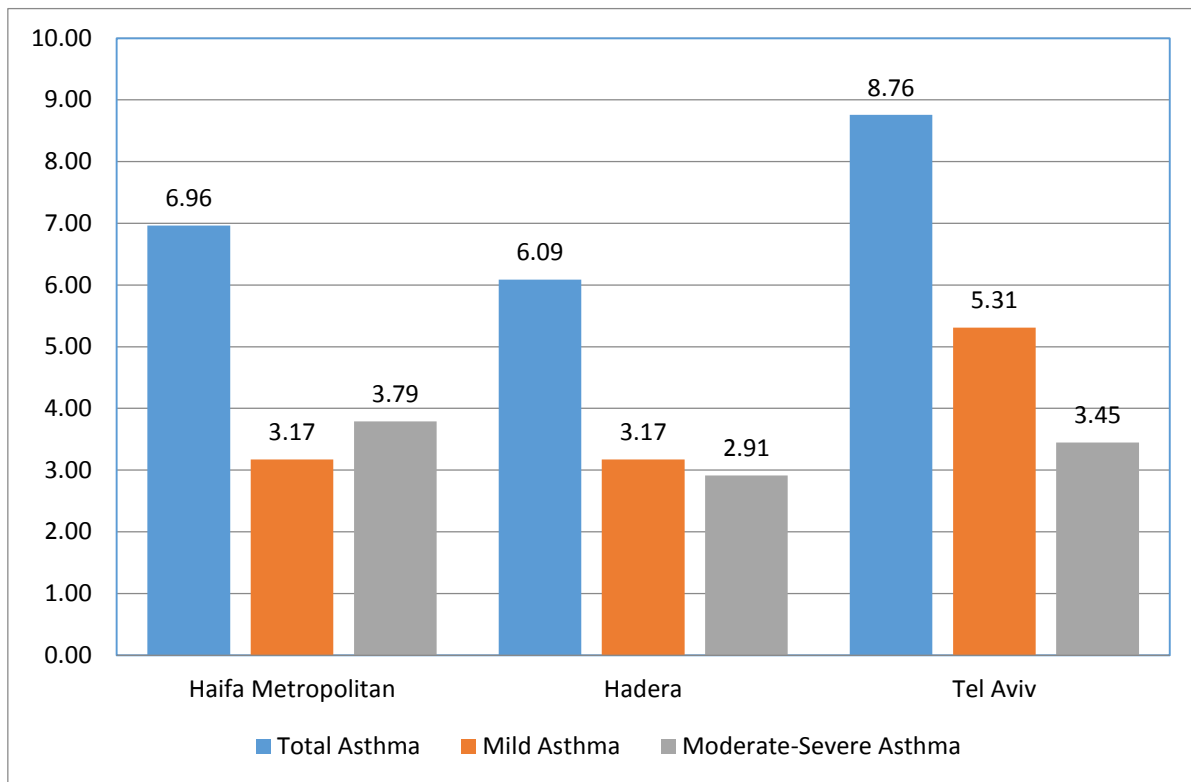
(N=13,875, with Zip code, during 2012-2014)



הערה: מהגרף עולה, כי בין השנים 2012-2014 שיעור מקרי אסתמה בקרב המלש"בים גבוה יותר בתל אביב (8.76%) לעומת חיפה (6.68%), בעוד שהשיעור בחדרה היה נמוך יותר (6.09%) מאשר בחיפה (ראה גם טבלה מס' 4.3a). השיעורים בישובים הקטנים יחסית נעים בין 5.56% לבין 8.43%.

Figure 4.2 - Prevalence Rate of Asthma and Severity (%) in the Different Geographic Areas

(N=13,875 with ZIP Code, during 2012-2014)



הערה: כאשר בוחנים את ההבדלים בשיעור תת קבוצות האסתמה בין שלושת הערים (Fig. 2) נראה, כי בהשוואת שיעורי אסתמה קלה בחיפה ובחדרה דומים בעוד שבתל אביב הם גבוהים יותר. לעומת זאת שיעורים בחומרה בינונית-גבוהה, דומים בחיפה ובתל אביב, אך נמוכים יותר בחדרה.

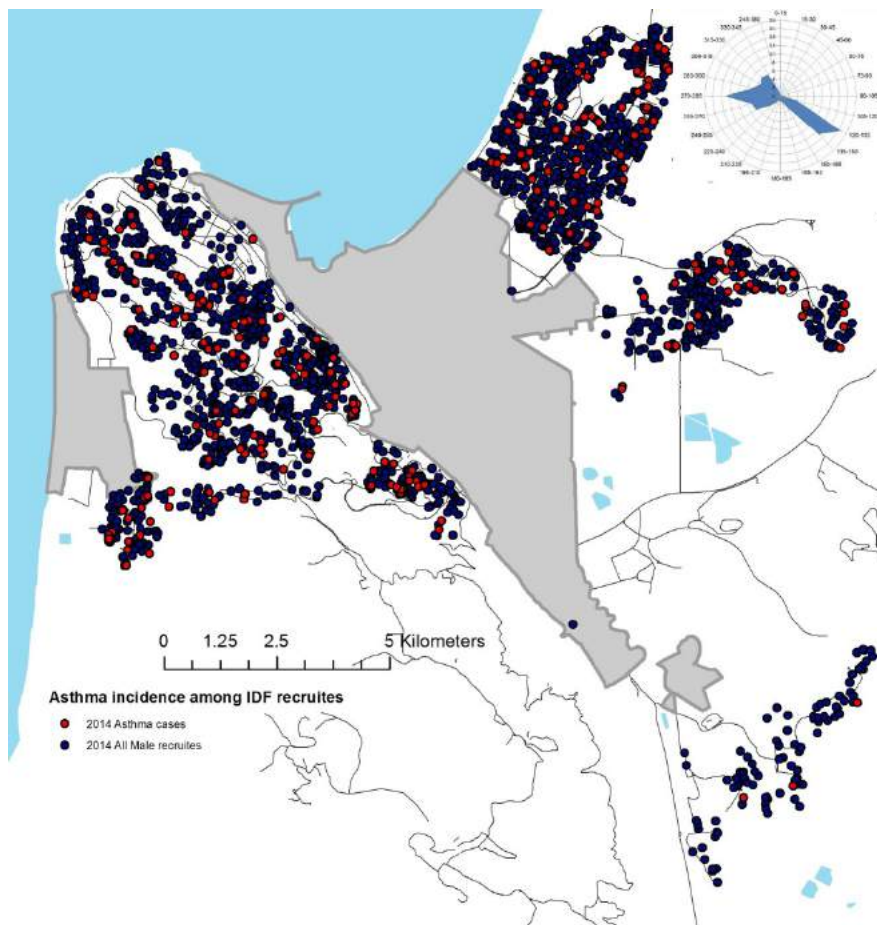


Figure 4.3A Distribution of all Examinees in Haifa Area

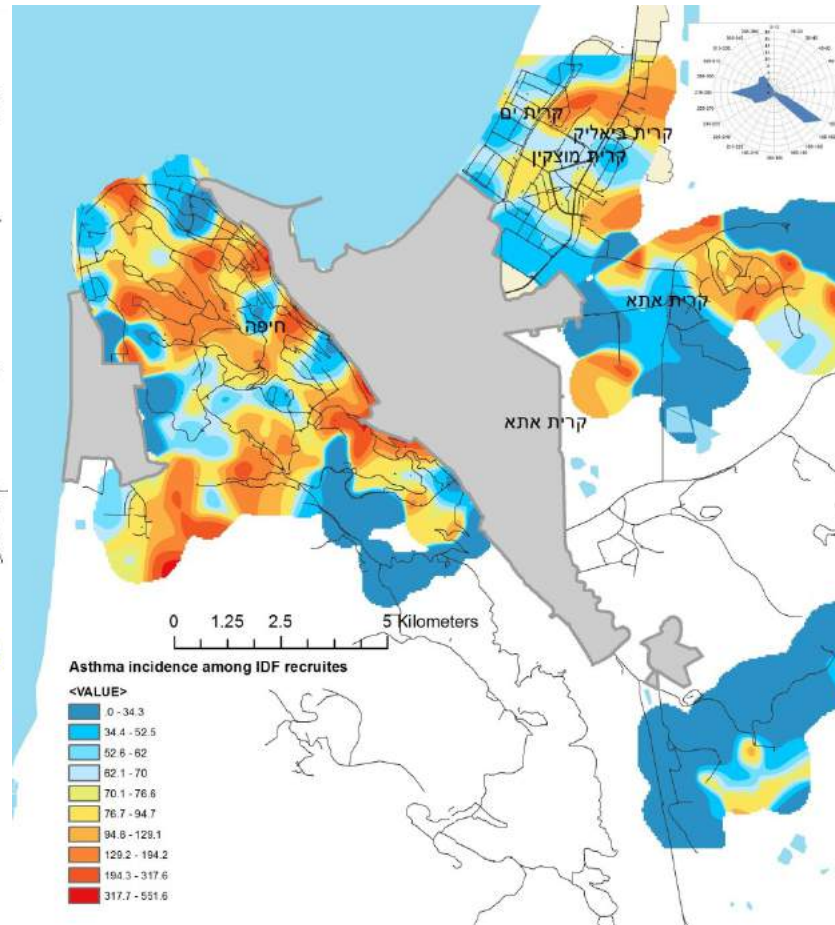


Figure 4.3B Prevalence of Asthma Cases per 1000 Examinees

Prevalence of Asthma by Severity among Young Adults over the years 1999-2014 in Different Cities

