

דצמבר 2011

## הקשר בין זיהום אוויר לממצאים בריאותיים – סקירת הידע העדכני בישראל

### חיברו וערכו:

ד"ר איזבלה קרקיס

ד"ר יוני דובנוב

ד"ר תמר ברמן

ד"ר מיכאל גדלביץ

פרופ' איתמר גרוטו

## הקשר בין זיהום אוויר לממצאים בריאותיים – סקירת הידע העדכני בישראל

### תקציר

משרד הבריאות סיכם לאחרונה נתוני מחקרים אשר בוצעו בישראל על מנת לבחון את הקשר בין זיהום אוויר לבריאות הציבור באזורים שונים בארץ. עיקרי המחקרים מפורטים בנספח מספר 1. מטרת מסמך זה להביא נתונים ועדויות למצבי בריאות שניתן לשייך אותן, ברמת סבירות גבוהה, לזיהום אוויר. מוצגת התייחסות לפי אזורי הארץ השונים.

ירושלים: לא נמצאו עבודות מחקר הבודקות קשר בין ריכוז מזהמי אוויר לבין תופעות בריאותיות אשר בוצעו בשנים האחרונות. תל אביב רבתי: בשנים האחרונות התפרסמו מספר עבודות מחקר העוסקות בתחלואה ותמותה ממחלות לב וכלי דם: מאפייני תחלואה, פרוגנוזה בחולים אלה לאורך זמן ומאפייני תמותה הקשורה לאוטם שריר הלב. המחקר התבסס על תקופת מעקב ארוכה יחסית. לא התקבלו ממצאים בעלי מובהקות סטטיסטית המצביעים על השפעה של מזהמי אוויר על תחלואה או תמותה ממחלות אלו. לעומת זאת, מחקרים שבדקו תחלואה נשימתית באזור הצביעו על ממצאים משמעותיים מבחינה סטטיסטית. מחקר אחד בדק פניות לחדר מיון בהקשר למזהמי אוויר בתקופה של 2001-2004. שני מחקרים אחרים בדקו תגובות בריאותיות קצרות טווח למזהמי אוויר בתקופות 2002-2007 ו-2003-2006. בנוסף, במהלך 2000-2006 הוצגו ממצאים המצביעים על הקשר למומים המולדים במערכת הלב וכלי דם (Congenital Heart Defect - CHD) הנחשבים כמומים מולדים העשויים להיות קשורים לחשיפות סביבתיות. חיפה והקריות: למרות השיפור שחל וההפחתה היחסית בזיהום האוויר בשנים האחרונות, הצטבר מידע מחקרי המצביע על קשרים אפשריים בין זיהום האוויר להשפעות על בריאות הציבור. לפי הנתונים של משרד הבריאות, שיעור ההימצאות של מחלות לב וריאות גבוה יחסית בנפת חיפה בהשוואה לממוצע הארצי. מחקר שבוצע ב-2009 מראה קשר בין לימפומה נון-הודג'קין לבין זיהום אוויר ממקור תחבורה. מחקרים נוספים מצאו קשר בין תחלואת ריאות בקרב גברים ובילדים בני 14 – 6 שנים לבין חשיפה למזהמי אוויר. כעת נמצא בשלבי סיום מחקר שבדק את הקשר בין זיהום אוויר לבין משקל לידה ובו מוצג קשר בין זיהום אוויר למשקל לידה נמוך בשכבות סוציאקונומיות נמוכות. אזור הנגב והדרום: המחקר הגדול אשר בו סוכמו נתונים בריאותיים משנת 1995 נעשה על פי בקשת משרד הבריאות. רוב המחקרים בוצעו בשיטת מחקר אקולוגית הנחשבת כשיטת הערכת הקשר הבעייתית ביותר. בעקבות הסקר בוצעו מחקרים נוספים. במחקר שבו נבדק קשר בין גורמים מטאורולוגיים, מזהמי אוויר ותוצאות של הלידות התבסס על תקופה של 1999-2010 התקבל קשר בין משקל לידה נמוך לגיל ההריון לבין חשיפה ל- $SO_2$ ,  $CO$ ,  $O_3$  ובין לידות מוקדמות לבין  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $O_3$ . בעבודת מחקר אחרת הוצג קשר בין מחלות לב איסכמיות, מחלות נשימתיות ומחלות נוירולוגיות לבין חשיפה למזהמי אוויר ממקור תחבורתי ומצב סוציו-אקונומי בתקופה של 2003-2007. חלק ממחקרי המשך הצליחו לזהות את השינויים בתוצאים בריאותיים המוסברים על ידי ירידה בחשיפה למזהמי אוויר. מחקר אחד הראה שינוי בהמצאות הקשר בין חשיפה לפליטות מאתר תעשייתי לבין נתוני אשפוז עקב מחלות בדרכי הנשימה ומחלות לב וכלי דם. מחקר אחר סיכם נתוני תמותה באוכלוסיית מחוז דרום במהלך 2008-2010. על פי נתוני הניטור לא נמצא קשר בין ממוצע רכיז היומי של מזהמי אוויר לבין תמותה כללית באוכלוסיית הנגב. אזורים גאוגרפיים אחרים בארץ: פורסמו מחקרים על אוכלוסיית חדרה המצביים על הקשר בין התפתחות השינויים בתפקודי ראות בילדים לבין חשיפה סביבתית ארוכת טווח. מידע על תוצאים בריאותיים הקשורים לחשיפה סביבתית באזור אשקלון התפרסם לראשונה ב-2004. בימים אילו מתבצע מחקר בבית חולים ברזילי במטרה לכמת את הקשר בין

חשיפה למזהמי אוויר לבין תופעות בריאותיות אקוטיות. ממצאים ראשוניים מצביעים על קשרים בין ערכי  $PM_{2.5}$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$  לבין בעיות בדרכי הנשימה העליונות, מחלות בדרכי הנשימה, בעיות קרדיו-וסקולריות. **על בסיס המידע שפורסם עד כה ניתן לסכם: במדינת ישראל קיימים הבדלים במצבי בריאות בין האזורים השונים אשר חלק מהבדלים מוסברים על ידי הבדלים משמעותיים בריכוזים משמעותיים של מזהמי אוויר שונים.**

עם זאת, ניתן להבין את המורכבות של המחקרים האפידמיולוגיים בתחום בריאות הסביבה, ובעיקרם: הצגת הקשרים בין חשיפה המורכבת ממספר מזהמי אוויר לבין תוצאים בריאותיים שונים; הגדרת חשיפה המבוססת על מדידות של החומרים המנוטרים באופן שגרתי על ידי משרד להגנת הסביבה, ואין מידע על חשיפה פרטנית של הנחקרים; לאורך זמן רמת חשיפה למזהמי אוויר עשויה לרדת, אך עדיין שילוב של מספר החומרים המנוטרים בערכים הנמוכים, עלול לגרום לתופעות בריאותיות בלתי רצויות. איסוף מידע על תוצאים בריאותיים קצרי טווח הוא מורכב וכולל בתוכו הטיית משמעותיות. מידע מסוג זה כמעט שלא זמין. מידע על תוצאים בריאותיים ארוכי טווח מתקבל מבססי הנתונים הנאספים באופן שרירותי לצרכים שונים. צורה זו של איסוף הנתונים עלולה לגרום לתת-דיווח. חשוב להדגיש את ייחודיות של האוכלוסיות הנחקרות במדינת ישראל מבחינת גודל האוכלוסייה, צפיפותה, מרחק מאתרים תעשייתיים ואופי השימוש בכלי התחבורה. למרות המגבלות המפורטות לעיל חשוב להדגיש את מספר לא מבוטל של הפרסומים המדעים בתחום בקרב מדענים ישראלים בשנים האחרונות. **נדרשים מחקרים נוספים בתחום על מנת להעמיק את הידע בנושא.**

## הקשר בין זיהום אוויר לממצאים בריאותיים – סקירת הידע העדכני בישראל

על מנת להבין את תמונת המצב הבריאותית בהקשר לחשיפה למזהמי אוויר במדינת ישראל ובכדי לבחון את הקשר בין זיהום אוויר לבריאות הציבור באזורים שונים בארץ סיכם משרד הבריאות נתוני מחקרים אשר בוצעו בישראל ופורסמו בספרות המדעית או הוצגו בכנסים בתקופה האחרונה. עיקרי המחקרים מפורטים בנספח מספר 1.