Figure 4.4A

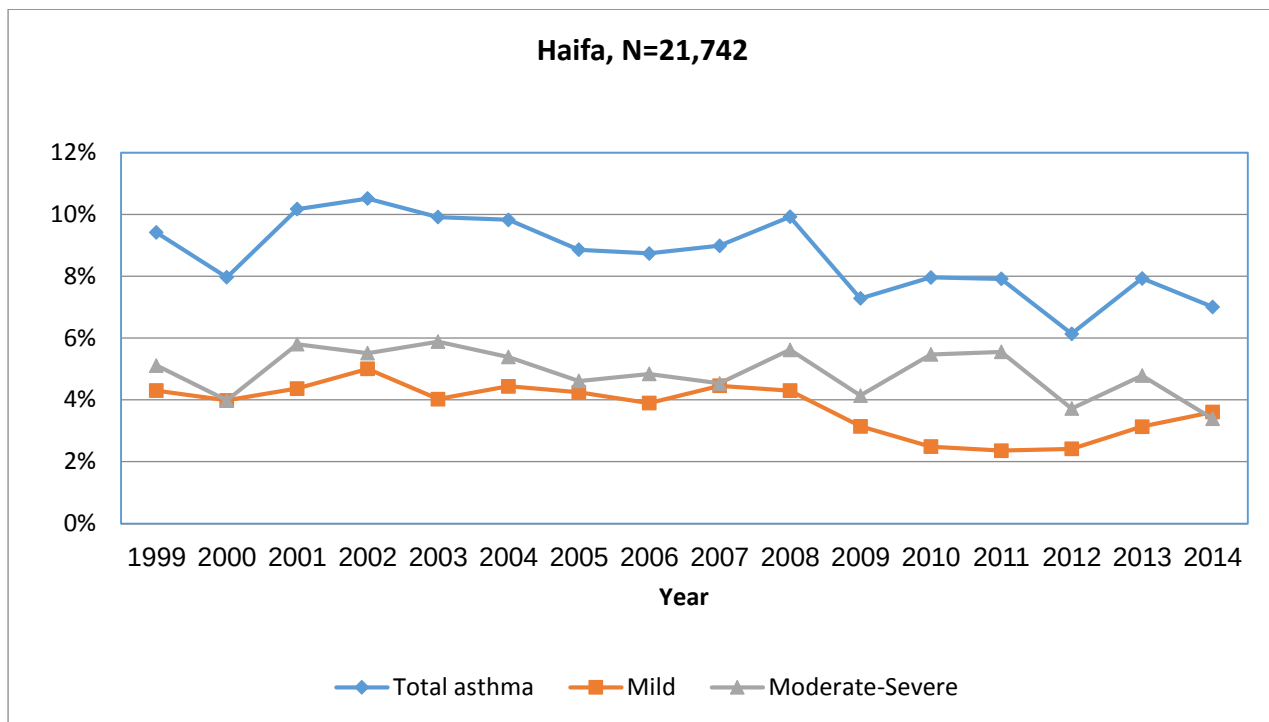


Figure 4.4B

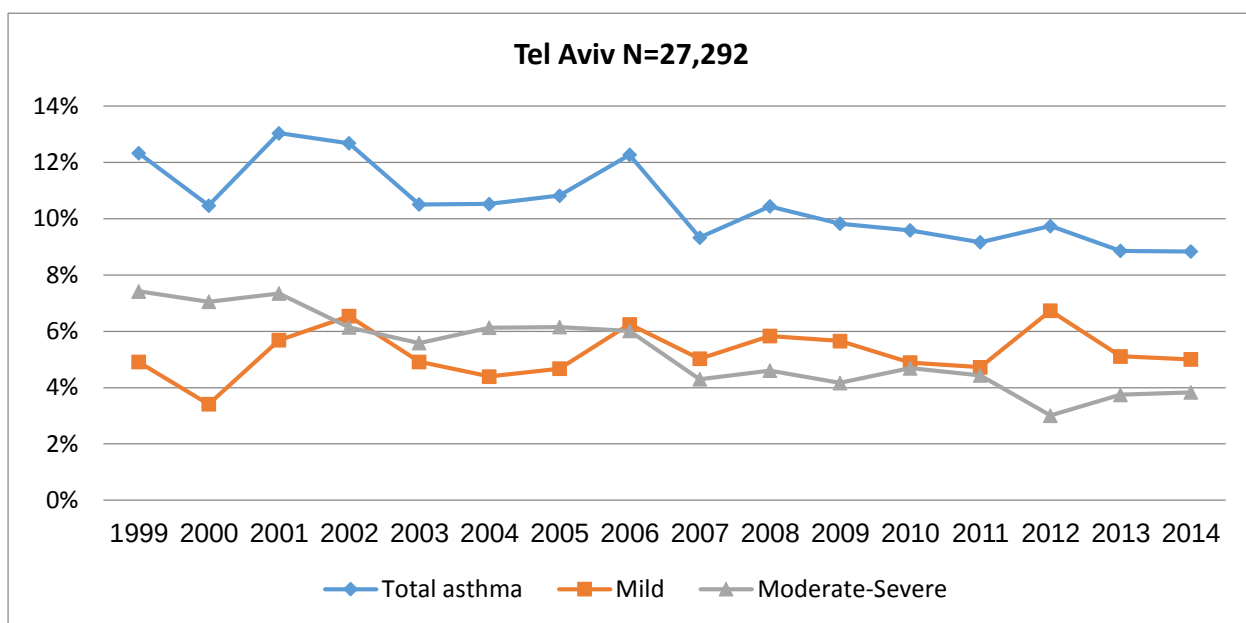


Figure 4.4C

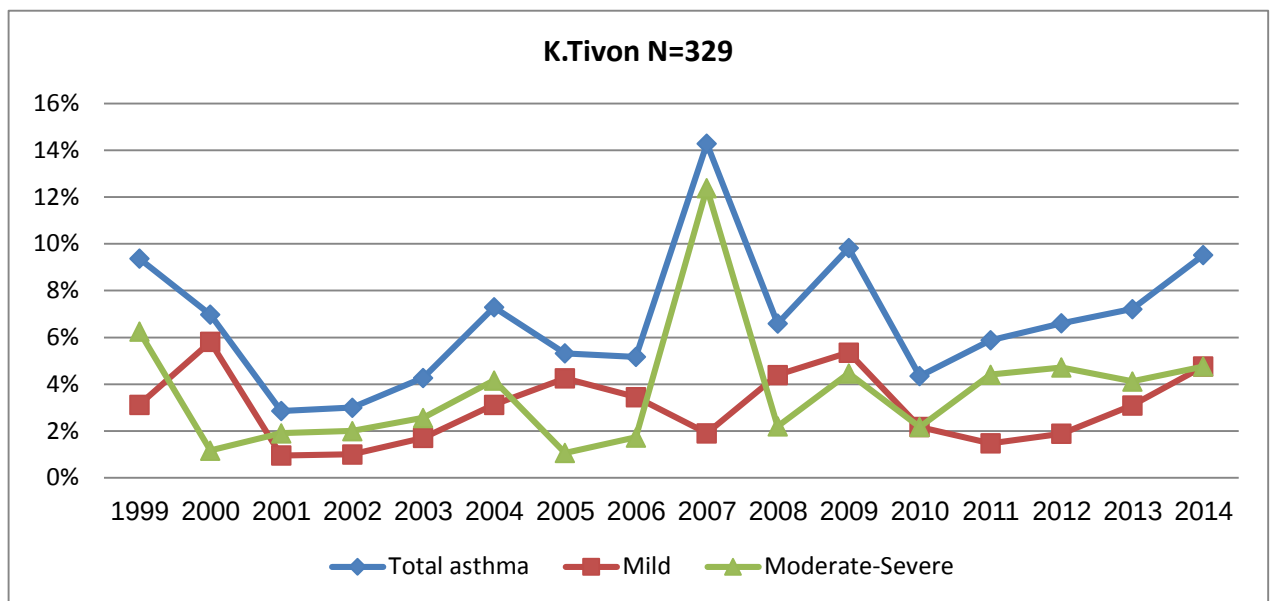


Figure 4.4D

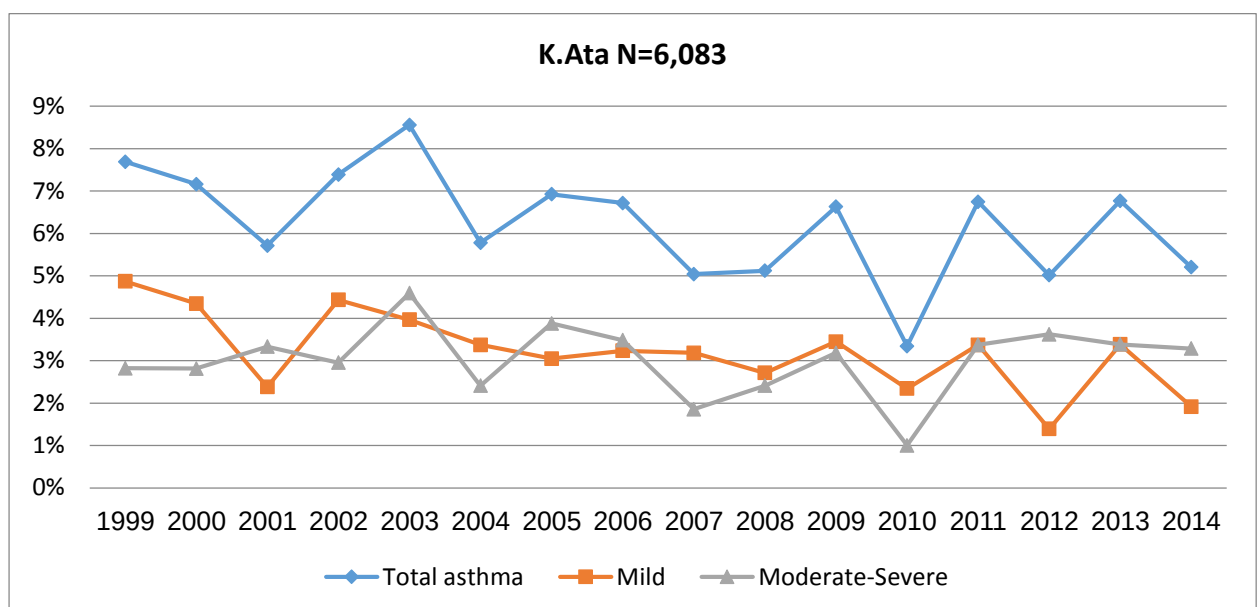


Figure 4.4E

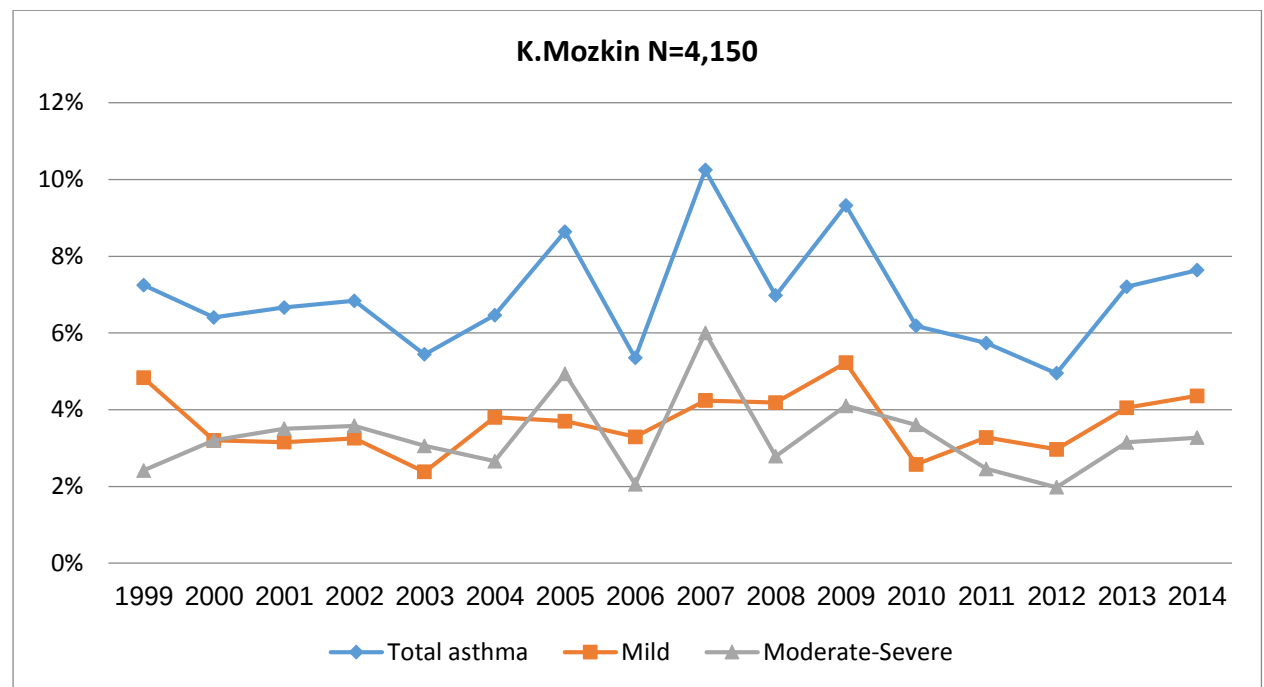


Figure 4.4F

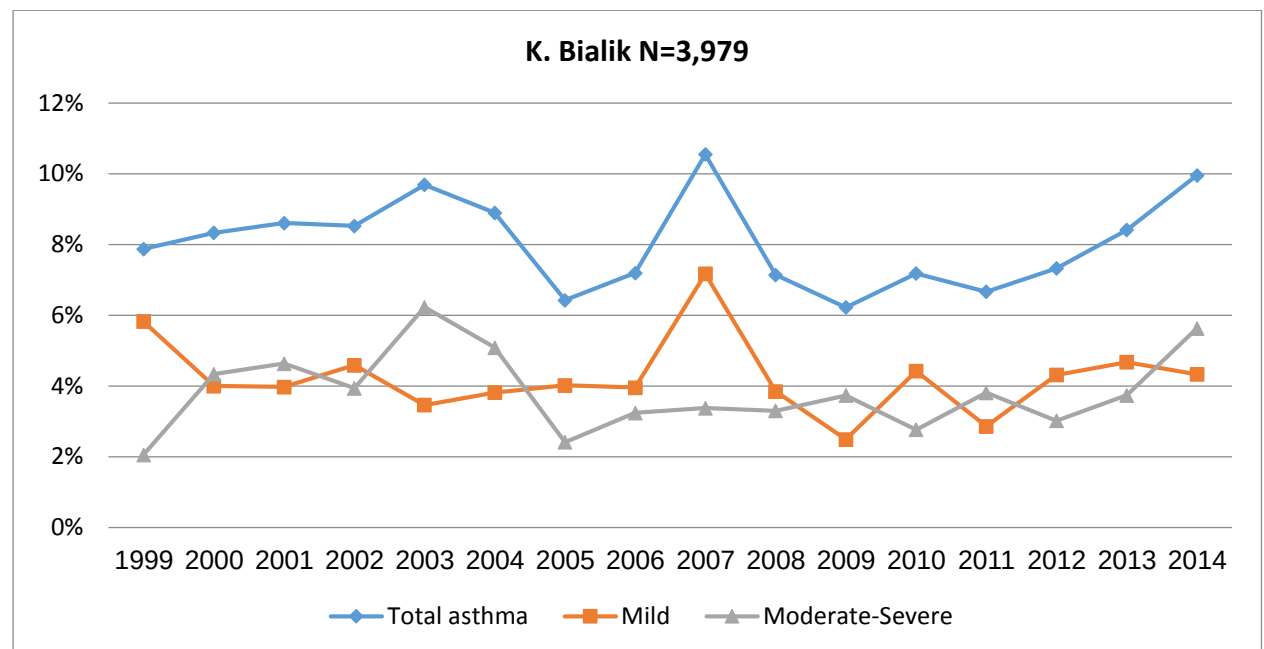


Figure 4.4G

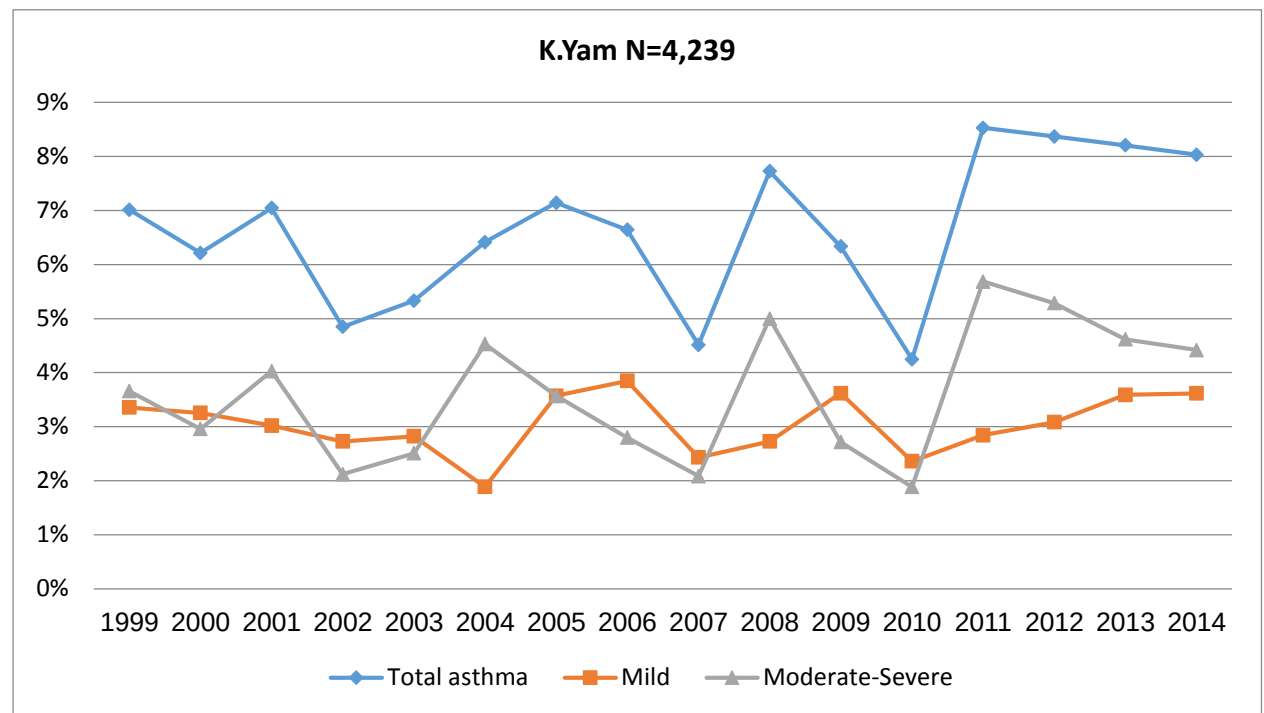


Figure 4.4H

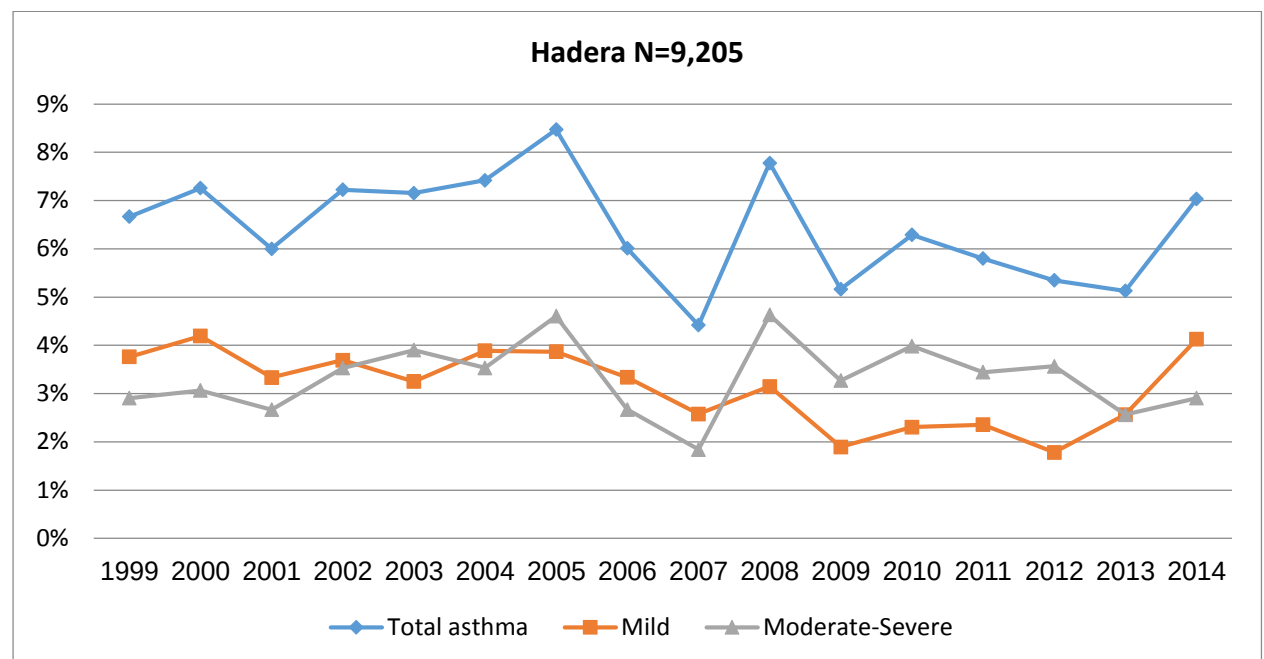
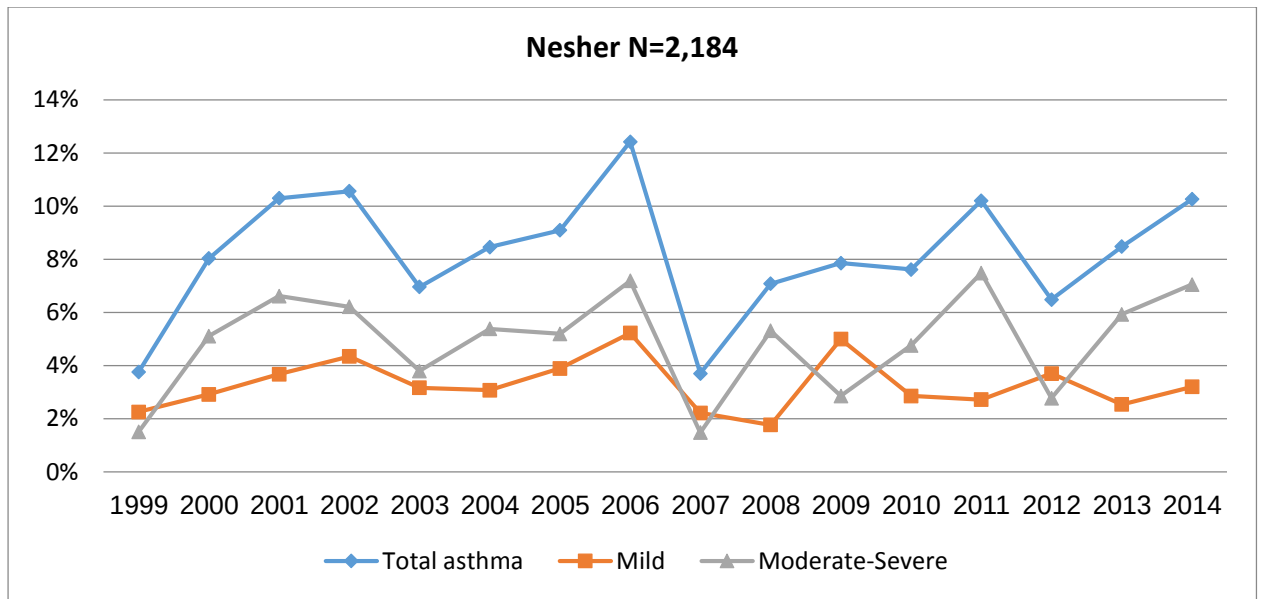


Figure 4.4I



דו"ח התקדמות שנתי

מודול מחקרי (תת-נושא) מס': 5

ניטור ביולוגי של זיהום האוויר

תקופת דיווח: מרץ 2015-פברואר 2016

1. פרוטוקול המחקר לתקופת הדיווח

פרופ' ליזי פיירמן (מרכז רפואי ת"א; אוניברסיטת ת"א)	חוקר אחראי
ד"ר אמיר בר שי (מרכז רפואי ת"א; אוניברסיטת ת"א), ד"ר גלית אליהו (מרכז רפואי ת"א). ד"ר פטריסיה שוברץ (אוניברסיטת ת"א), ד"ר איריס יודסין (אוניברסיטת רוטג'רס – ניו ג'רסי ארה"ב).	שמות חוקרים נוספים ומקומות תעסוקתם
מתנדבים בריאים החשופים לזיהום חלקיקי תעשייתי-סביבתי בחיפה בהשוואה לחשיפה של זיהום חלקיקי תחבורתי.	סוגי התחלואה שבניתוח
	רזולוציה מרחבית
צעירים בגילאים 18-35.	קבוצות גיל ומין
סה"כ 5 שנים הבדיקות יבוצעו פעמיים לכל נבדק, בהפרש של שנתיים.	מסגרת זמן
אין תוצאות נכון לפרסום הדו"ח.	השגת נתונים
	קישור לזיהום אוויר
לפי שאלון.	נתונים גיאוגרפיים וסוציו - דמוגרפיים
	ניתוח
דו"ח התקדמות – חצי-שנתי; דו"ח מדעי – שנתי.	דיווח

2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח

2.1. רכישת\קבלת נתונים בתקופת הדיווח

סוגי הנתונים	מקור הנתונים	מטרת השימוש	פירוט\נספח מס'*
אין נתונים. נכון ל-2/2016 תחילת גיוס משוער 1.4.2016	ע"פ ביצוע בדיקות		

2.2. הכנת פרסומים מדעיים

נושא	חוקרים אחראיים	סטטוס
אין כרגע נתונים, נכון ל-2/2016		

2.3. הצגת הנושאים הקשורים לפרויקט בכנסים לאומיים ובינלאומיים

תאריך ומקום	נושא	חוקרים אחראיים	הערות
אין עדיין תוצאות			

2.4. הסטודנטים המועסקים במודול מחקרי

שם הסטודנט	נושא המחקר	תואר ומועד התחלתו	מנחים
אין, נכון ל-2/2016			

2.5. פעולות אחרות

שם הפעולה	מטרותיה	חוקרים אחראיים	הערות
קבלת אישור ועדת הלסינקי 0731-14-TLV	ניסוי בבני אדם	פרופ ליזי פיירמן	טופס 7 מצ"ב נספח 5-א
קבלת אישור ועדה האתיקה של אוניברסיטת תל אביב מה - 21.012.2015 חתום ע"י יו"ר ועדה האתיקה פרופ ערן דולב	גיוס סטודנטים לסיעוד לבדיקות במסגרת המחקר	ד"ר פטריסיה שוברץ/ד"ר אמיר בר שי	אישור אתיקה נספח 5-ב
קבלת אישור וועדה האתיקה אוניברסיטת חיפה	גיוס סטודנטים באוניברסיטת חיפה	פרופ ליזי פיירמן	בשלבי אישור
ביטוח זמני מחברת ענבל	לבטח את משתתפי המחקר	פרופ ליזי פיירמן	קיים אישור זמני נספח 5-ג

3. ניתוח ותוצאות

3.1. ניתוח נתונים

מטרתו	סוג הניתוח
	אין תוצאות, נכון ל-2/2016.

1.2. תוצאות

אין כרגע תוצאות. גיוס הנבדקים המשוער סביב התאריך 1.4.2016.

4. רשימת הנספחים

מס'	כותרת
א-5	טופס 7, אישור וועדת הלסינקי
ב-5	אישור ועדת האתיקה של אוניברסיטת תל אביב
ג-5	תעודת ביטוח מחברת עינבל

חוקר אחראי:

פרופ' ליזי פיירמן

תאריך: 23.12.2015

חתימה:



נספח 5-א. טופס 7, אישור וועדת הלסינקי.

THE STATE OF ISRAEL
MINISTRY OF HEALTH
TEL AVIV SOURASKY MEDICAL CENTER
Affiliated to the Tel-Aviv University
Sackler Faculty of Medicine
Municipality of Tel Aviv-Yaffo



מדינת ישראל
משרד הבריאות
המרכז הרפואי תל-אביב ע"ש סוראסקי
מסונף לפקולטה לרפואה ע"ש סאקלר
באוניברסיטת תל-אביב
עיריית תל-אביב-יפו

שם הנוהל: נוהל לניסויים רפואיים בבני-אדם	תאריך: מאי 2014
טופס 7	
אישור מנהל המוסד הרפואי לביצוע ניסוי רפואי	

תאריך: 6-אוקטובר-2015

לכבוד
ד"ר אמיר בר-שי ריאות-מכון
המרכז הרפואי תל-אביב

הנדון: אישור לביצוע ניסוי רפואי בבני-אדם

בהתאם לבקשתך מיום: 21 / אפריל / 2015 ניתן בזה אישור לביצוע הניסוי הרפואי לפי מסמכי הבקשה

מספר בקשה בוועדה מוסדית: 0731-14-TLV	סוג הניסוי: אמ"ר
מספר הבקשה במשרד הבריאות:	מספר רישום ב-NIH: ללא
נושא הניסוי (בעברית): ניטור ביולוגי של אפקט זיהום האוויר במפרץ חיפה	
שם מוצר המחקר: KOKO ספירומטר	שם היצרן: nSpire
שם היזם וכתובתו: פרופ ליזי פיירמן מעבדה למחלות ריאה ואלרגיה מרכז רפואי ת"א	שם נציג היזם בארץ וכתובתו:
ניסוי רב-מרכזי בארץ: לא	

פרוטוקול הניסוי- שם/מספר: 0731-14-TLV	גרסה: 3	תאריך: 20 / ספטמבר / 2015
שאלון בריאות-מבוגרים	גרסה: 2	תאריך: 20 / יולי / 2015
טופס הסכמה- שם/מספר: ניטור ביולוגי של אפקט זיהום האוויר במפרץ חיפה עברית	גרסה: 2	תאריך: 20 / יולי / 2015
חוברת לחוקר- שם/מספר:	גרסה:	תאריך:
מסמך איכות מוצר - שם/מספר:	גרסה:	תאריך:
טופס 11- גרסה:	גרסה:	תאריך:
1	19 / אפריל / 2015	

בתוקף ההסמכה שקיבלתי מהמנהל הכללי של משרד הבריאות, לתת אישור כ"מנהל" לעשיית ניסוי רפואי בבני-אדם, במוסד הרפואי המרכז הרפואי תל-אביב, לאחר שהבקשה אושרה על-ידי ועדת הלסינקי המוסדית בתאריך: 27 / ספטמבר / 2015 ולאחר ששוכנעתי כי הניסוי הרפואי הנו בהתאם לעקרונות של הצהרת הלסינקי ותקנות בריאות



שם הנוהל: נוהל לניסויים רפואיים בבני-אדם	תאריך: מאי 2014
טופס 7	
אישור מנהל המוסד הרפואי לביצוע ניסוי רפואי	

העם (ניסויים רפואיים בבני-אדם) תשמ"א-1980, וכי חוזה ההתקשרות בין היוזם, החוקר הראשי והמוסד הרפואי עומד בדרישות הנוהל לניסויים רפואיים בבני אדם, הנני מאשר את ביצוע הניסוי בכפוף לתנאים הבאים:

תנאי האישור

- הניסוי הרפואי יבוצע לפי העקרונות של הצהרת הלסינקי ועל-פי דרישות הנוהל של ניסויים רפואיים בבני אדם בישראל (2014) ודרישות הנהלים הבין-לאומיים העדכניים.
- הטיפול יינתן רק לאחר מתן הסבר למטופל או לנציגו החוקי והחתמתו על טופס ההסכמה מדעת שצורף לבקשה.
- כל שינוי, תוספת או חריגה מפרוטוקול הניסוי הרפואי, טעון אישור בכתב של ועדת הלסינקי של המוסד הרפואי ו/או של משרד הבריאות.
- על החוקר הראשי בניסוי הרפואי לדווח לוועדת הלסינקי של המוסד הרפואי וליזם על כל אירוע חריג רציני (SAE) שארע במהלך הניסוי הרפואי (כמפורט בפרק 13 בנוהל), או על הפסקת הניסוי (כמפורט בפרק 15 בנוהל). ועדת הלסינקי המוסדית תבדוק את הדיווח ותעביר את חוות-דעתה למשרד הבריאות.
- הארכת תוקף הניסוי הרפואי: **שלושה חודשים בטרם חלוף התקופה המאושרת לניסוי הרפואי**, חובה על החוקר הראשי להעביר דו"ח התקדמות על מהלך הניסוי לוועדת הלסינקי של המוסד הרפואי. הוועדה תודיע על החלטתה לגבי המשך הניסוי למנהל המוסד הרפואי. המנהל ינפיק אישור חדש לניסוי הרפואי.
- בתום הניסוי הרפואי יגיש החוקר הראשי, לוועדת הלסינקי דו"ח מסכם על מהלך הניסוי ותוצאותיו.
- האישור ניתן לחוקר הראשי ולמוסד הרפואי המצוינים לעיל ואינו ניתן להעברה לאחר.
- בניסויים רפואיים הכרוכים במתן שירותים: ביצוע בדיקות רפואיות או באספקת אביזרים, תכשירים רפואיים או משתלים, חובה על החוקר הראשי להודיע לרופא המטפל בחולה בקהילה על השתתפותו בניסוי.
- אין לפרסם כל מידע אודות הניסוי הרפואי באמצעי התקשורת ההמוניים, כגון עיתונות, רדיו, טלוויזיה, אינטרנט, למעט פרסום בעיתונות מדעית או בכנסים מדעיים, ולמעט פרסום לצורך גיוס המשתתפים בניסוי.
- אספקת מוצר המחקר (Investigational Product – IP) או האמ"ר למוסד הרפואי בו נערך הניסוי הרפואי היא באחריות יזם הניסוי. אחסונו וניפוקו של מוצר המחקר למטופלים הם באחריות החוקר הראשי. במקרים של תכשירים רפואיים, פעולות אלו יבוצעו באמצעות בית המרקחת המוסדי, אלא אם כן ועדת הלסינקי החליטה אחרת.
- שמירת מסמכים: יש לשמור את כל מסמכי הבקשה, האישורים וכל המסמכים הנאספים במהלך הניסוי הרפואי **לפחות 15 שנים מתום הניסוי**.
- הגבלות נוספות:

13 תוקף האישור: 05 / אוקטובר / 2016



שם הנוהל: נוהל לניסויים רפואיים בבני-אדם	תאריך: מאי 2014
טופס 7	
אישור מנהל המוסד הרפואי לביצוע ניסוי רפואי	

בהצלחה !

בכבוד רב,

מנהל המוסד הרפואי

פרופ רוני גמזו

~~פרופ' רוני גמזו~~
~~מנהל המרכז הרפואי~~
~~ע"ש סוראסקי~~
~~מ.ר. 29062~~

העתק: יו"ר ועדת הסינקי פרופ מרסל טופילסקי
מנהל בית המרקחת מגר' רונית דבי-לב
זם הניסוי / נציגו בארץ (באמצעות החוקר) פרופ ליזי פיירמן
המחלקה לניסויים קליניים, אגף הרוקחות-משרד הבריאות

נספח 5-ב. אישור ועדת האתיקה של אוניברסיטת תל אביב.



21 בדצמבר 2015

לכבוד
ד"ר אמיר בר-שי
החוג לבריאות סביבתית ותעסוקתית
הפקולטה לרפואה
כאן

שלום רב,

הנדון: עבודת מחקר בנושא: ניטור ביולוגי של אפקט זיהום אוויר במפרץ חיפה

הצעת המחקר הנ"ל עומדת בקריטריונים של ועדת האתיקה של אוניברסיטת תל-אביב.

לידיעת החוקר: האישור הוא אישור אתי בלבד.

אני מאחל לך הצלחה בהמשך המחקר.

בפני ועדת האתיקה המוסדית הוצג אישור לביצוע ניסוי רפואי מאת מנהל המרכז הרפואי תל-אביב ע"ש סוראסקי.

תוקף האישור: 5.10.2016.

בברכה,

פרופ' ערן דולב

יו"ר ועדת אתיקה אוניברסיטאית

אוניברסיטת תל-אביב
ועדת האתיקה האוניברסיטאית

קריית האוניברסיטה, ת"ד 39040, רמת-אביב, תל-אביב 69978. טלפון: 6408878, 03-6409673, פקס: 03-6408778
TEL AVIV UNIVERSITY, P.O.B. 39040, RAMAT AVIV, TEL AVIV 69978, ISRAEL. TEL.: 972-3-6409673, 6408878, FAX: 972-3-6408778

נספח 5-ג. תעודת ביטוח מחברת ענבל.



קריית שדה התעופה, נתב"ג
תאריך: 09/07/2015
סימולין: 37284015

לכבוד
גבי גליה ששון אברמובי
מרכז רפואי תל אביב ע"ש סוראסקי
ג.ג.

הנדון: כסוי אחריות מקצועית לרופאים בעת ביצוע מחקר קליני

הרינו לאשר כי הקרן הפנימית לביטוחי הממשלה תכסה את האחריות המקצועית של רופאי המרכז הרפואי תל אביב ע"ש סוראסקי, המבצעים את המחקר הקליני בנושא:

"ניטור ביולוגי של אפקט זיהום האוויר במפרץ חיפה"

פרוטוקול מס': 0731-14-TLV

המחקר הנ"ל מבוצע ע"י המרכז הרפואי כמחקר פנימי ללא מימון חברה מסחרית. הרחבת כיסוי זו תיכנס לתוקף לאחר שיועבר לידי הקרן הפנימית לביטוחי הממשלה אישור סופי של ועדת הסימק.