מטרת מסמך זה להביא נתונים ועדויות למצבי בריאות שניתן לשייך אותן, ברמת סבירות גבוהה, לזיהום אוויר, על בסיס הידע המדעי העדכני ביותר. סקירה זו איננה כוללת התייחסות להבדלים במצבי בריאות שונים בין אזורים שונים בישראל, אשר אין להם הסבר ראוי בדבר קשר אפשרי לחשיפה סביבתית לזיהום אוויר.

**להלן התייחסות בהתאם לאזורי הארץ השונים:**

### ירושלים

לא נמצאו עבודות מחקר הבודקות קשר בין ריכוז מזהמי אוויר לבין תופעות בריאותיות בירושלים אשר בוצעו בשנים האחרונות. ישנם מספר מאמרים המדווחים על ריכוזים משמעותיים של מזהמים בנוסף למידע של המשרד להגנת הסביבה המבצע ניטור באזורים וחומרים שונים בירושלים (1).

ישנן מספר עבודות טוקסיקולוגיות המצביעות על המצאות חומרים מסויימים בגופם של אנשים באוכלוסיות בסיכון. חשוב לציין שמדובר על מחקרים ראשוניים שנערכו בקרב קבוצות קטנות של אנשים (נשים הרות) (2,3).

במחקר אחר, נבחנו תוצאות של חולים שאושפזו עקב אי-ספיקת לב בהקשר לשינויים עונתיים כמדד למאפייני האקלים באזור ירושלים (4). המחקר נערך בקרב 362 חולים שהיו במעקב עקב אבחנה של אי-ספיקת לב והתאשפזו במהלך שנתיים בבית חולים הדסה. נמצא מתאם הפוך בין מספר אשפוזים לבין ממוצע של טמפרטורה חודשית, אך הממצא העיקרי של עבודה זו הוא ירידה בהישרדות החולים בעונת הקיץ (59% לעומת 75%,  $p < 0.01$ ) או בששת החודשים החמים יותר, לאחר ביצוע תיקון לגורמים ומאפייני אוכלוסייה אחרים.

## תל אביב רבתי

בשנים האחרונות התפרסמו מספר תוצאות של עבודות מחקר העוסקות בתחלואה ותמותה ממחלות לב וכלי דם באזור תל-אביב רבתי: מאפייני תחלואה, פרוגנוזה בחולים אלה לאורך זמן ומאפייני תמותה הקשורה לאוטם שריר הלב.

### **פרוגנוזה של חולי אוטם שריר הלב:**

Gerber Y et al (5) דיווחו על 1,521 חולי אוטם שריר הלב הראשון מתחת לגיל 65 משמונה בתי חולים במרכז הארץ. מחלת אוטם שריר הלב ארעה בתקופה שבין פברואר 1992 עד פברואר 1993. החציון של תקופת המעקב היה 13 שנה. הנתונים במטרת ההערכה של הישרדות החולים כללו מידע הבא: חשיפה סביבתית הקשורה למקום המגורים, נתונים קליניים וכלכליים-חברתיים. נתוני איכות אוויר מתחנות הניטור התקבלו רטרוספקטיבית. נבדקו תוצאים בריאותיים ארוכי טווח הידועים כסיבוך של אוטם שריר ראשון כגון אירועים לבביים חוזרים, אי-ספיקת לב, אירוע מוחי, תמותה מכלל הסיבות. בהמשך, דווח על רמה חברתית – כלכלית (ברמה אישית וברמה שכונתית) גבוהה באזורים עם ריכוז מזהמי אוויר גבוה. בעזרת מודלים רב-משתנים התקבלו תוצאות המצביעות על סיכון יתר שאיננו משמעותי מבחינה סטטיסטית בחשיפה ל- $PM_{2.5}$ : Hazard Ratio (HR) (מדד דומה לסיכון היחסי), לאחר תקנון לגורמים רבים נמצא כדלקמן (הנתון בסוגריים: רווח סמך של 95%): תמותה עקב כל הסיבות – 1.51 (0.85-2.67), תמותה לבבית – 1.37 (0.70-2.68), אוטם חוזר בשריר הלב – 1.67 (0.96-2.92), אי-ספיקת לב – 1.39 (0.73-2.62), שבץ מוחי – 1.04 (0.46-2.33) (6).

### **תחלואה נשימתית באזור תל אביב:**

נבדקו פניות לחדר מיון בארבעה בתי חולים ציבוריים בחודשי השנה החמים ביותר בתקופה של 2001-2004 (7). במודל להסבר מספר הפניות נכללו משתנים הבאים: נתונים מטאורולוגיים יומיים, צריכת חשמל יומית (סמן בלתי ישיר לשימוש במיזוג אוויר), פרמטרים של זיהום אוויר. המודל הצליח להסביר כ-82% מכלל התופעה של הפניות. תרומתו של הממוצע הטמפרטורה היומית היא קטנה אך משמעותית סטטיסטית בהסבר העלייה של מספר פניות למיון: עליה של 1 מעלת צלזיוס בטמפרטורה מעלה פניות למיון ב-1.47% ( $P < 0.001$ ). עליה של צריכת חשמל משמעותית מגדילה את הפניות למיון: 4% per 1,000 MWh ( $P < 0.001$ ). עליה בממוצע ריכוזי  $SO_2$  נמצאה קשורה לעליה במספר האשפוזים: 1% per 1 ppb ( $P = 0.017$ ).

במאמרו של Steinvil A וחבריו (8) נבדק האם קיימת השפעה של מזהמי אוויר על מדדים ספירומטריים באוכלוסייה עד לשבוע ימים מזמן החשיפה. רוב העבודות בנושא זה בדקו אפקטים קצרים יותר, עד מספר ימים. המחקר בוצע על 2,380 אנשים בריאים לא מעשנים בתקופה של 2002-2007 במרכז רפואי הנמצא ב-11 ק"מ מתחנת ניטור. נמצא מתאם שלילי בין ריכוזי  $SO_2$  לבין תפקודי ראות:

FEV(1) (first second of exhalation) ו-FVC (forced vital capacity). תופעה זו מובהקת בטווח של 3 עד 6 ימים עם אפקט משמעותי ביותר ביום החמישי. לפיכך, הודגם כי  $SO_2$  בצורה משמעותית ביותר משפיע על תפקודי ראות תוך זמן קצר יחסית באוכלוסייה בריאה.

עבודה דומה הבודקת תגובות קצרות טווח כמו סמנים של רגישות דלקתית פורסמה ב-2008 (9). במשך 2003-2006 נבדקו אנשים בריאים ללא מחלות דלקתיות כרוניות או חריפות, לא בהריון, ללא טיפול סטרואידי. כמו כן, לא נבדקו מטופלים הגרים ברדיוס מעל 11 ק"מ מתחנת ניטור הקרובה. סך הכל תוצאות התקבלו על

מדגם של 3,659 מטופלים (2,203 גברים ו-1,456 נשים). נמצא מתאם שלילי מובהק בקרב גברים בין ריכוזי  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $CO$  לבין פיברינוגן במהלך 7 ימים. מתאם חיובי נמצא ל-  $PM_{10}$  בתקופה של 7 ימים. בקרב נשים לא נמצאו תוצאות דומות. ממצאים של המחקר מעידים על הסבר פוטנציאלי של השפעת זיהום אוויר על היווצרות של בעיות קרדיו-וסקולריות.

בנוסף לתחלואה אשפוזית סוכמו נתוני הרגשה כללית של האוכלוסייה בהקשר לחשיפה סביבתית. עקב העדר הערכה מספרית של חוזק הקשר הממצאים לא מובאים בסקירה זו.

#### **תוצאים בריאותיים נוספים:**

בעבודת דוקטורט של גב' קרן אגאי-שי נבדק קשר בין ריכוזי מזהמי אוויר שבהם נחשפה אישה הרה באזור תל-אביב לבין מומים מולדים המתגלים בלידה. במאפייני החשיפה נבדק שינוי בריכוזי המזהמים לאורך השנים 2000-2006. מומים מולדים סווגו ב- 45 תתי – קבוצות. בכנס של אפידמיולוגיה סביבתית ב- 2011 בברצלונה הוצגו ממצאים המצביעים על הקשר למומים המולדים במערכת הלב וכלי דם ( Congenital Heart Defect - CHD) הנחשבים כ"מומים מולדים סביבתיים" (10). נאסף מידע על 138,675 תינוקות שנולדו בתקופת המחקר. במסגרת המחקר נעשתה הערכת חשיפה ברמה אינדיבידואלית בתקופה של שבוע שלישי עד שבוע שמיני להריון למזהמים הבאים:  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $ozone$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ . כמו כן, בהערכת החשיפה נכללו מדידות של טמפרטורת אוויר. אובחנו 2,087 מקרי CHD.

לא נמצא קשר בין מזהמי אוויר (כיחיד או כחשיפה למספר מזהמים). נמצא קשר חיובי בין רבעוני טמפרטורת אוויר ( $<16^\circ C$ ,  $16.1-20.4^\circ C$ ,  $20.5-25.2^\circ C$ ,  $25.3^\circ C$ ) לאחר תקנון לחשיפה רבת-מזהמים: סך הכל CHD:  $OR= 1.13$  (95% CI: 1.05, 1.21),

$OR=1.14$  (95% CI:1.04, 1.26) - Atrial Septal Defect (ASD)

$OR = 1.08$  (95% CI: 0.98, 1.2) - Ventricular Septal Defect (VSD)

$OR=1.13$  (95% CI: 0.95, 1.34) - Patent Ductus Arteriosus (PDA)

## חיפה והקריות

אזור מפרץ חיפה, הכולל תעשייה כימית, בלט בעבר לחומרה ברמות זיהום האוויר בארץ (11). גם כיום הוא עדיין ייחודי בהרכב וכמות המזהמים המצויים בו (בתי הזיקוק לנפט, תחנת כוח, מפעלי פלסטיקה ומתכות) וטופוגרפיה של רכס הכרמל (12).

בנוסף, חיפה והקריות הן אזורים אורבניים צפופים, ולכן זיהום האוויר עלול להשפיע על תחלואה בקרב מספר גדול, באופן יחסי, של תושבים.

למרות השיפור שחל וההפחתה היחסית בזיהום האוויר, וכפי שיפורט להלן בנפת חיפה הצטבר מידע מחקרי המצביע על קשרים אפשריים בין זיהום האוויר בנפת חיפה להשפעות על בריאות הציבור הבאים לידי ביטוי בתוספת תחלואה:

- לפי הנתונים של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ומשרד הבריאות, שיעור ההימצאות של מחלות לב וריאות גבוה יחסית בנפת חיפה בהשוואה לממוצע הארצי (13). לאחרונה התקבלו נתונים ממשרד הבריאות המעידים על שיעורי אשפוזים גבוהים בשל אסטמה בילדים בני 14 – 0 שנים בנפת חיפה (14).
- מחקרים שנעשו באזור חיפה בשנות ה-80 וה-90 הדגימו שיעורי המצאות של מחלות ריאה גבוהים יותר עם סיכון יחסי כ- 1.5 למחלת ברונכיטיס בקרב ילדים המתגוררים באזורים עם זיהום אוויר גבוה (15).

אמנם, סקרים אפידמיולוגים אלה, לא יכלו להוכיח קשר סיבתי כי רובם נעשו בגישה אקולוגית, (16). מספר מחקרים שבוצעו בעשור האחרון ניסו להתגבר על בעיות זו:

- בשנת 2009 בוצע מחקר באזור מפרץ חיפה שבדק את הקשר בין סרטן מסוג של לימפומה נון-הודג'קין לבין זיהום אוויר ממקור תחבורה, כאשר המדד לחשיפה היה מרחק מכביש ראשי. המחקר גילה הבדל מובהק סטטיסטי בולט: כ- 50% מהחולים נמצאו בקרבה עד 50 מטר מכביש והשפעתה פחתה עם גדל המרחק עד כ- 450 מטרים (17). אמנם מחקר זה איננו מצביע על סיכון הקיים באזור חיפה דווקא, אך הוא מתקף את הקשר בין סרטן וזיהום אוויר מתחבורה, ובישראל בפרט.
- מחקר אחר שפורסם ב- 2010 מצא קשר בין תחלואה בסרטן ריאות בקרב גברים חיפאים לבין ממוצע רב שנתי של חלקיקים עדינים  $PM_{10}$  (18).
- מחקר חדש שבדק שיעור ההימצאות של מחלת אסתמה בקרב ילדים בני 14 – 6 שנים הדגים קשר בין זיהום אוויר לבין הימצאות מחלת אסתמה בקרב ילדים באזור חיפה. החוקרים השתמשו במספר שיטות מתקדמות ומצאו שבאזורים עם זיהום אוויר גבוה שיעורי ההמצאות של אסתמה בקרב הילדים היו גבוהים פי 2.5 מאשר באזורים עם זיהום אוויר נמוך (19). החוקרים מציינים שממצא זה חשוב במיוחד כאשר רמת המזהם (חלקיקים עדינים -  $PM_{10}$ ) לא חורג מערכי הסביבה, דהיינו במקרים אילו, גם כאשר קיימת עמידה בתקן הסביבתי הרי שהיא איננה מבטיחה העדר פגיעה בריאותית.
- כעת נמצא בשלבי סיום מחקר שבדק את הקשר בין זיהום אוויר באזור לבין משקל לידה ונמצא קשר בין זיהום אוויר למשקל לידה נמוך בשכבות סוציאקונומיות נמוכות. יצוין כי בשכבות מעמד ביניים לא נצפה קשר כזה (20).