בברכה
ליאת כהן
חתמת רכוש וחבריות
הקרן הפנימית לביטוחי הממשלה

העתק: ע"י מאיר ברודר
הלשכה המשפטית, משרד הבריאות

רח' ערבה, קריית שדה התעופה ת.ד. 282 נתב"ג 7015103 טל: 03-9778114 פקס: 03-9778140
3, Azava St. Air-Port City, P.O. B 282, B.G. Airport 7015103, Tel 03-9778114, Fax 03-9778140

1 of 1 Words: 111 Hebrew (Israel)

דו"ח התקדמות שנתי

מודול מחקרי (תת-נושא) מס' 6:

ניטור איכות אוויר

תקופת דיווח: מרץ 2015-פברואר 2016

1. פרוטוקול המחקר לתקופת הדיווח

• ד"ר מרינה זוסמן (הפקולטה לניהול, אונ' חיפה)	חוקר אחראי
• ד"ר ישראל פינארו (איגוד ערים חיפה) • ד"ר שלומית פז (אונ' חיפה)	שמות חוקרים נוספים ומקומות תעסוקתם
• לא רלוונטי.	סוגי התחלואה שבניתוח
• מפרץ חיפה: מפות אינטרפולציה של ממוצעים (24 שעות) שנתיים של מזהמי-אוויר הנמדדים ע"י תחנות ניטור בנפרד וממוצעים ברמה של אזורים סטטיסטיים. • תל אביב-יפו: (ערכים ממוצעים ברמת האזור). • חדרה: (ערכים ממוצעים ברמת האזור).	רזולוציה מרחבית
אין	קבוצות גיל ומין
• נתוני זיהום אוויר של שנת 2003 בהנחת תקופת חביון של 10 שנים למודול 1. • נתוני זיהום אוויר של השנים 2013-2014 עבור מודולים 2- 5. • חישובי ממוצעים שנתיים בשנים 2003-2014 באזור חיפה בהשוואה לממוצעים בתל אביב ובחדרה.	מסגרת זמן
2015-2020 מדוחות שנתיים ותקופתיים של המשרד להגנת הסביבה	השגת נתונים ומקור הנתונים
• SO_2 , NO_x , PM_{10} , and $PM_{2.5}$ המדווחים בדוחות שנתיים ותקופתיים של המשרד להגנת הסביבה. • בדיקת נתוני מפל"ס לשנים 2012-2014. • בדיקת נתוני דיגום אוויר סביבתי 2007-2014.	מזהמי אוויר - מקורות מידע
מפה של תחנות הניטור הקיימות	נתונים גיאוגרפיים וסוציו - דמוגרפיים

• מיפוי תחנות ניטור. • הערכת רמות זיהום האוויר על פי המזהמים השונים באזור מפרץ חיפה בהשוואה לחדרה ולתל אביב (ברמת האזור). • בחינת שינויים ברמות המזהמים השונים לאורך השנים (2003-2014) באזור מפרץ חיפה בהשוואה לאזורים חדרה ותל אביב. • קביעת דפוסים גיאוגרפיים של זיהום באזור מפרץ חיפה (על פי כל מזהם בנפרד). • בחינת מודלים שונים להערכת רמת הזיהום מחומרים אורגניים נדיפים.	ניתוח
• דו"ח התקדמות – חצי-שנתי; דו"ח מדעי – שנתי.	דיווח

2. פעולות כלליות בתקופת הדיווח

2.1. רכישה וקבלת נתונים בתקופת הדיווח

פירוט	מטרת השימוש	מקור הנתונים	סוגי נתונים
http://www.sviva.gov.il/subjects/Env/SvivaAir/AirQualityData/NationalAirMonitoring/Pages/AirMonitoringReports.aspx	• הערכת רמות זיהום באזור חיפה, תל אביב וחדרה. • בניית מפות של זיהום באזור חיפה.	דוחות שנתיים ותקופתיים של המשרד להגנת הסביבה	נתונים ממוצעים (24 שעות) שנתיים של מזהמי אוויר הנמדדים ע"י מנ"א (מערך ניטור אוויר) בתקופה 2003-2014
http://www.sviva.gov.il/subjects/Env/SvivaAir/AirQualityData/EnvSampling/Pages/default.aspx	• הערכת רמות זיהום האוויר על-ידי מזהמים שאינם מנוטרים דרך קבע ע"י מנ"א באזור חיפה. • בניית מפות זיהום אוויר באזור חיפה, במידה והנתונים יאפשרו זאת.	דוחות של המשרד להגנת הסביבה	נתוני דיגום של מזהמי אוויר שאינם נמדדים ע"י מנ"א. מדידות בשנים 2007-2014

2.2 הכנת פרסומים מדעיים

נושא	חוקרים אחראיים	סטטוס
מאמר מתודולוגי בנושא: "Application of the Double Kernel Density Approach to the Multivariate Analysis of Attributeless Event Point Datasets"	ד"ר זוסמן וד"ר ברויטמן, בהנחיית פרופ' פורטנוב	מבוסס על נתונים שאינם קשורים לפרויקט. התקבל לפרסום בכתב עת: <i>Letters in Spatial and Resource Sciences</i>
"Using Double Kernel Density Approach for the Analysis of Cancer Morbidity in a Large Metropolitan Area"	פרופ' פורטנוב, ד"ר זוסמן, ד"ר קינן-בוקר, ד"ר סילברמן, ד"ר זלמן קאופמן וגב' דווראשווילי	בהכנה

2.3 הצגת הנושאים הקשורים לפרויקט בכנסים לאומיים ובינלאומיים

תאריך ומקום	נושא	חוקרים אחראיים
כנס ERSA, 25-28 לאוגוסט 2015, ליסבון, פורטוגל	הרצאה בנושא: "Using Multivariate Double Kernel Density Approach for Analyzing Health-Related Geographic Databases" במושב: "Urban Environment and Human Health: Novel Investigation" and Monitoring Approaches"	ד"ר זוסמן, ד"ר ברויטמן ופרופ' פורטנוב
כנס האגודה הגאוגרפית הישראלית ה-56, אוניברסיטה העברית, ירושלים	"Application of the Double Kernel Density Approach to the Multivariate Analysis of Attributeless Event Point Datasets"	ד"ר זוסמן, ד"ר ברויטמן ופרופ' פורטנוב

2.4 הסטודנטים המועסקים במודול מחקרי

שם הסטודנט	נושא המחקר	תואר ומועד התחלתו	מנחים
שרית דברשווילי	השפעת זיהום האוויר על תחלואת סרטן באזור מפרץ חיפה עם השוואות ארציות	מ.א. (תזה)	פרופ' פורטנוב, ד"ר ליטל קינן-בוקר וד"ר מרינה זוסמן
תמיר גדות		מ.א. (תזה)	

3. ניתוח ותוצאות

3.1 ניתוח הנתונים

סוג הניתוח	מטרתו
מיפוי תחנות ניטור	למפות את התחנות על גבי מפת האזור לשם ביצוע ניתוחים מרחביים

- הערכת רמות זיהום האוויר באזור המפרץ על פי נתונים שנתיים של כל תחנת ניטור בנפרד וכל מזהם בנפרד. - כל המזהמים שנבחנו נבדקו גם ביחס לערי השוואה - תל אביב וחדרה. - מיפוי של רמות המזהמים השונים באזור מפרץ חיפה בכל שנה בנפרד (בתקופה שבין 2003 עד 2014).	הערכת רמות זיהום אוויר על פי המזהמים השונים באזור מפרץ חיפה. בניית טבלאות וגרפים בהשוואה לאזורים אחרים (תל אביב וחדרה).
לבדוק האם חל שינוי בין השנים במזהמים השונים ובמקומות השונים באזור מפרץ חיפה, בחדרה ובתל אביב.	בחינת שינוי ברמות המזהמים השונים לאורך שנים (2003-2014) באזור מפרץ חיפה בהשוואה לאזורים חדרה ותל אביב.
להעריך ולקבוע את רמת החשיפה האישית (על סמך מדידות מנ"א) לכל אוכלוסייה הנחקרת במודולים השונים.	שיוך של רמות זיהום האוויר באזור מפרץ חיפה לאוכלוסייה אשר נבדקת בכל מודול בנפרד באזור מפרץ חיפה (על פי כל מזהם בנפרד)

3.2. תוצאות:

3.2.1. בחינת השינויים ברמת זיהום האוויר באזור מפרץ חיפה לאורך

השנים.

נספח 6-א' מציג את מספר תחנות הניטור בכל שנה בהפרדה לפי המזהם הספציפי. ניתן לראות את העלייה במספר התחנות המנטרות חלקיקים נשימים בעלי קוטר ארודינמי קטן מ- 2.5 מיקרון ($PM_{2.5}$) באזור מפרץ חיפה מתחנה אחת בשנת 2003 ל-8 תחנות ב-2014. מספר התחנות המנטרות את החלקיקים הנשימים בעלי קוטר ארודינמי קטן מ-10 מיקרון (PM_{10}) ירד מ-9 תחנות ב-2003 ל-3 תחנות ב-2014. מספר התחנות המודדות NO_x ו- NO_2 , עלה מ-10 בשנת 2003 ל-14 תחנות בשנת 2014. מספר התחנות הבודקות את רמת הזיהום מ- SO_2 ירד מ-19 תחנות בשנת 2003 ל-15 בשנת 2014.

ניתן לציין, שלחישוב של גרפים ולצורך השוואה, הוצאו מהתצוגה תחנות ניטור אשר עבדו במשך פחות מ-50% מכל תקופת המחקר (2003-2014). התחנות שהתחילו לנטר בשנים האחרונות הושארו בניתוח.

נתונים על רמות זיהום האוויר המנטר ע"י תחנות מנ"א (מערך ניטור אוויר) מוצגים ב**נספח 6-ב'**, כפי שדווח בדו"חות שנתיים של משרד להגנת הסביבה. הגרף ב**נספח 6-ב'** נבנה על נתונים המבוססים על כל התחנות באזור (כולל תחבורתיות) אשר פעלו בתקופה 2003-2014 (כל שנה נבדקה בנפרד). כפי שניתן לראות מהגרף, לא נראים שינויים מהותיים ברמות הממוצעים השנתיים של זיהום האוויר מחלקיקים נשימים ($PM_{2.5}$ ו- PM_{10}) באזור חיפה בתקופה הנ"ל. ישנה ירידה מתונה בזיהום אוויר מ- NO_x , NO_2 ו- SO_2 . כמעט ולא נצפתה ירידה ברמות האוזון והחלקיקים הנשימים.

נספח 6-ג' מתאר את רמות זיהום האוויר המנטר ע"י תחנות מנ"א (מערך ניטור האוויר) בלי תחנות הניטור התחבורתיות. מהגרף ניתן לראות ירידה קלה בערכים הממוצעים של ריכוז תחמוצות החנקן (NO_x). בהשוואת ממוצעי הריכוז השנתיים של NO_x בין כלל תחנות

הניטור הקיימות (נספח 6-ב') לבין תחנות הניטור הרגילות (לא תחבורתיות) (נספח 6-ג'), נצפו הבדלים קטנים בלבד בריכוזי תחמוצות החנקן NO_x וחנקן דו-חמצני NO_2 , ללא שינוי במגמה הכללית של מזהמים אלו לאורך השנים.

3.2.2. בחינת שינוי ברמות המזהמים השונים בין השנים (2003-2014)

באזור חיפה בהשוואה לאזורים שרון-כרמל וגוש-דן

נספח 6-ד' מציג את היחס בין זיהום האוויר באזור חיפה לעומת גוש-דן. היחס חושב על פי ממוצעי הריכוז השנתיים של כל מזהם בנפרד באזור חיפה ביחס לגוש-דן, בהתבסס על ממצאים שדווחו בדו"חות השנתיים של משרד להגנת הסביבה. על פי מדדי זיהום האוויר המנוטר באופן קבוע, זיהום האוויר הנמדד באזור גוש-דן לרוב גבוה יותר מזה שבחיפה. זה מתייחס לרוב המזהמים למעט אוזון. היחס הנ"ל משתפר לאורך השנים לטובת אזור חיפה. עם השנים חל גם שיפור ברמת האוזון לעומת גוש-דן אך היחס הזה נשאר גבוה יותר באזור חיפה. תמונה זוהי ניתן לראות כאשר מתבוננים במצב הזיהום באזור חיפה לעומת גוש-דן ללא תרומת התחנות התחבורתיות (ראה נספח 6-ה').

נספח 6-ו' מציג את היחס בין זיהום אוויר באזור חיפה לעומת שרון-כרמל. בדומה לחישוב המוצג בנספח 6-ד', היחס חושב על-פי ממוצעי הריכוז השנתיים של כל מזהם בנפרד באזור חיפה ביחס לאזור שרון-כרמל, בהתבסס על ממצאים שדווחו בדו"חות השנתיים של המשרד להגנת הסביבה. על-פי ממצאי הגרף, רמת זיהום האוויר באזור חיפה גבוהה מזו שבאזור שרון-כרמל, בעיקר בתחמוצות חנקן (NO_x) וחנקן דו-חמצני, אולם עם השנים היחס משתפר לטובת אזור חיפה. הזיהום מגופרית דו-חמצנית (SO_2) נמוך יותר באזור חיפה מאשר בשרון-כרמל, עם מגמת ירידה לאורך השנים. עם זאת, ניתן לראות שהיחס ברמות האוזון באזור חיפה עלה מעט בשנים האחרונות בהשוואה לאזור שרון-כרמל. כאשר מנתחים את מדדי זיהום האוויר המנוטרים ע"י תחנות הניטור הכלליות ללא תרומת התחנות התחבורתיות, התמונה הכללית של רמת הזיהום אינה משתנה (ראה נספח 6-ז').

3.2.3. מיפוי של זיהום באזור מפרץ חיפה על פי מדידות (ממוצעים

שנתיים) של תחנות ניטור הקיימות

נספח 6-ח' מציג מפות של רמת הזיהום מחלקיקים נשימים $\text{PM}_{2.5}$ בשנים 2003, 2007 ו-2014. נראה שהרמה הממוצעת השנתית הגבוהה ביותר נצפתה בשנת 2007 באזור נשר וקריית אתא. בשנת 2014 ריכוז החלקיקים הממוצע השנתי נמוך יותר ונוטה לכיוון אחזה וקריית ביאליק.

מפות של רמת הזיהום הממוצעת השנתית מתחמוצות החנקן (NO_x) במדגם של שנים 2003, 2007 ו-2014 מתוארות בנספח 6-ט'.

שלושת המפות מציגות את הריכוזים הגבוהים יותר אשר נמדדו בתחנה התחבורתית בקריית ביאליק. עם זאת, הרמות הממוצעות השנתיות של ריכוזי תחמוצות החנקן נמוכות יותר בשנים 2007 ו-2014 ביחס לשנת 2003.

כאשר בוחנים מפות המתארות את רמת הזיהום הממוצעת השנתית מגופרית דו חמצנית (SO_2) (ראה **נספח 6-י'**) נצפית ירידה בשנת 2014 לעומת שנים 2003 ו-2007. הריכוזים העיקריים נצפו באזור נשר ופארק הכרמל. בשנת 2007 היו ריכוזים גבוהים יחסית באזור קריית חיים וקריית טבעון. בשנת 2014 הריכוזים הגבוהים (אומנם כמחצית מרמתה בשנים 2003 ו-2007) נצפו גם באזור מרכז הכרמל וקריית אתא.

ניתן לציין שמפות אינטרפולציה של כל מזהם נבנו בשיטת IDW (Inverse Distance Weighting) בתוכנת ArcGIS על בסיס של שבע (לפחות) תחנות ניטור ומעלה. במידה ולא היו מספיק תחנות ניטור עם מידע אודות דגימות אויר (פחות משבע תחנות), הניתוח לא נעשה. המפות אשר נבנו מתבססות על מדידות של כל תחנות הניטור (כולל תחבורתיות) ומתבססות על הדוחות השנתיים של המשרד להגנת הסביבה.

הטבלה ב**נספח 6-כ'** משווה יכולת דיוק בין שיטות האינטרפולציה השונות. השיטה IDW נבחרה כשיטה המתאימה ביותר עם טעות ממוצעת יחסית קטנה בבחינת המזהמים השונים.

3.2.4. תרכובות אורגניות נדיפות וחצי נדיפות

מאגר הנתונים של דו"ח "מרשם פליטות לסביבה – מפל"ס" בשנים 2012-2013 של המשרד להגנת הסביבה נבדק, אך נמצא כבלתי-מספק מאחר והוא איננו מאפיין את החשיפה של אוכלוסיית המחקר לזיהום מתרכובות אורגניות נדיפות (VOCs) במקומות השונים באזור.