## אזור הנגב והדרום

המחקר הגדול בנגב נעשה על פי בקשת משרד הבריאות ובוצע על ידי קבוצת חוקרים מאוניברסיטת בן גוריון. עבודות מחקר שבוצעו מסכמות את הנתונים הבריאותיים באזור משנת 1995. רוב המחקרים בוצעו בשיטת מחקר אקולוגי הנחשב כשיטת הערכת הקשר הבעייתית ביתר במחקרים אפידמיולוגיים. כמדד לחשיפה העיקרי הוגדר מרחק מאתר רמת חובב עד למיקום המגורים של הנחקרים. יחד עם זה, נמצאו תוצאות חיוביות אשר חייבו את התעשיינים על פי החלטת הממשלה לשנות מדיניות הטיפול בחומרים הנפלטים לאוויר.

בין הממצאים החיוביים ניתן לציין את המצאות הקשר בין מומים מולדים לבין קרבת מקום המגורים של נשים הרות לאתר תעשייתי רמת חובב בהתחשבות בגורם המסביר החשוב ביותר כגון נשואי קרבה (21). נבדקו תוצאות של 63,850 לידות באוכלוסייה בדואית בתקופה של 1995-2000, כאשר נמצא שיעור מומים מולדים גבוה יותר בקרב מתגוררים עד 20 ק"מ לעומת האוכלוסייה המתגוררת ברדיוס גבוה יותר מאתר רמת חובב (5.6% vs. 4.8%; RR = 1.17; 95% CI: 1.04-1.29). שיעור גבוה של מומים מולדים נמצא בישובי קבע וגם ישובים בלתי מוקרים הנמצאים קרובים יותר לאתר רמת חובב. המום במערכת העצבים המרכזית נמצא השכיח ביותר בישובים הקרובים יותר לעומת הרחוקים מאתר רמת חובב, RR = 2.27, (95% CI: 1.44-3.60).

בבדיקת הקשר בין תמותת תינוקות לבין מיקום המגורים ביחס לאתר רמת חובב נמצאו תוצאות חיוביות (22). באוכלוסייה בדואית הגרה קרוב לאתר רמת חובב שיעור תמותה פרינטלית נמצא גבוה יותר לעומת המרוחקים פי-1.45.

ממצא חיובי נוסף שפורסם בעקבות המחקר הוא קשר בין אשפוזים עקב מחלה נשימתית לבין מקום המגורים באוכלוסייה בדואית (23). נתוני אשפוז תוקנו למין, גיל וסוג הישוב (קבוע לעומת ישוב בלתי מוכר). הסיכון המיוחס בקרב גברים בישובים בלתי מוכרים הוא 34.2% ובקרב נשים הגרות בישובי קבע הוא 49.3%. כמו כן, סוכמו נתוני תמותה באוכלוסייה בדואית בהקשר לאתר רמת חובב (24). נתוני תמותה עובדו בעזרת שיטת השכבות והוצגו על ידי מדד הנקרא Mantel-Haenszel סיכון יחסי (M-H RR). שיעורי תמותה עקב symptoms/ill-defined conditions and non-external causes נמצאו גבוהים בשני המינים באוכלוסיות המתגוררות קרוב לאתר. להלן מובאים ערכים של סיכון יחסי מתוקנן:

1.24 (1.06-1.44), 1.66 (1.17-2.36), בנשים, 1.32 (1.15-1.52), 1.55 (1.15-2.10) בגברים.

במחקר שבוצע בשיטת מחקר אחרת (מחקר חתך) בקרב ילדי הקיבוצים (0-14 שנים) סוכמו נתונים של שיעורי האסטמה ומחלות בדרכי הנשימה העליונות (URTCO) במהלך חייהם (25). במחקר השתתפו ילדים של שבע קיבוצים באזור. נקבוע 3 פרמטרים בלתי ישירים של חשיפה: 1. מרחק מאתר רמת חובב, 2. כיוון הרוח הדומיננטית, 3. תלונות לרח הקשור לפליטות מרמת חובב. נאספו נתונים הבאים: משתנים דמוגרפיים, היסטוריה מילדותית של הילד, המצאות של מחלה נשימתית בהורים, גורמים סביבתיים כגון עישון, מקצוע ומקום העבודה של ההורים, שימוש בחומרי הדברה סביב הבית, בעלי חיים בחצר. בקיבוצים הקרובים לרמת חובב נמצאו שיעורי תחלואה הנמדדת גבוהים יותר. כמו כן, בקיבוצים הממוקמים בכיוון הרוח הדומיננטית מאתר רמת חובב נמצאו שיעורי תחלואה נשימתית גבוהים משמעותית סטטיסטית פי 1.95 (OR = 1.95 [1.01, 3.76]).



## בעקבות הסקר בוצעו מחקרים נוספים:

במחקרו של Friger וחבריו (26) נבדק קשר בין גורמים מטאורולוגיים, מזהמי אוויר ותוצאות בלתי הפוכות של הלידות. תוצאות המחקר הוצגו בכנס בין-לאומי בספטמבר 2011 בברצלונה. הנתונים נאספו בתקופה של 11 שנים: 1999-2010. בעזרת מודל של סדרות עיטיות נמצא קשר בין משקל לידה נמוך לגיל ההריון ולידות מוקדמות לבין טמפרטורה ימית ולחות. חשיפה ל- $NO_x$ ,  $CO$ ,  $O_3$  נמצאה קשורה למשקל לידה נמוך, חשיפה ל- $SO_2$ ,  $CO$ ,  $O_3$  נמצאה קשורה לשיעור לידות מוקדמות.

בעבודת דוקטורט של גב' דרורי (27) הוצג קשר בין מחלות לב איסכמיות, מחלות נשימתיות ומחלות נוירולוגיות לבין חשיפה למזהמי אוויר ומצב סוציו-אקונומי. בעזרת GIS הוצגו אשכולות של חולים המאושפזים בעיר באר-שבע. הערכת חשיפה ל- $NO_2$  ו- $PM_{2.5}$  נעשתה בשיטת AERMOD. נמצא הבדל בין שיעורי מחלות נשימתיות לפי עונות השנה. קשר משמעותי נמצא בין שיעור חודשי של אשפוזים עקב מחלות לב וכלי דם לפי רמה סוציו-אקונומית בשנת 2007. בתקופה של 2003-2007 נמצא קשר בין שיעורי אשפוז עקב מחלות לב וכלי דם לבין מזהמי אוויר ממקור תחבורתי.

חלק ממחקרי המשך הצליחו לזהות את השינויים בתוצאים בריאותיים המוסברים על ידי ירידה בחשיפה למזהמי אוויר.

כך במחקר שהוצג בכנס בן-לאומי בספטמבר 2011 על ידי Karakis I וחבריה (28) נעשתה השוואה של שתי תקופות איסוף נתוני האשפוז בבית חולים סורוקה. סוכמו נתוני אשפוז עקב סוכרת, מחלות בדרכי הנשימה ומחלות לב וכלי דם. ניתן לראות שבתקופה של 1995-1999 ישנו קשר משמעותי למרחק המגורים של מאושפזים עקב מחלות לב וכלי דם ומחלות נשימתיות, כאשר בתקופה מאוחרת יותר הקשר הפך ללא משמעותי. אין מגמת שינויים דומים בקרב מאושפזים עקב סוכרת.

מחקר של Bilenko N וחבריה (29) מסכם נתוני תמותה באוכלוסיית מחוז דרום במהלך 2008-2010. מתוך כלל הערכים המנוטרים של מזהמי אוויר חריגות דווחו ב-5%. על פי נתוני הניטור לא נמצא קשר בין ממוצע רכיז היום של מזהמי אוויר לבין תמותה כללית באוכלוסיית הנגב.

## אזורים גאוגרפיים אחרים בארץ

תוצאים בריאותיים שונים הקשורים לאיכות אוויר בסביבה נבדקו באזורים נוספים בארץ, כמו בעיר חדרה. במאמר שפורסם ב- 2007, נבדק קשר בין התפתחות השינויים בתפקודי ראות בילדים לבין חשיפה סביבתית ארוכת טווח בעזרת (GIS) geographical information systems (30). ממצאים מבוססים על 1,492 ילדים במחוז חדרה. תוצאות המחקר מצביעות על הקשר בין חשיפה לבין שינויים בתפקודי הראות. עקב הטייה בהערכת החשיפה האינדיבידואלית של הילדים חשוב להדגיש את חסרונות הממצאים.

בשנת 2010 התפרסמה עבודה נוספת המסכמת בדיקת הקשר בין החומרים  $SO_2$  ו- $NO_x$  לבין התפתחות של תפקודי ראות בילדים המאופיינים במצבי בריאות שונים (31). תוצאות המחקר מבוססות על קוהורט של 1,181 ילדים בגילאי בית ספר (כיתות ב'- ו'). איסוף הנתונים התחיל מ- 1996 וכלל ילדים בריאים, ילדים עם סימפטומים שונים בבית החזה וילדים חולי אסטמה או spastic bronchitis. תפקודי ראות נבדקו פעמיים: ב- 1996 וב- 1999. נבדק קשר בין הערכים של תפקודי ראות לבין רמת מזהמי אוויר המעורכת לפי מקום המגורים של הילד בהתייחסות לגורמים מבלבלים: גיל, מין, השכלת ההורים, עישון פסיבי, צפיפות בבית, שהות במקום המגורים ומרחק הבית מהכביש העיקרי. נמצא קשר הפוך משמעותי בין תפקודי ראות לבין חשיפה אינדיבידואלית המתוקנת למשתנים סוציו-דמוגרפיים. נמצאה ירידה במדד של Forced Expiratory Volume during the First Second (FEV(1) ב- 19.6% בילדים עם סימפטומים בבית החזה (chest symptoms), 11.8% בילדים בריאים ו- 7.9% בחולי אסטמה. תופעה משמעותית ביותר בילדים עם chest symptoms ניתן להסביר על ידי חוסר טיפול בילדים ורגישות יתר לחומרים.

מידע על תוצאים בריאותיים הקשורים לחשיפה סביבתית באזור אשקלון התפרסם לראשונה ב- 2004 (32). בימים אילו מתבצע מחקר בבית חולים ברזילי ברשותו של דר' גדלביץ' במטרה לכמת את הקשר בין חשיפה למזהמי אוויר לבין תופעות בריאותיות אקוטיות (33). ממצאים ראשוניים הוצגו בפורומים שונים בארץ ובחוו"ל. במחקר נכללו ערים הבאות: אשקלון, שדרות וקריית גת. תקופת איסוף הנתונים היא 2000-2008. נבדקו קשרים בין ערכי  $PM_{2.5}$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$  לבין תוצאים בריאותיים הבאים: בעיות בדרכי הנשימה העליונות, מחלות בדרכי הנשימה, בעיות קרדיו-וסקולריות. בגישה לנתונים כמחקר מקרה-ביקורת, כאשר נפח גדול של פניות למיון הוגדר כקבוצת מקרים ונפח נמוך הוגדר כקבוצת בקרות, ריכוז של מזהמי אוויר הוגדר בתקופה של 12 שעות. בעיבוד הנתונים בשנים 2000-2004 התקבלו ממצאים הבאים: ריכוזי  $NO_2$  ו- $SO_2$  נמצאו גבוהים במקרים ביחס לבקרות עם

.OR=1.45 (95% CI 1.09-1.93) for  $SO_2$  and OR=2.34 (95% CI 1.69-3.23) for  $NO_2$ .

בעיבוד הנתונים במהלך השנים 2000-2006 נעשה שימוש במדידות של 18 תחנות ניטור של שלושת החומרים, מידע בריאותי התקבל בצורה היסטורית פרוספקטיבית. במודל הבדוק את הפניות למיון עקב בעיות קרדיו-

וסקולריות חריפות התקבלו ממצאים הבאים: (OR 1.065, 95% CI 1.009- 1.124) for  $NO_2$ . מודל

המנתח את הפניות למיון עקב סך הבעיות הקרדיו-וסקולריות מראה את הממצאים הבאים:

.OR=1.45 (95% CI 1.09-1.93) for  $SO_2$  and OR=2.34 (95% CI 1.69-3.23) for  $NO_2$ . בנוסף, נמצא

קשר חזק בין חשיפה ל-  $NO_2$  לבין בעיות נשימתיות חריפות: (OR=1.82, 95% CI 1.28-2.58), כמו כן, דווח

על מציאת קשר עקבי בין תוצאים בריאותיים לבין חשיפה ל-  $NO_2$ .

## סיכום

על בסיס המידע מחקרי שפורסם עד כה ניתן לסכם: במדינת ישראל קיימים הבדלים במצבי בריאות בין האזורים השונים. לפי נתוני המחקרים חלק מהבדלים במצבי הבריאות מוסברים על ידי הבדלים משמעותיים בריכוזים משמעותיים של מזהמי אוויר שונים.

עם זאת, ניתן להבין את המורכבות של המחקרים האפידמיולוגיים בתחום בריאות הסביבה, ובעיקרם:

- הצגת הקשרים בין חשיפה המורכבת ממספר מזהמי אוויר לבין תוצאים בריאותיים.
- הגדרת חשיפה המבוססת על מדידות של החומרים המנוטרים באופן שגרתי על ידי משרד להגנת הסביבה. אין מידע על חשיפה פרטנית של הנחקרים.
- לאורך זמן רמת חשיפה למזהמי אוויר עשויה לרדת, אך עדיין שילוב של מספר החומרים המנוטרים בערכים הנמוכים, עלול לגרום לתופעות בריאותיות בלתי רצויות. אנשי מקצוע מבדילים בין תוצאים בריאותיים ארוכי טווח לבין תוצאים בריאותיים קצרי טווח. איסוף מידע על תוצאים בריאותיים קצרי טווח הוא מורכב וכולל בתוכו הטיות משמעותיות. מידע מסוג זה כמעט שלא זמין. מידע על תוצאים בריאותיים ארוכי טווח מתקבל מבססי הנתונים הנאספים באופן שרירותי לצרכים שונים. צורה זו של איסוף הנתונים עלולה לגרום לתת-דיווח.

חשוב להדגיש את ייחודיות של האוכלוסיות הנחקרות במדינת ישראל מבחינת גודל האוכלוסייה, צפיפותה, מרחק מאתרים תעשייתיים ואופי השימוש בכלי התחבורה. כמו כן, חוסר מידע על מאפיינים התנהגותיים ותעסוקתיים ברמת הפרט עלול להטעות את חוזק הקשר בין מזהמי אוויר לבין רמת התחלואה.

למרות המגבלות המפורטות לעיל חשוב להדגיש את מספר לא מבוטל של הפרסומים המדעים בתחום בקרב מדענים ישראלים בשנים האחרונות. נדרשים מחקרים נוספים בתחום על מנת להעמיק את הידע בנושא הקשרים בין זיהום אוויר לתחלואה במדינת ישראל.