מאחר ומספר התחנות המנטרות דרך קבע תרכובות אורגניות נדיפות אינו מספיק לביצוע ניתוח ומיפוי רמות הזיהום בצורה מהימנה, אנו בוחנים כעת מודלים שונים לניבוי הפיזור של חומרים אורגניים נדיפים באזור מפרץ חיפה דוגמת מודל land use regression ואחרים.

בנוסף, אנו ממשיכים לעבוד עם מאגר נתונים של דיגומים סביבתיים נקודתיים יומתיים של המשרד להגנת הסביבה. המשרד להגנת הסביבה התחיל לבצע דגימות של חומרים אשר לא מנוטרים באופן קבוע ע"י מנ"א החל משנת 2007. תוצאות הדגימות הללו זמינות באתר של המשרד להגנת הסביבה. ניתן לראות את מפות האינטרפולציה של TVOC (Total Volatile Organic Compounds), בנן ודיכלורומתאן ב**נספח 6-ל'**. המפות מתבססות על דיגומים סביבתיים נקודתיים יומתיים אשר נעשו בספטמבר 2007. הריכוזים הגבוהים בחודש ספטמבר נצפו בעיקר באזורים: קריית חיים וקריית ים, איגוד ערים חיפה ונווה שאנן.

3.3. מסקנות

- באופן כללי, אין שינוי מהותי ברמות זיהום האוויר הממוצעות השנתיות באזור חיפה בתקופה של 2003-2014. עם זאת, קיימת ירידה מתונה במזהמים מסוימים כגון NO_x , NO_2 ו- SO_2 .
- לפי רוב החומרים אשר נמדדים בשטח באופן רציף, זיהום האוויר בחיפה לרוב הינו נמוך מזה שבת"א.
- היחס בין רמת הזיהום בחיפה לבין זיהום האוויר בת"א משתפר לאורך השנים לטובת אזור חיפה (פרט לאוזון).
- כמו כן, לפי רוב החומרים הנמדדים בתחנות הניטור האזוריות, זיהום האוויר באזור חדרה נמוך מזה שבאזור חיפה, אך עם השנים היחס משתפר לטובת חיפה (למעט אוזון).
- קיימת בעיה מהותית של מחסור בנתונים אודות החומרים האורגנים הנדיפים (VOCs). ריכוזם של חומרים אלה אינו נמדד בצורה רציפה בעבר והם אינם נמדדים בהווה ברמה המספקת ביחס לרמת פליטתם לאוויר. מצב זה אינו מאפשר את הערכת החשיפה לחומרים אלה.

3.4 מגבלות

- בשל חשיבות ההערכה של חלקיקים עדינים ($\text{PM}_{2.5}$), בעלי קוטר אווירודינמי הקטן מ-2.5 מיקרון), ולמרות שבשנים מסוימות (כגון 2003) הייתה רק תחנה אחת שמדדה את המזהם, המרנו את ערכי החלקיקים בקוטר אווירודינמי הקטן מ-10 (PM_{10}) מיקרון לחלקיקים עדינים של פחות מ-2.5 מיקרון בעזרת מקדם המרה (0.45). המקדם חושב כיחס של $\text{PM}_{2.5}$ ב- PM_{10} , על סמך ממוצעים שנתיים שנמדדו ע"י תחנות ניטור הקיימות באזור מפרץ חיפה בשנים השונות. מפות אינטרפולציה של חלקיקים עדינים נבנו לאחר ביצוע ההמרה.
- תחנות ניטור של חברת "יפה נוף" המנטרות את זיהום אוויר בכניסה למנהרות הכרמל לא נלקחו בחשבון מאחר וערכיהם לא דווחו בדו"חות השנתיים של משרד להגנת הסביבה.
- לשיטות אינטרפולציה שונות יעוד שונה ויכולת ניבוי שונה. לכל שיטה יתרונות וחסרונות משלה. מספר שיטות אינטרפולציה (כגון IDW, Kriging, Empirical, Bayesian Kriging, Kernel Smoothing) נבחנו בעזרת נתונים של כל מזהם בנפרד בשנת 2003 והשיטה IDW נבחרה כשיטה עם הטעות הממוצעת הנמוכה ביותר יחסית לשיטות אחרות.
- חומרים כגון תרכובות אורגניות נדיפות וחצי נדיפות לא נמדדו באזור מפרץ חיפה בצורה רציפה במקומות השונים, למרות הפליטות המרובות של חומרים אלו כפי שהן מדווחות ע"י משרד להגנת הסביבה.

על הגורמים המוסמכים לפעול על מנת שנוכל להעריך את רמת זיהום האוויר מחומרים אלו.

4. רשימת הנספחים

מס'	כותרת
נספח 6-א'	מספר תחנות ניטור אוויר הפועלות באזור מפרץ חיפה בכל שנה על פי מזהם.
נספח 6-ב'	הממוצעים השנתיים (מק"ג/מ"ק) של כל מזהם בשנים 2003-2014 באזור מפרץ חיפה (על סמך דו"חות שנתיים ותקופתיים של משרד להגנת הסביבה).
נספח 6-ג'	הממוצעים השנתיים (מק"ג/מ"ק) של כל מזהם בשנים 2003-2014 באזור מפרץ חיפה, ללא תחנות ניטור תחבורתיות (על סמך דו"חות שנתיים ותקופתיים של משרד להגנת הסביבה).
נספח 6-ד'	זיהום אוויר באזור מפרץ חיפה ביחס לזיהום אוויר בגוש-דן (כל התחנות).
נספח 6-ה'	זיהום אוויר באזור מפרץ חיפה ביחס לזיהום אוויר בגוש-דן (ללא תחנות תחבורתיות).
נספח 6-ו'	זיהום אוויר באזור מפרץ חיפה ביחס לזיהום אוויר באזור שרון-כרמל (כל התחנות).
נספח 6-ז'	זיהום אוויר באזור מפרץ חיפה ביחס לזיהום אוויר באזור שרון-כרמל (ללא תחנות תחבורתיות).
נספח 6-ח'	מיפוי של רמות זיהום האוויר מחלקיקים נשימים ($PM_{2.5}$) בעלי קוטר אווירודינמי פחות מ-2.5 מיקרון (מק"ג/מ"ק) המנוטרים ע"י תחנות הניטור הקיימות בשנים 2003, 2007 ו-2014.
נספח 6-ט'	מיפוי של רמות זיהום האוויר מתחמוצות החנקן (NO_x) (מק"ג/מ"ק) המנוטרים ע"י תחנות הניטור הקיימות בשנים 2003, 2007 ו-2014.
נספח 6-י'	מיפוי של רמות זיהום אוויר מגופרית דו-חמצנית (SO_2) (מק"ג/מ"ק) המנוטרות ע"י תחנות הניטור הקיימות בשנים 2003, 2007 ו-2014.
נספח 6-כ'	השוואה בין יכולת דיוק של שיטות האינטרפולציה השונות על פי מזהם בשנת 2003.
נספח 6-ל'	דיגום סביבתי נקודתי יממתי של בנזן, TVOC ודיכלורומתאן בספטמבר 2007 ($\mu g/m^3$).

חוקר אחראי:

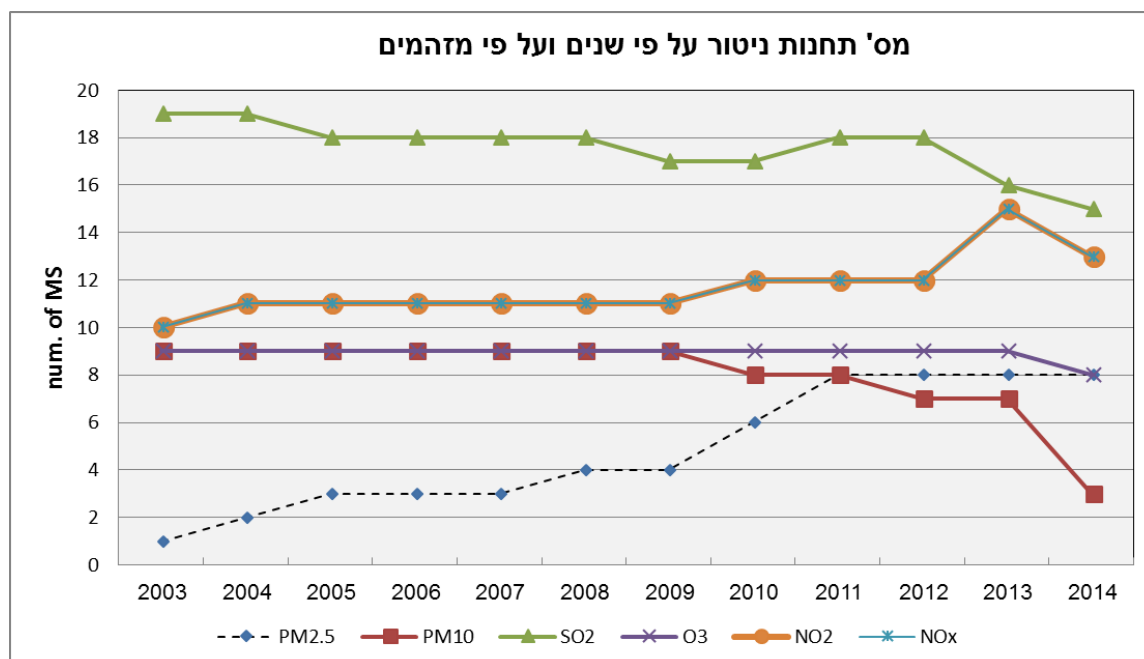
שם, תואר: ד"ר מרינה זוסמן

תאריך: 23.02.2015

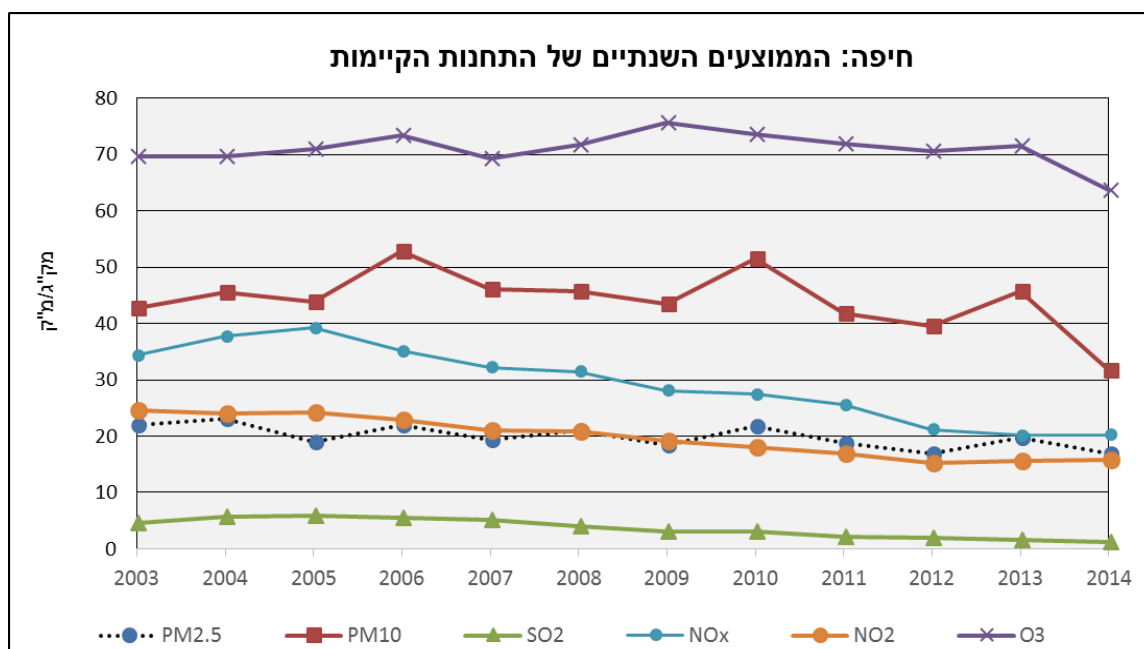
חתימה:

נספחים

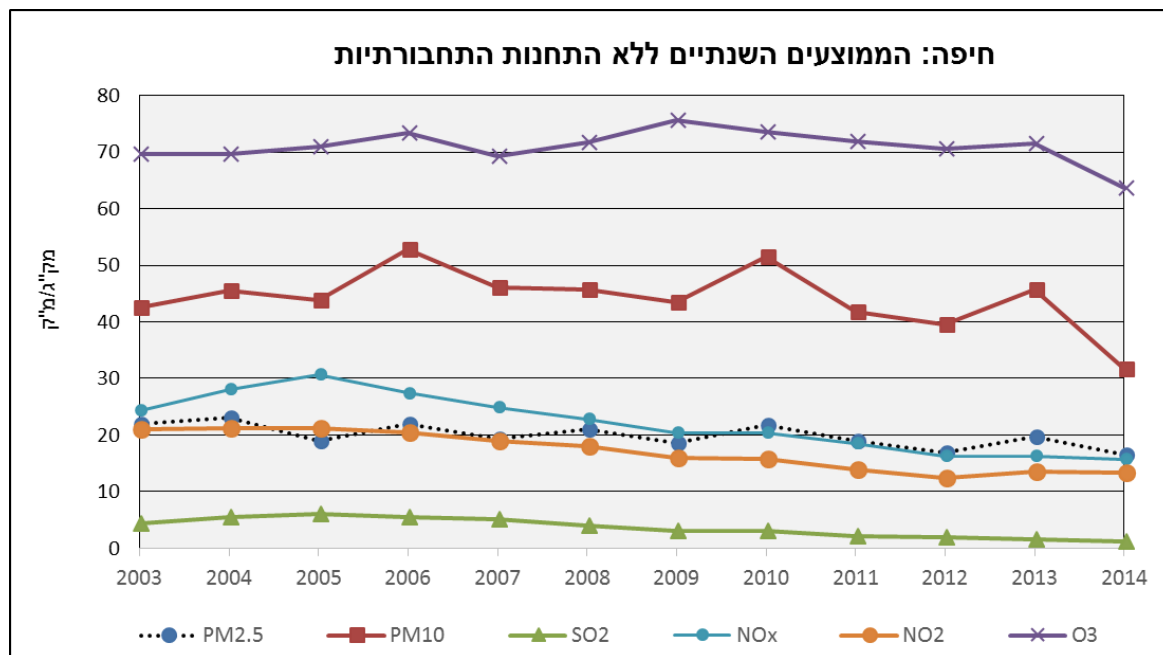
נספח 6-א': מספר תחנות ניטור אוויר שפעלו באזור מפרץ חיפה בכל שנה על פי סוג המזהם (על סמך דו"חות שנתיים ותקופתיים של המשרד להגנת הסביבה).



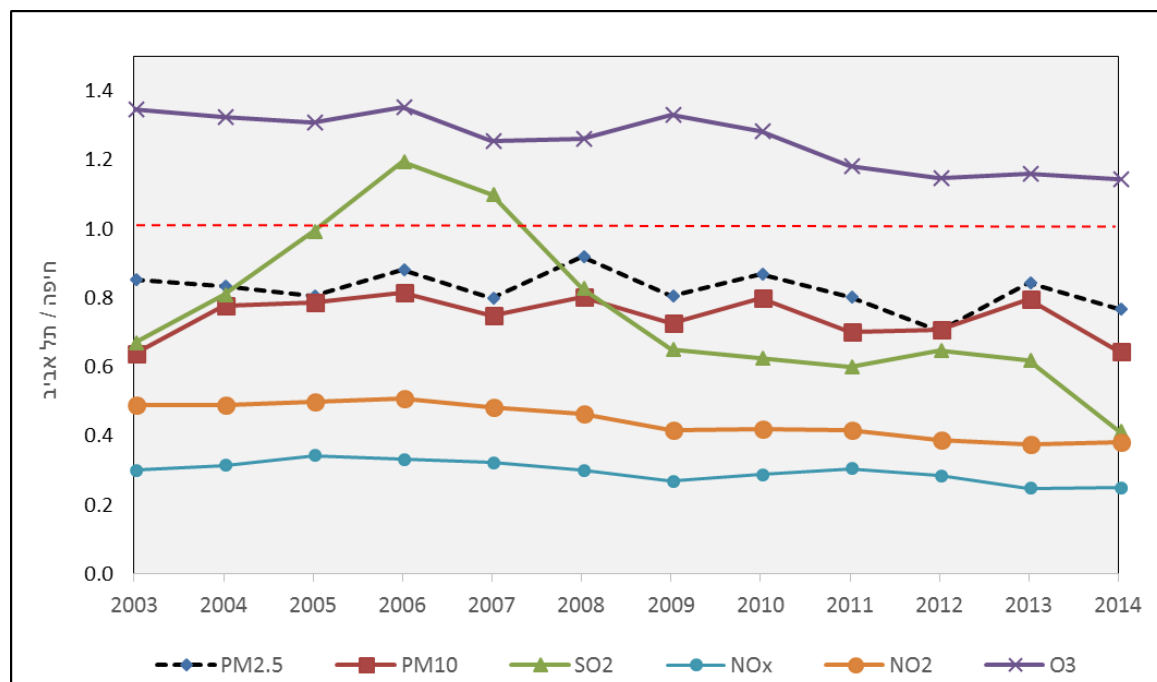
נספח 6-ב': הממוצעים השנתיים (מק"ג/מ"ק) של כל מזהם בשנים 2003-2014 באזור מפרץ חיפה (על סמך דו"חות שנתיים ותקופתיים של המשרד להגנת הסביבה).