1. Asaf D, Tas E, Pedersen D, Peleg M, Luria M. Long-term measurements of NO<sub>3</sub> radical at a semiarid urban site: 2. Seasonal trends and loss mechanisms. *Environ Sci Technol.* 2010 Aug 1;44(15):5901-7.
2. Berman T, Hochner-Celnikier D, Barr DB, Needham LL, Amitai Y, Wormser U, Richter E. Pesticide exposure among pregnant women in Jerusalem, Israel: results of a pilot study. *Environ Int.* 2011;37(1):198-203.
3. Berman T, Hochner-Celnikier D, Calafat AM, Needham LL, Amitai Y, Wormser U, Richter E. Phthalate exposure among pregnant women in Jerusalem, Israel: results of a pilot study. *Environ Int.* 2009;35(2):353-7.
4. Gotsman I, Zwas D, Admon D, Lotan C, Keren A. Seasonal variation in hospital admission in patients with heart failure and its effect on prognosis. *Cardiology.* 2010;117(4):268-74.
5. Gerber Y, Myers V, Broday DM, Koton S, Steinberg DM, Drory Y. Cumulative exposure to air pollution and long term outcomes after first acute myocardial infarction: a population-based cohort study. Objectives and methodology. *BMC Public Health.* 2010, 24;10:369.
6. Molshatzki N, Broday D, Koton S, Yuval, Myers M, Drory Y, Steinberg D, and Gerber Y. Cumulative exposure to air pollution, socioeconomic status and post-myocardial infarction outcomes in central Israel. A cohort study. Tel Aviv University and the Technion, Israel. First Annual Israeli Graduate Student Symposium on Environmental Health, Technion, December 8, 2011.
7. Novikov I, Kalter-Leibovici O, Chetrit A, Stav N, Epstein Y. Weather conditions and visits to the medical wing of emergency rooms in a metropolitan area during the warm season in Israel: a predictive model. *Int J Biometeorol.* 2011.
8. Steinvil A, Fireman E, Kordova-Biezuner L, Cohen M, Shapira I, Berliner S, Rogowski O. Environmental air pollution has decremental effects on pulmonary function test parameters up to one week after exposure. *Am J Med Sci.* 2009;338(4):273-9.
9. Steinvil A, Kordova-Biezuner L, Shapira I, Berliner S, Rogowski O. Short-term exposure to air pollution and inflammation-sensitive biomarkers. *Environ Res.* 2008;106(1):51-61.
10. Agay-Shay K, Friger M, Linn Sh, Peled A, Amitai Y, Peretz Ch. Association between Congenital Heart Defects and maternal exposure to ambient air pollution and

- temperature in an Israeli Birth Cohort, 2000-2006. The 23rd International ISEE conference Barcelona, Spain, 13th-16th September 2011.
11. Epstein L, Cohen A, Schechter M, Biger C. [Air pollution and morbidity in the Haifa region], Harefuah. 1991; 120(12):709-14.
  12. , (2011), משרד להגנת הסביבה, <http://www.environment.gov.il/>
  13. ICBS (Israel Central Bureau of Statistics). Health and Social Profile of the Localities in Israel, 1998-2002 (S.P. 1270), 2005, Jerusalem.
  14. משרד הבריאות, (2008). "מוסדות אשפוז והיחידות אשפוז יום, 2007, חלק ב', פרק א' – מדדי האשפוז לפי מחוז ונפה", ירושלים.
  15. Goren A.I., Hellman S., Brenner S., Egoz N., and Rishpon S. Prevalence of respiratory conditions among schoolchildren exposed to different levels of air pollutants in the Haifa Bay area, Israel. *Environ Health Perspect*, 1990; 89: 225–231.
  16. Portnov, B.A., Dubnov, J., & Barchana, M. Studying the association between air-pollution and lung cancer incidence in a large metropolitan area using a kernel density function. *Soc Econ Plann Sci*. 2009;43(209), 141–150
  17. Paz S., Linn S., Portnov B.A., Lazimi A., Futerman B., Barchana M. Non-Hodgkin Lymphoma (NHL) linkage with residence near heavy roads--a case study from Haifa Bay, Israel. *Health Place*. 2009;15(2):636-41
  18. Eitan O., Yuval, Barchana M., Dubnov J., Linn S., Carmel Y., Broday D.M. (2010). Spatial analysis of air pollution and cancer incidence rates in Haifa Bay, Israel. *Science of the Total Environment*. 2010; 408(20):4429-39
  19. Portnov B. A., Reiser B., Karkabi K., Cohen-Kastel O., Dubnov J. High Prevalence of Childhood Asthma in Northern Israel is linked to Air Pollution by Particulate Matter: Evidence from GIS Analysis and Bayesian Model Averaging. *Int J Environ Health Res*. 2011 Nov 14. [Epub ahead of print]
  20. ח. אקונס. " הקשר בין חשיפה לזיהום אוויר במהלך ההיריון לבין מדדי גדילה של הילוד בנפת חיפה בשנים 2007-2009". עבודת תזה לתואר מוסמך בבריאות הציבור, 2010, בית ספר לבריאות הציבור, אוניברסיטת חיפה.
  21. Bentov Y, Kordysh E, Hershkovitz R, Belmaker I, Polyakov M, Bilenko N, Sarov B. Major congenital malformations and residential proximity to a regional industrial park including a national toxic waste site: an ecological study. *Environ Health*. 2006, 29;5:8.
  22. Sarov B, Bentov Y, Kordysh E, Karakis I, Bolotin A, Hershkovitz R, Belmaker I. Perinatal mortality and residential proximity to an industrial park. *Arch Environ Occup Health*. 2008;63(1):17-25.

23. Kordysh E, Karakis I, Belmaker I, Vardi H, Bolotin A, Sarov B. Respiratory morbidity in hospitalized Bedouins residing near an industrial park. *Arch Environ Occup Health*. 2005;60(3):147-55.
24. Karakis I, Bolotin A, Kordysh E, Belmaker I, Sarov B. Mortality in the bedouin population and proximity to a regional industrial complex. *Environ Health Insights*. 2008;1:21-9.
25. Karakis I, Kordysh E, Lahav T, Bolotin A, Glazer Y, Vardi H, Belmaker I, Sarov B. Life prevalence of upper respiratory tract diseases and asthma among children residing in rural area near a regional industrial park: cross-sectional study. *Rural Remote Health*. 2009;9(3):1092.
26. Friger M, Shraga Z, Hershkovitz R. Association between meteorological factors and outdoor air-pollution in each trimester with adverse Birth outcome: 10 years daily births records time series analysis. The 23rd International ISEE conference, Barcelona, Spain, 13th-16th September 2011.
27. Drory A, Blumberg D, Livnat Sh, Friger M. Spatial dispersion of ischemic heart disease, respiratory and neurological diseases and meteorological, air pollution and socio-economic factors in Israel's Negev desert
28. Karakis I, Kordysh E, Bolotin A, Tzur G, Novack L, Sarov B. Temporal changes in hospitalization rates due to Cardiovascular, Respiratory diseases and Diabetes in urban adults population living near Industrial Park. The 23rd International ISEE conference, Barcelona, Spain, 13th-16th September 2011.
29. Bilenko N, Vardi H, Wenkart R, Fraser D. Monitoring and assessing the association between air pollution from Ramat Hovav and morbidity and mortality in adult Jewish and Bedouins in Southern Israel using integrated computerized information system. The 23rd International ISEE conference, Barcelona, Spain, 13th-16th September 2011.
30. Dubnov J, Barchana M, Rishpon S, Leventhal A, Segal I, Carel R, Portnov BA. Estimating the effect of air pollution from a coal-fired power station on the development of children's pulmonary function. *Environ Res*. 2007;103(1):87-98.
31. Yogev-Baggio T, Bibi H, Dubnov J, Or-Hen K, Carel R, Portnov BA. Who is affected more by air pollution-sick or healthy? Some evidence from a health survey of schoolchildren living in the vicinity of a coal-fired power plant in Northern Israel. *Health Place*. 2010;16(2):399-408.

32. Peled R, Pilpel D, Bolotin A, Epstein L, Bibi H, Friger M. Young infants' morbidity and exposure to fine particles in a region with two power plants. Arch Environ Health. 2004;59(11):611-6.
33. Gdalevich M, Broday D, Yuval, Scharf S, Huerta M . Designing a Methodology to Measure the Health Effects of Air Pollution in Southern Israel: Estimation of Attributable Morbidity, Mortality and Healthcare Consumption. (פורסם בכנס)

נספח: פירוט המחקרים במוזכרים בדו"ח ועיקרי ממצאיהם

מסקנות	ממצאים עיקריים	משתנים נוספים	הגדרת תוצא בריאותי	הגדרת החשיפה	תקופת המחקר	אוכלוסיית המחקר	שיטת מחקר	מחברים ושנת פרסום
טמפרטורה היא הגורם העצמאי המנבא אשפוזים במזג אוויר חם משמעותיים לפרוגנוזה רעה.	מתאם הפוך שלילי בין שיעור האשפוזים לבין ממוצע טמפרטורה חודשי אשפוזים בקיץ מהווים פרדיקציה לירידה בהשרדות. (59 vs. 75%, p < 0.01)		אשפוזים של חולים עם אי-ספיקת לב	עונות השנה – שינוי טמפרטורה	התאשפוז במהלך שנתיים ונמצאו במעקב שנה 1	362 חולים עם אי-ספיקת לב	מחקר פרוספקטיבי	Gotsman I, Zwas D, Admon D, Lotan C, Keren A., 2010.(4). Seasonal variation in hospital admission in patients with heart failure and its effect on prognosis.
לאחר תיקנון לרמה חברתית-כלכלית ומאפיינים קליניים נמצא קשר חיובי חלש בין חשיפה ל-PM2.5 לבין תוצאים בריאותיים לאחר אוטם שריר הלב	חולים המתגוררים באזורים עם זיהום אוויר גבוה מראים רמה חברתית-כלכלית גבוהה יותר. בעזרת מודלים רב-משתנים התקבלו תוצאות הבאות (HRs [95% CIs] of PM2.5 : תמותה עקב כל הסיבות - 1.51 (0.85-2.67), תמותה לבבית - 1.37 (0.70-2.68), אוטם שריר הלב חוזר - 1.67 (0.96- 2.92), אי-ספיקת לב - 1.39 (0.73- 2.62), שבץ מוחי - 1.04 (0.46-2.33)	מאפיינים חברתיים-כלכליים, קליניים, סביבתיים	תמותה, אוטם שריר הלב חוזר, אי-ספיקת לב ושבץ מוחי איסכמי	חשיפה מצטברת לזיהום אוויר : nitrogen dioxide (NO2), nitric oxide (NO) and PM2.5	עברו אוטם שריר הלב במהלך 1992-1993 ונמצאים במעקב עד 2005	1,428 חולים מעל גיל 65 לאחר אוטם שריר הלב ראשון ב-8 בתי חולים במרכז הארץ	מחקר מעקב מבוסס אוכלוסיית חולי אוטם שריר הלב (community-based cohort of myocardial infarction survivors)	Molshatzki N, Broday D M., Koton S, Yuval, Myers V, Drory Y, Steinberg D, and Gerber Y. (6) Cumulative exposure to air pollution, socioeconomic status and post-myocardial infarction outcomes in central Israel. A cohort study. First Annual Israeli Graduate Student Symposium on Environmental Health, Technion , 8.12.2011.



<p>עליה במעלה 1 של טמפרטורה מעלה פניות למיון ב- 1.47% (<math>P &lt; 0.001</math>) ממוצע יומי גבוה של SO(2) נמצא קרשור למספר פניות גבוה למיון של של (1% per 1 ppb increment; <math>P = 0.017</math>). השפעת טמפרטורת אוויר על מספר הפניות היא שולית עקב התנהגות האדפטציה של האוכלוסייה, כולל מיזוג</p>	<p>תאריך קלנדר</p>	<p>פניות לחדר מיון</p>	<p>צריכת חשמל כפרמטר של מזג אוויר, טמפרטורה של האוויר, מזהמי אוויר נבחרים</p>	<p>אפריל-אוקטובר 2001-2004, יומיים לאחר עליית טמפרטורת אוויר עד לגבוהה מאוד.</p>	<p>4 בתי חולים במרכז הארץ (תל-אביב רבתי)</p>	<p>מחקר אקולוגי</p>	<p>Novikov I, Kalter-Leibovici O, Chetrit A, Stav N, Epstein Y. (7). Weather conditions and visits to the medical wing of emergency rooms in a metropolitan area during the warm season in Israel: a predictive model. Int J Biometeorol. 2011 Jan 27.</p>
<p>SO(2) בצורה משמעותית ביותר משפיע על תפקודי ראות תוך זמן קצר (עד 6 ימים) באוכלוסייה מבוגרת בריאה.</p>	<p>נמצא מתאם שלילי בין ריכוזי SO(2) לבין תפקודי ראות נבחרים: FEV(1) ו-FVC. תופעה זו מובהקת בתווח של 3 עד 6 ימים עם אפקט משמעותי ביותר ביום החמישי.</p>	<p>גורמים מערפלים הקשורים לחשיפה סביבתית ותוצא בריאותי</p>	<p>תפקודי ראות – תוצא בריאותי קצר טווח: פרמטרים ספירומטריים first second of exhalation (FEV(1)), forced vital capacity (FVC), FEV(1)/FVC</p>	<p>PM10, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, carbon monoxide, and ozone</p>	<p>שבוע לאחר החשיפה בשנים 2002-2007</p>	<p>מחקר פרוספקטיבי</p>	<p>Steinvil A, Fireman E, Kordova-Biezuner L, Cohen M, Shapira I, Berliner S, Rogowski O. (8). Environmental air pollution has decremental effects on pulmonary function test parameters up to one week after exposure. Am J Med Sci. 2009; 338(4):273-9.</p>
<p>ממצאים של המחקר מעידים על</p>	<p>נמצא מתאם מובהק שלילי בקרב גברים בין NO2, SO2, and CO לבין פיברינוגן במהלך 7 ימים. מתאם</p>	<p>גורמים מערפלים הקשורים</p>	<p>תוצאים בריאותיים קצרי טווח</p>	<p>PM10, sulfur dioxide, nitrogen</p>	<p>2003-2006</p>	<p>מחקר פרוספקטיבי</p>	<p>Steinvil A, Kordova-Biezuner L, Shapira I, Berliner S, Rogowski O.</p>