נספח 6-ג': הממוצעים השנתיים (מק"ג/מ"ק) של כל מזהם בשנים 2003-2014 באזור מפרץ חיפה ללא תחנות ניטור תחבורתיות (על סמך דו"חות שנתיים ותקופתיים של המשרד להגנת הסביבה)

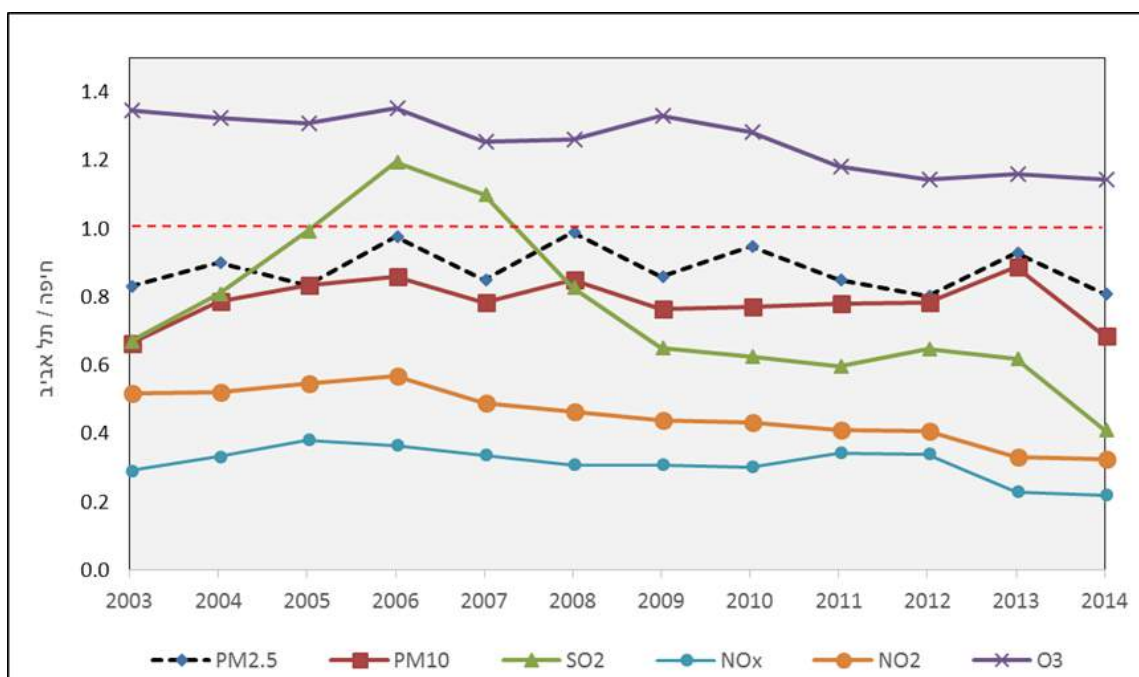


נספח 6-ד': זיהום אוויר באזור מפרץ חיפה ביחס לזיהום אוויר בגוש-דן (כל התחנות) (על סמך דו"חות שנתיים ותקופתיים של המשרד להגנת הסביבה)



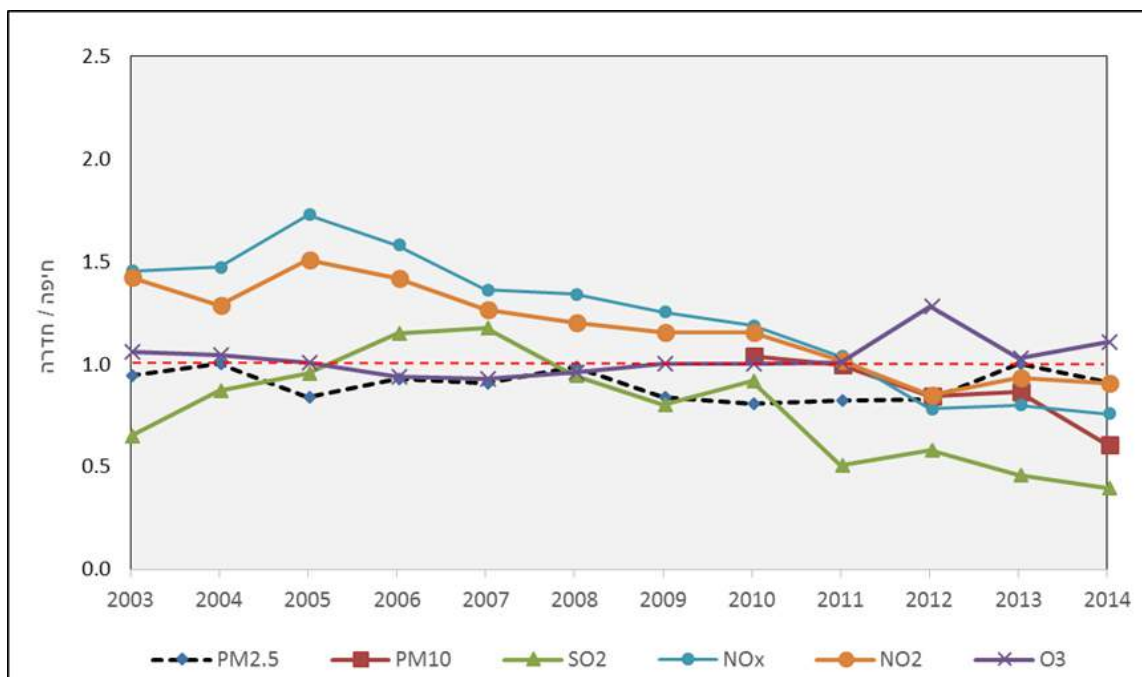
הערה: הקו האדום מציין יחס שווה בין זיהום באזור חיפה לבין גוש-דן. ערכים מעל הקו האדום מצינים רמות זיהום גבוהות יותר באזור חיפה לעומת גוש-דן, כאשר ערכים נמוכים מ-1 מצינים רמות זיהום נמוכות יותר באזור חיפה ביחס לגוש-דן.

נספח 6-ה': זיהום אוויר באזור מפרץ חיפה ביחס לזיהום אוויר בגוש-דן (ללא תחנות תחבורתיות) (על סמך דו"חות שנתיים ותקופתיים של המשרד להגנת הסביבה)



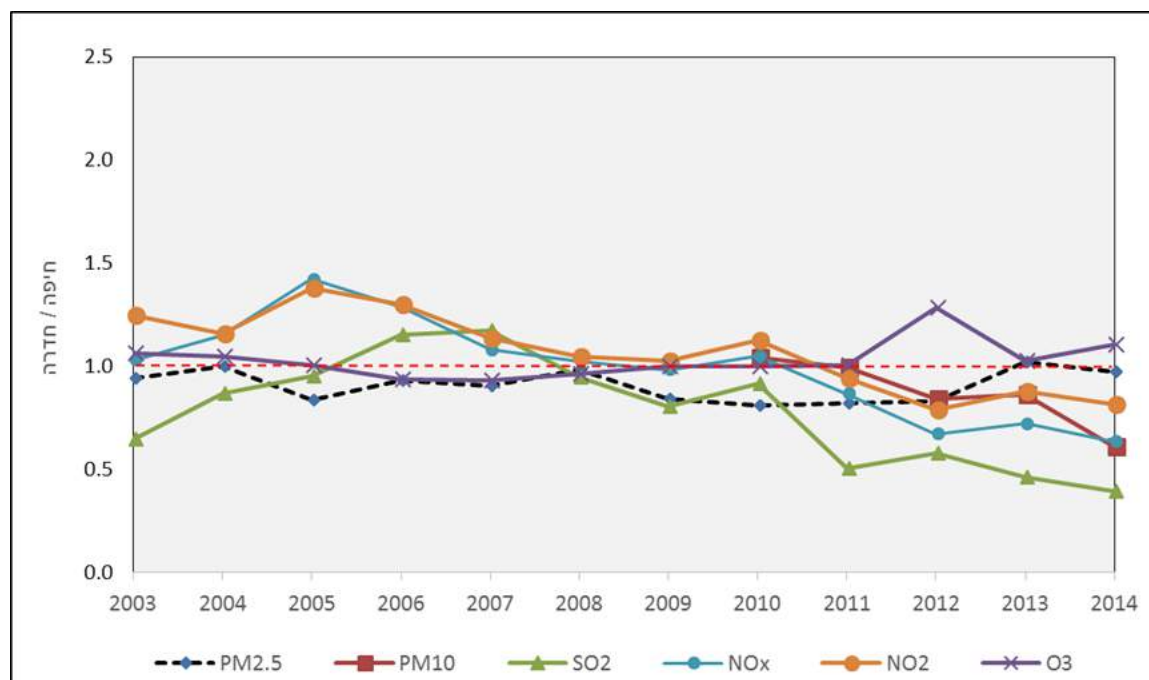
הערה: הקו האדום מציין יחס שווה בין זיהום באזור חיפה לבין גוש-דן. ערכים מעל הקו האדום מציינים רמות זיהום גבוהות יותר באזור חיפה לעומת גוש-דן, כאשר ערכים נמוכים מ-1 מציינים רמות זיהום נמוכות יותר באזור חיפה ביחס לגוש-דן.

נספח 6-ו': יחס בין זיהום האוויר באזור מפרץ חיפה לבין זיהום האוויר באזור שרון-כרמל (כל התחנות) (על סמך דו"חות שנתיים ותקופתיים של משרד להגנת הסביבה)



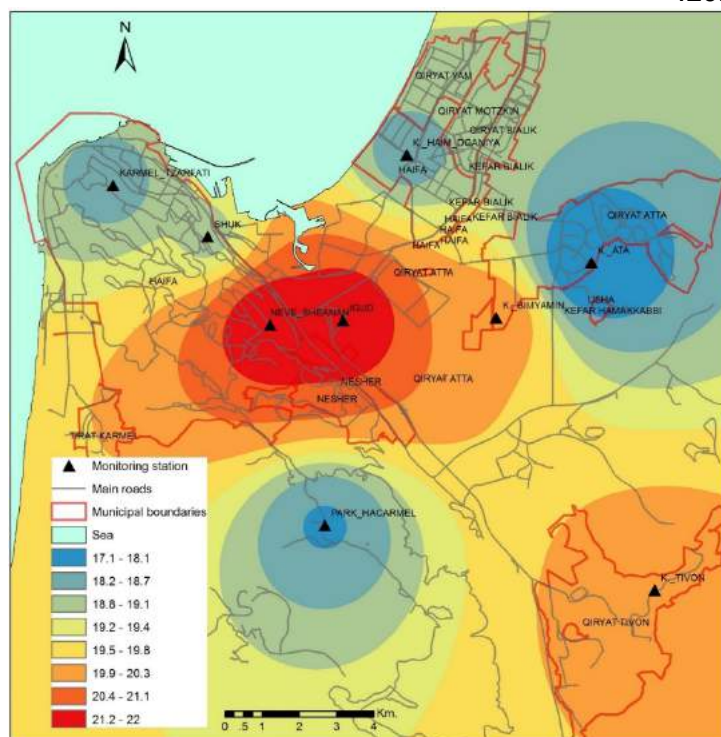
הערה: הקו האדום מציין יחס שווה בין זיהום באזור חיפה לבין שרון-כרמל. ערכים מעל הקו האדום מציינים רמות זיהום גבוהות יותר באזור חיפה לעומת שרון-כרמל, כאשר ערכים נמוכים מ-1 מציינים רמות זיהום נמוכות יותר באזור חיפה ביחס לשרון-כרמל.

נספח 6-ז': זיהום אוויר באזור מפרץ חיפה ביחס לזיהום אוויר באזור שרון-כרמל (ללא תחנות תחבורתיות) (על סמך דו"חות שנתיים ותקופתיים של המשרד להגנת הסביבה)

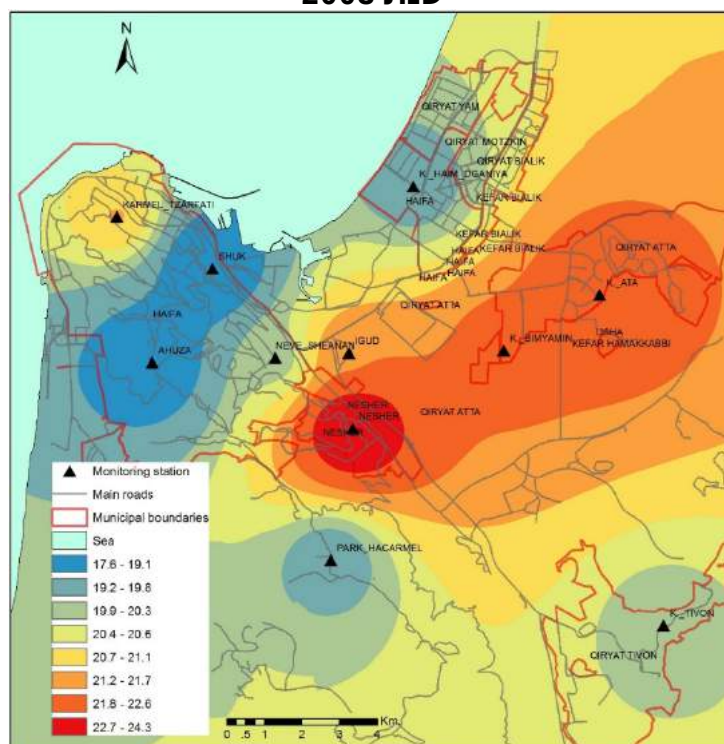


הערה: הקו האדום מציין יחס שווה בין זיהום באזור חיפה לבין שרון-כרמל. ערכים מעל הקו האדום מציינים רמות זיהום גבוהות יותר באזור חיפה לעומת שרון-כרמל, כאשר ערכים נמוכים מ-1 מציינים רמות זיהום נמוכות יותר באזור חיפה ביחס לשרון-כרמל.

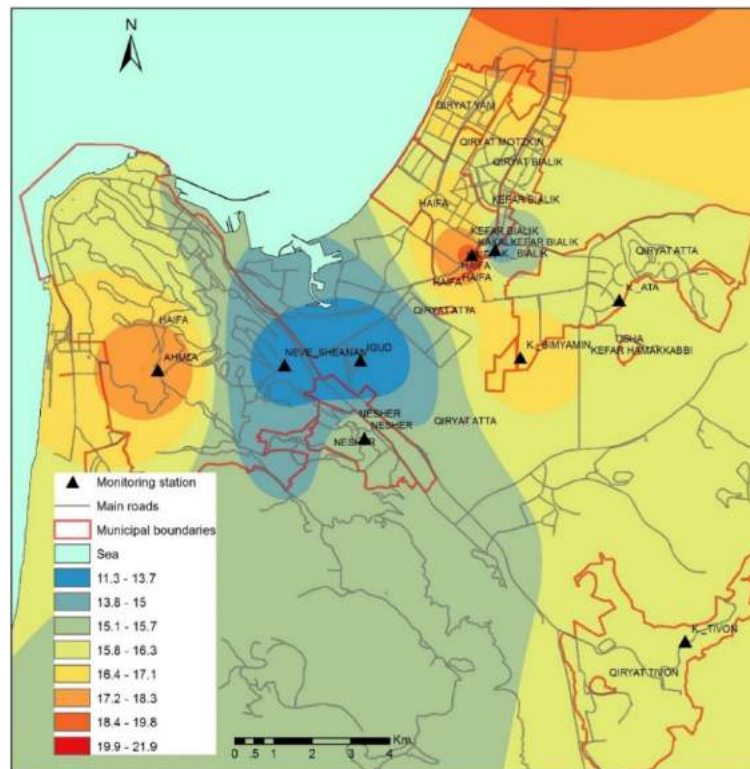
נספח 6-ח': מיפוי של רמות זיהום האוויר מחלקיקים נשימים בעלי קוטר אווירודינמי של פחות מ-2.5 מיקרון ($PM_{2.5}$) (מק"ג/מ"ק) המנטרים ע"י תחנות הניטור שפעלו בשנים 2003, 2007 ו-2014.



שנת 2003



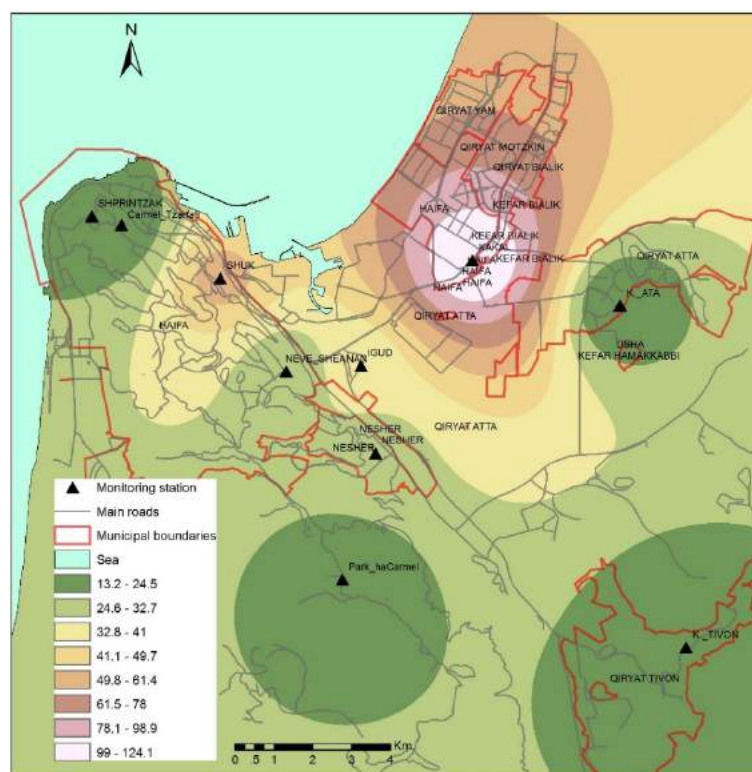
שנת 2007



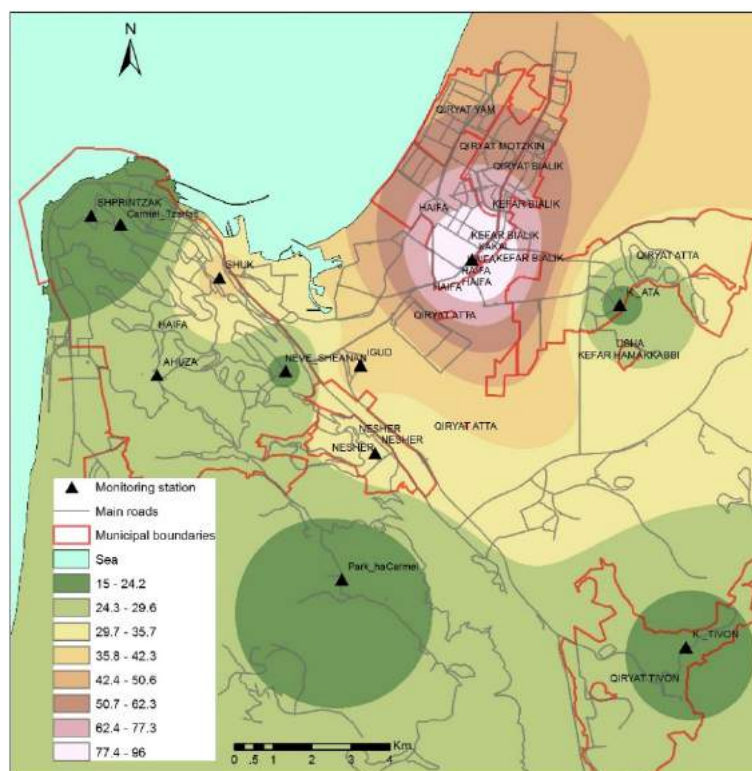
שנת 2014

*תחנות אשר לא מדדו רמות של PM_{2.5} אך מדדו רמות PM₁₀, הומרו לרמות PM_{2.5} על-פי מקדם המרה (0.45).

נספח 6-ט': מיפוי רמות זיהום האוויר מתחמוצות החנקן (NO_x) (מק"ג/מ"ק), הנמדדות ע"י תחנות ניטור שפעלו בשנים 2003, 2007 ו-2014.

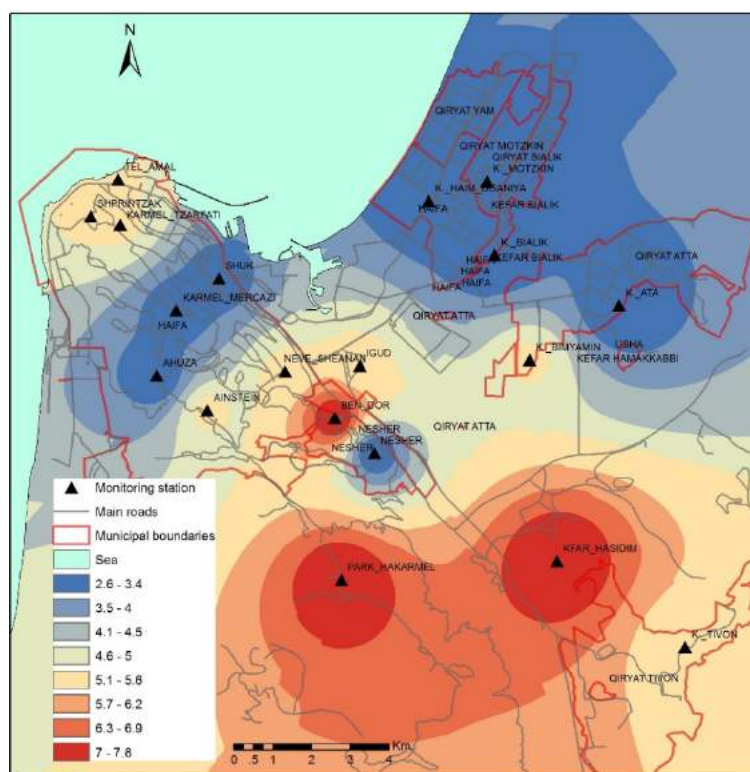


שנת 2003

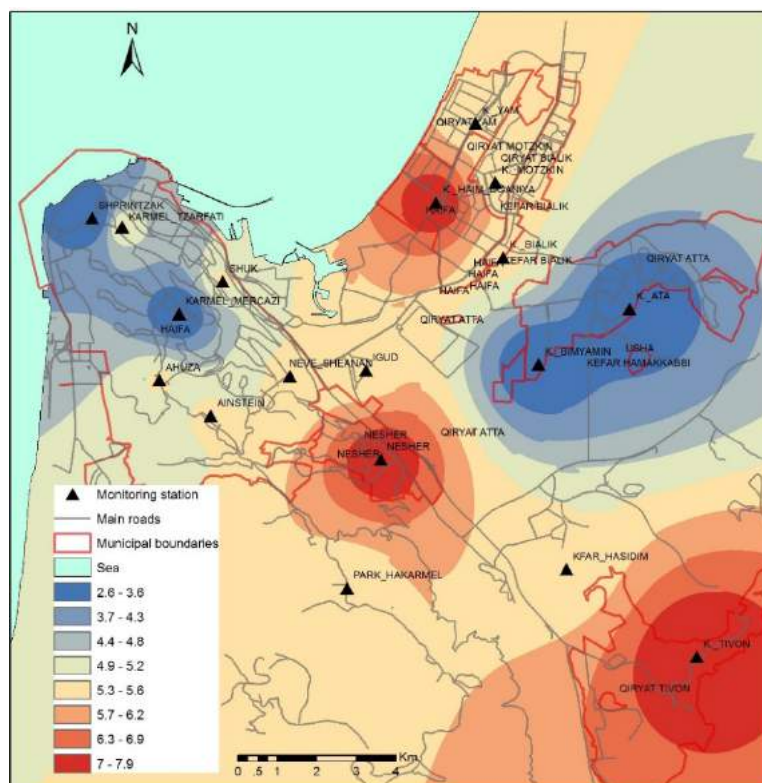


שנת 2007

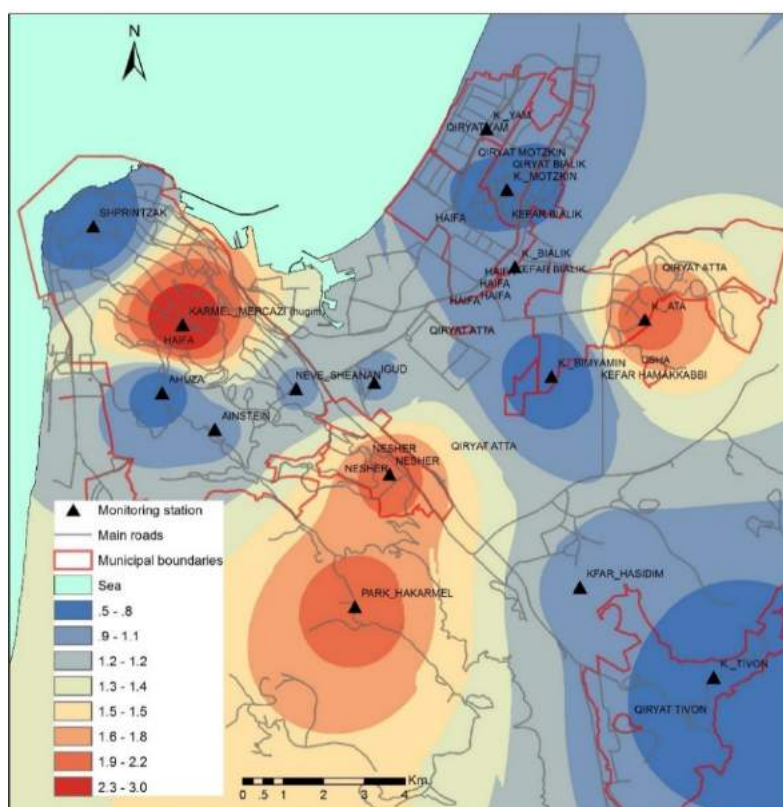
נספח 6-י': מיפוי רמות זיהום האוויר מגופרית דו-חמצנית (SO_2) (מק"ג/מ"ק) הנמדדות ע"י תחנות ניטור שפעלו בשנים 2003, 2007 ו-2014.



שנת 2003



שנת 2007

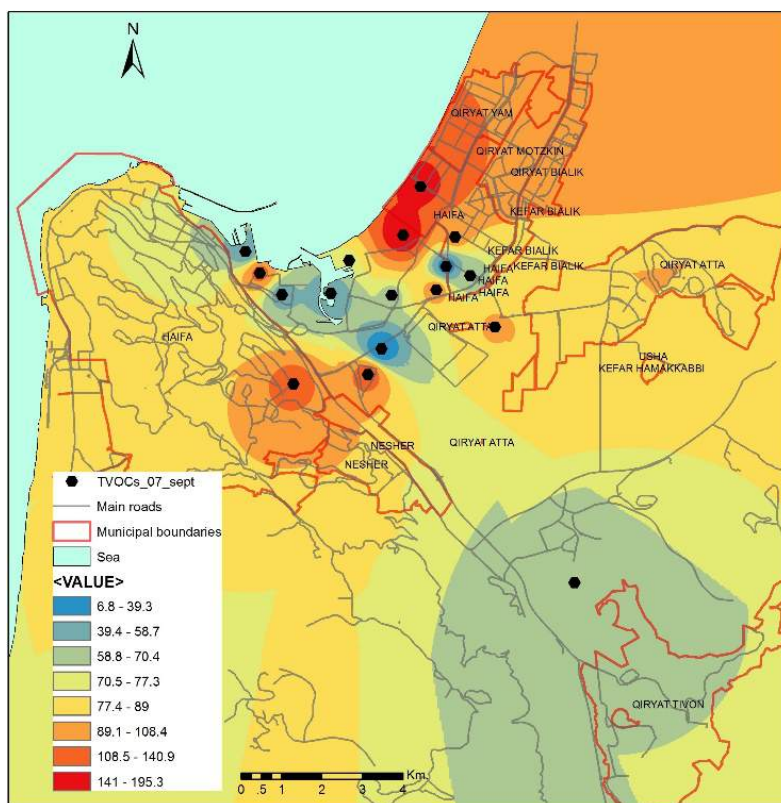


שנת 2014

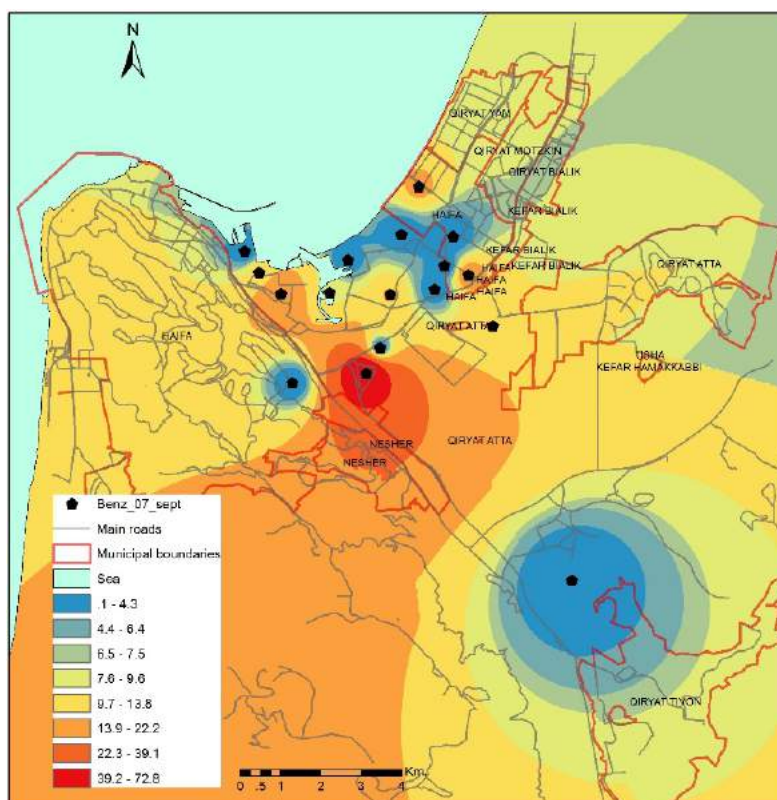
נספח 6-כ': השוואה בין יכולת הדיוק של שיטות האינטרפולציה השונות על פי מזהם בשנת 2003. הערכים מוצגים ביחידות של מיקרו-גרם למטר מעוקב.

Pollutants	Mean Error	Max. mg / m3	Min. mg / m3	Methods
SO₂_2003	-0.016	7.86	2.62	Kriging
	-0.031	7.86	2.62	IDW
	-0.007	7.86	2.62	Empirical Bayesian Kriging
	0.05	7.86	2.62	Kernel Smoothing
PM_{2.5}_2003	-0.002	17.1	22.05	Kriging
	0.458	17.1	22.05	IDW
	NA	17.1	22.05	Empirical Bayesian Kriging
	-0.387	17.1	22.05	Kernel Smoothing
NO_x_2003	-2.056	13.16	124.08	Kriging
	-0.301	13.16	124.08	IDW
	0.209	13.16	124.08	Empirical Bayesian Kriging
	4.964	13.16	124.08	Kernel Smoothing

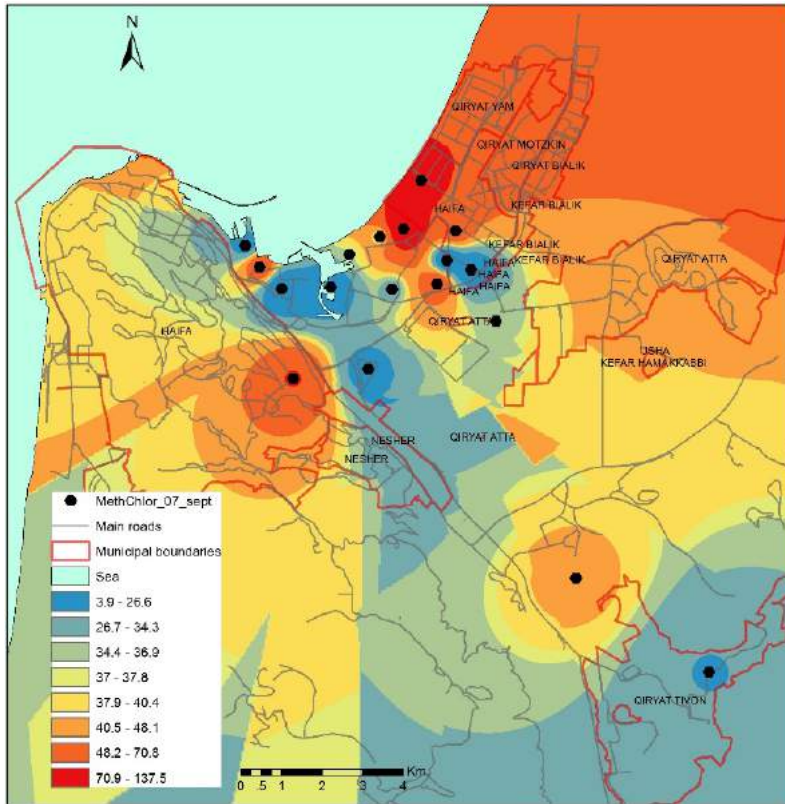
נספח 6-ל': דיגום סביבתי נקודתי יממתי של TVOC, בנזן ודיכלורומתאן.
ספטמבר 2007 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



TVOC



בנזן



דיכלורומתאן (מתילן-כלוריד)

סיכום ומסקנות

(סיכום ממצאי הדו"ח השנתי מרץ 2015 – פברואר 2016)

1. הקשר בין היארעות סרטן באזור מפרץ חיפה לזיהום האוויר

- 1.1. שיעורי סרטן הריאה ו-NHL באזור מפרץ חיפה הינם גבוהים יותר מהממוצע הארצי, אך דומים למדי לשיעורי הסרטן באזורים מטרופוליטניים אחרים שבניתוח – כגון תל-אביב וחדרה.
- 1.2. בשני אזורים ריכוז חולי סרטן הריאה גבוהים במיוחד: חלק מהקריות הסמוכות לאזורי תעשייה; הדר התחתון ורכס הכרמל.
- 1.3. מוקדים עם ריכוז גבוה במיוחד של מקרי סרטן: חלק מהקריות הסמוכות לאזורי תעשייה; מרכז הכרמל והדר; דרום-מערב חיפה; ודרום-מזרח קריית טבעון.
- 1.4. מוקדים של תחלואה מוגברת בקרב אוכלוסיות צעירות (נשים וגברים עד גיל 65): מרכז הכרמל; דרום-מזרח קריית טבעון; חלק מהקריות הסמוכות לאזורי תעשייה.
- 1.5. על פי הערכתנו, תרומתם היחסית של הקרבה לתעשייה ושל זיהום האוויר הנמדד לתחלואת סרטן ריאה וסרטן NHL באזור מפרץ חיפה מהווה כ-20%-22% (תלוי בסוג הסרטן).

2. מצב בריאותם של תינוקות ונשים בהריון באזור והקשר לזיהום האוויר

- 2.1. "נקודות חמות" (Hotspots) של היקפי ראש נמוכים וגם של משקלי לידה נמוכים נראות מצפון ומדרום לאזור התעשייה.
- 2.2. נמצא קשר מובהק וחיובי בין המרחק מאזור התעשיות ומשקל לידה מוקטן והיקף ראש קטן.
- 2.3. לא נמצא קשר מובהק בין חשיפה ל- NO_x ומזהמים אחרים ובין ירידה במשקל הילוד והיקף ראש הילוד.

3. מגמות ושינויים בתחלואת אסתמה בקרב ילדים והקשר עם זיהום האוויר

- 3.1. שיעור האסתמה בקרב ילדים בגילאי 6-14 עומד על 2.2%-3.3%.
- 3.2. באזור מפרץ חיפה שיעורי האסתמה הם 2.6%, בתל אביב 2.2% ובחדרה 3.3%.
- 3.3. ישנם שלושה אזורים בהם ריכוז ילדים חולי האסתמה גבוהים במיוחד: חלק מהקריות הסמוכות לאזורי תעשייה; העיר התחתית ורכס הכרמל; צפון מערב קריית טבעון.

3.4. זיהום האוויר הנמדד, קרבה לתעשיות ולכבישים ראשיים מהווים כ-16% מאחוז השונות המוסברת לתחלואת אסתמה באזור מפרץ חיפה בקרב ילדים בגילאי 6-14.

4. תחלואת אסתמה בקרב מתגייסים לצה"ל

4.1. קשר מובהק נמצא בין הקרבה למתחם המפעלים הפטרוכימיים לבין עודף תחלואה באסתמה בקרב מתגייסים לצה"ל.

4.2. קיימת מגמה של שכיחות אסתמה גבוהה יותר בסמיכות לאזורי תעשייה ו/או צירי כבישים ראשיים.

4.3. נמצא קשר בין משתנים סוציו-דמוגרפיים לתחלואת אסתמה: שכיחות אסתמה גבוהה יותר בקרב בני נוער שנולדו בארץ לעומת אלה שלא נולדו בארץ; קיים סיכון גבוה יותר לאסתמה בקרב בני נוער עם עודף משקל ותת משקל; מצב כלכלי-חברתי נמוך הנו סיכון לאסתמה. אנשים עם מחלות אלרגיות בדרכי נשימה עליונים ודרמטיטיס גם כן בעלי עודף סיכון להתפתחות אסתמה.

4.4. מהעבודה מסתמן שאת הערכת הקשר בין התחלואה לחשיפה ממקורות תעשייתיים ניתן לחשוף באמצעות מודלים המתבססים על ריבוע המרחק ממקור הזיהום.

5. ניטור ביולוגי של אפקט זיהום האוויר

5.1. נכון ל-2/2016, עדיין אין נתונים.

6. ניטור איכות אוויר

6.1. אין שינוי מהותי ברמת זיהום האוויר באזור חיפה בין השנים 2003-2014.

6.2. היחס בין רמת הזיהום בחיפה לבין זיהום האוויר בת"א משתפר לאורך השנים לטובת אזור חיפה (פרט לאוזון O_3).

6.3. זיהום האוויר באזור חדרה נמוך מזה שבאזור חיפה, אך עם השנים היחס משתפר לטובת חיפה (פרט לאוזון O_3).

6.4. קיימת בעיה מהותית של מחסור בנתונים אודות החומרים האורגנים הנדיפים (VOCs). ריכוזם של חומרים אלה באוויר אינו נמדד בצורה רציפה בעבר והם אינם נמדדים בהווה, למרות חשיבותם, ולמרות הימצאותם באוויר. מצב זה אינו מאפשר את הערכת החשיפה לחומרים אלה.

7. סיכום כללי (שנה ראשונה מתוך חמש שנים: 2015-2020)

7.1. לא נמצא עודף תחלואה משמעותי באזור מפרץ חיפה בהשוואה לערים תל-אביב וחדרה.

- 7.2. בתוך אזור מפרץ חיפה נמצאו מספר נקודות חמות באופן עקבי: בחלק מהקריות סמוך לאזור התעשייה, רכס הכרמל וקריית טבעון.
- 7.3. בכל המודולים הנחקרים נמצאו ממצאים קונסיסטנטיים למיקום הגיאוגרפי של התחלואה.

EPIDEMIOLOGICAL MONITORING OF THE HAIFA BAY AREA: 2015-2020

1st Year report

ABSTRACT

Background

Measured air pollution in the Haifa Bay Area (HBA) has been declining in the past decades. However, there is still uncertainty whether these positive changes are accompanied by significant reduction in morbidity and improve health status of the local residents.

Data of the health status of the Haifa Bay Area (HBA) residents are rarely published and the actual epidemiological situation in the HBA is largely unknown. Although there are some indications that cancer morbidity in the area has started to drop after the year 2000, it is unclear whether these changes signify a sustained trend or just temporary fluctuations.

Research Goal and Objectives

The study aims to determine whether the ongoing reduction in air pollution, observed in the recent years in the HBA, resulted in a sustained improvement of the health status of its residents.

Specific objectives of the study are:

- To determine the geographic patterns and prevalence rates of population morbidity in the HBA, relative to the cities of Tel Aviv and Hadera, used in the study as comparative baselines;
- To monitor prospectively annual changes in the geographic patterns of population morbidity and morbidity prevalence rates across the HBA relative to the “baseline” cities of Hadera and Tela Aviv;
- To investigate the strength of association between population morbidity and air pollution in the HBA;
- To trace annual changes in the strength of association between the observed population morbidity and air pollution exposure in the HBA.

Monitoring Approach

The present health-monitoring project uses existing health monitoring data sources that are computerized and readily available.

The project includes six research subtopics (monitoring modules) and analyses cancer incidence, health status of the newborn, children's asthma morbidity, and asthma risk among the IDF conscripts. In addition, biological monitoring of air pollution impact will be performed. The last module is air quality monitoring section which supporting

module for other modules in the project, supplying these modules with relevant air pollution information.

Subtopic 1: Cancer incidence in the Haifa Bay area and its association with air pollution (Prof. B.A. Portnov (PI; University of Haifa); Prof. B. Reiser; Dr. I. Dattner, Dr. L. Keinan-Boker, Dr. B. Silverman, Dr. M. Zusman, Dr. Z. Kaufman, Mr. H. Ship, Ms. N. Rybnikova, Ms. A. Svechkina, Ms. S. Davarashvili).

The first module analyses lung and NHL cancer incidence in the Haifa Bay area in 2012 and its association with air pollution and other environmental attributes and compares the incidences rates of the subject cancer types with the incidence rates of these cancers in the Tel Aviv and Hadera metropolitan areas. Non-parametric tests and multivariate analyses were performed to examine the associations between cancer types under study and environmental conditions in the HBA. In addition, geospatial analysis was used to identify potential cancer hotspots.

According to the results of the analysis, age and sex adjusted standardized incidence rates of lung and NHL cancers in the HBA in 2012 were higher than the national averages but similar to the rates of these cancers in other metropolitan areas under comparison (Tel Aviv and Hadera). However, the study detected a number of hotspots with elevated cancer incidence rates. These hotspots are located in the Krayot area near the industrial zone, around the Carmel ridge, and in the southwestern part of Kiryat Tivon.

According to our estimates, residential proximity to industrial areas and air pollution (measured by the existing monitoring network) help to explain up to 20-22% of the observed variation of lung and NHL cancer incidence rates (depending on the cancer type). The absence of data on air pollution (and/or soil contamination) by volatile and semi-volatile organic compounds makes the analysis of the association between these types of air pollution with cancer morbidity unfeasible.

Subtopic 2: Health status of the newborn in the Haifa-bay area and its associations with air-pollution (Dr. I. Kloog (PI; Ben-Gurion University for the Negev); Prof. B. A. Portnov, Prof. J. Schwartz).

The module analyses the health status of the newborn in the Haifa Bay area (HBA) and its association with air pollution and other environmental attributes. The data on 6,614 newborns were received from the Ministry of Health computerized system, and 5,702 records were successfully geocoded. Non-parametric tests and multivariate analyses were performed to examine the link between the health status of the newborn (measured by birth weight and head circumference at birth) and environmental conditions in the study area, controlled for several individual level attributes of the newborn and their families. In additions, geospatial analysis was performed to identify potential hotspots.

Several hotspots of low birth-weight and head circumference were identified. These hotspots are located around the Carmel ridge and in the Krayot, near the industrial

zone. The multivariate regression analysis revealed significant associations between the observed health status of the newborn and several environmental variables, including proximity to the main thoroughfare roads and proximity to the industrial zone.

Subtopic 3: Trends and changes in children's asthma morbidity and its associations with air-pollution (Prof. K. Karkabi (PI); O. Steinberg, S. Vinker and Prof. B.A. Portnov)

This module studied the trends of asthma morbidity in children, based on Clalit health services database. Population of 6 to 14 years old children was mapped using GIS tools. Asthma incidence was measured either using the diagnosis of asthma by a physician or based on the prescription of medications for asthma. The associations between asthma morbidity and air pollution were assessed using non-parametric tests and multivariate analysis tools. Geospatial analysis was performed to identify potential hotspots. Rates of asthma in children in three metropolitan areas (Tel-Aviv, Hadera and the Haifa bay area) were also assessed and mutually compared with asthma incidence rates observed in the HBA.

Asthma rates among the study population were estimated to be between 2.2% and 3.3%. Asthma rates in Hadera were found higher than those in the HBA. The measured air pollution and distances to industries and main roads helped to explain up to 26% of the asthma cases among children in the Haifa bay area. Geospatial analysis revealed 3 areas with elevated asthma rates: the Carmel ridge, the lower city, Kiryot and the north-western part of Kiryat-Tivon.

Subtopic 4: Assessment of the asthma risk among the IDF conscripts (Prof R. Carel (PI); Prof. B.A. Portnov, Ms. N. Greenberg, Dr. A. Tiktinski)

The fourth module assesses the asthma risk among the IDF conscripts in the Haifa Bay Area (compared to Tel Aviv and Hadera metropolitan areas). The main objective of the module is to identify asthma incidence risk among the IDF recruits who live in the HBA and to investigate the association of the observed asthma risks with air pollution to which the conscripts were exposed prior to their recruitment. Non-parametric tests and multivariate analyses and, in addition, geo-spatial analysis were performed to examine this association.

Results: under review of data safety board of the Israel Defense Forces.

Subtopic 5: Biological monitoring of air pollution impact (Prof. L. Fireman (PI; University of Tel Aviv); Dr. A. Bar-Shai, Dr. G. Eliyahu, Dr. P. Chuwers and Prof. I. Udasin)

The goal of this study module is to analyze the actual exposure of adults in the HBA through biological monitoring of a cohort of residents, represented by students and policemen. The study aims to demonstrate the actual levels and chemical composition of air pollutants accumulated in the bodies of young, healthy subjects. Helsinki and ethics committees have already approved the procedure for this research. The study will start in 2016.

Subtopic 6: Air quality monitoring (supporting module) (Dr. M. Zusman (PI; University of Haifa); Dr. S. Paz, Dr. I. Finero and Mr. Tamir Gadot)

This module provides support to other study modules: it assembles maps and analyzes air pollution in the HBA, using data reported by the local Air Quality Monitoring Stations (AQMS). The module summarizes the annual 24h averages of SO₂, NO_x, PM₁₀, and PM_{2.5} air pollutants for individual AQMSs located in the study area.

According to our results, there were no fundamental changes in average annual concentrations of the above mentioned air pollutants during the period of 2003-2014, albeit some decrease in the annual concentrations of NO_x and SO₂ was detected. On the overall, the observed levels of the subject air pollutants were found to be lower than those in the Greater Tel Aviv area and similar to those in the Hadera metropolitan area.

Relatively to Tel Aviv and Hadera, the measured air pollution levels in the HBA appear to have improved over the study span. However, due to the lack of information on volatile organic compounds (VOCs), which are not continuously measured by local AQMSs, we were unable to estimate and map concentrations of these pollutants and analyze them in conjunction with the observed morbidity patterns.