<p>הסבר פוטנציאלי של בעיות קרדיו- וסקולריות.</p>	<p>חיובי נמצא ל- PM10 בתקופה של 7 ימים.</p>	<p>לחשיפה סביבתית ותוצא בריאות</p>	<p>המצביעים על תהליך דלקתי</p>	<p>dioxide, carbon monoxide, and ozone</p>		<p>דלקתית כרונית, ללא הריון ולא מטופלים ב- non-steroids הגרים ברדיוס של 11 ק"מ מתחנת הניטור של מזהמי אוויר, בדרך כלל בריאים לא מעשנים</p>		<p>(9). Short-term exposure to air pollution and inflammation-sensitive biomarkers. Environ Res. 2008;106(1):51-61.</p>
<p>המצאות הקשר בין טמפרטורת אוויר לבין CHD מצביע על חשיב ות ביולוגי עקב עליה פוטנציאלית של טמפרטורה בתנאי שינוי אקלים</p>	<p>ללא ממצאי מנה-תגובה בין מזהמי אוויר לבין מומי לב מולדים. נמצא קשר מסוג מנה-תגובה בין CHD לבין רבעוני טמפרטורה (&lt;16°C, 16.1-20.4°C, 20.5-25.2°C, &lt;25.3°C&gt; המתוקן למזהמי אוויר : סך OR=1.13 (95%CI: 1.05, - CHD -Atrial Septal Defect (ASD) ,1.21) ,OR=1.14 (95%CI:1.04, 1.26) - Ventricular Septal Defect (VSD) ,OR = 1.08 (95%CI: 0.98, 1.2) - Patent Ductus Arteriosus (PDA) .OR=1.13 (95%CI: 0.95, 1.34)</p>	<p>מאפיינים חברתיים- כלכליים, עונות השנה</p>	<p>מומי לב מולדים - Congenital Heart Defect (CHD)</p>	<p>טמפרטורת אוויר, carbon monoxide, nitrogen dioxide, ozone, sulfur dioxide, PM10 and PM2.5 במהלך שבוע 3-8 של הריון</p>	<p>2000- 2006</p>	<p>138,675 תינוקות שנולדו באזור תל- אביב רבתי</p>	<p>מחקר מעקב מבוסס אוכלוסייה כללית</p>	<p>Agay-Shay K, Friger M, Linn Sh, Peled A, Amitai Y, Peretz, Ch. Association between Congenital heart defects and Maternal exposure to ambient air pollution and temperature in an Israeli birth cohort, 2000-2006. (10).</p>

<p>לא נמצאו מגמות שינויים בתפקודי הראות של ילדים בהקשר לאזור המגורים.</p>	<p>המצאות של הסימפטומים הנשימתיים המדווחים גבוהה יותר בילדים המתגוררים באזור עם רמת מזהמי אוויר גבוהה יותר. RR באזור עם רמת זיהום אוויר גבוהה נע בין 1.38 להמצאות של ליחה עם התקררות עד ל-1.81 להמצאות הליחה ללא התקררות לעומת הילדים מהאזור זיהום אוויר ברמה נמוכה (לאחר התיקון למשתני רקע). נמצאו שינויים בתפקודי הראות של כל הילדים.</p>	<p>רמה חברתית- כלכלית, סוג משק הבית, עישון ההורים, ארץ מוצא האב, תחלואה נשימתית של ההורים</p>	<p>סימפטומים של תחלואה נשימתיתם תפקודי ראות, כגון: FVC, FEV1, FEV1/FEV, PEF, FEF50, and FEF75</p>	<p>3 אזורים עם רמת זיהום אוויר שונה: גבוהה, בינונית ונמוכה</p>	<p>אביב 1984</p>	<p>2334 ילדי כיתות ב' ו-2000 תלמידי כיתות ה' מתוך 27 בתי ספר במפרץ חיפה</p>	<p>מחקר מעקב</p>	<p>Goren A.I., Hellman S., Brenner S., Egoz N., and Rishpon S. (1990). (15). Prevalence of respiratory conditions among schoolchildren exposed to different levels of air pollutants in the Haifa Bay area, Israel. Environ Health Perspect, vol 89: 225–231.</p>
<p>קרבה לכביש מרכזי מהווה ככל הנראה סיכון למחלה</p>	<p>ירידה במספר החולים המתוקנן לצפיפות כאשר מרחק מהכביש מרכזי יורד (<math>P&lt;0.01</math>)</p>	<p>צפיפות האוכלוסייה</p>	<p>התפלגות התחלואה ב-non-Hodgkin lymphoma לפי אזורים גאוגרפיים</p>	<p>קרבת מגורים לכבישים מרכזיים</p>	<p>1995-2004</p>	<p>1,436 יהודים חולי NHL במפרץ חיפה</p>	<p>מחקר אקולוגי</p>	<p>Paz S., Linn S., Portnov B.A., Lazimi A., Futerman B., Barchana M. (2009). (17). Non-Hodgkin Lymphoma (NHL) linkage with residence near heavy roads--a case study from Haifa Bay, Israel. Health Place. Jun; 15(2):636-41</p>
	<p>סרטן ראות בגברים וסרטן כיס השתן בשני המינים מראים מגמת התפלגות לא אקראית. לא נמצא קשר בין סוגי הסרטן לבין רמת SO(2), נמצא קשר בין סרטן ראות לבין ריכוז PM(10): סיכון יחסי מחושב כאשר עליה ב-1 microg/m(3) מעלה</p>	<p>מאפיינים חברתיים- כלכליים ברמת אזור סטטיסטי</p>	<p>תחלואה ב-Non-Hodgkin's lymphoma, lung cancer and bladder</p>	<p>חשיפה כרונית למזהמי אוויר ברמה גבוהה: SO(2), PM(10)</p>		<p>אזור חיפה</p>	<p>מחקר אקולוגי</p>	<p>Eitan O, Yuval, Barchana M, Dubnov J, Linn S, Carmel Y, Broday DM (2010). (18). Spatial analysis of air pollution</p>

	תחלואה ב- 12% .		cancer					and cancer incidence rates in Haifa Bay, Israel. Science of the Total Environment; 408(20):4429-39
עמידה בתקן הסביבתי הרי שהיא איננה מבטיחה העדר פגיעה בריאותית.	שבאזורים עם זיהום אוויר גבוה שיעורי ההמצאות של אסתמה בקרב הילדים היו גבוהים פי 2.5 מאשר באזורים עם זיהום אוויר נמוך		ההימצאות של מחלת אסתמה	אזורים עם רמות זיהום אוויר שונות		ילדים בני 6 – 14 שנים באזור חיפה.	מחקר אקולוגי	Portnov B. A., Reiser B., Karkabi K., Cohen-Kastel O., Dubnov J. (19). High Prevalence of Childhood Asthma in Northern Israel is linked to Air Pollution by Particulate Matter: Evidence from GIS Analysis and Bayesian Model Averaging. Int J Environ Health Res. 2011 Nov 14. [Epub ahead of print]
קרבת מקום המגורים לאתר תעשייתי קשורה לשיעור מומים מולדים גבוה בקרב הבדואים ולא באוכלוסייה יהודית.	שיעור המומים המולדים בממוצע באוכלוסייה בדואית 5.0% לעומת 4.1% באוכלוסייה יהודית. באוכלוסייה בדואית הגרה קרוב לאתר תעשייתי שיעור מומים מולדים 5.6% לעומת אלה שגרים רחוק 4.8% (RR = 1.17, 95% CI: 1.04-1.29). שיעור של מומים מולדים במערכת	סוג הישוב, לאום, תלונות לגבי ריח	מומים מולדים לפי אבחנה בלידה בבית חולים קורוקה	מרחק המגורים מאתר תעשייתי: עד 20 ק"מ ומעל 20 ק"מ, כיוון הרוח הדומיננטית	1995-2000	אוכלוסיית נשים יהודיות ובדואיות במועד הלידה בדרום הארץ –	מחקר אקולוגי	Bentov Y, Kordysh E, Hershkovitz R, Belmaker I, Polyakov M, Bilenko N, Sarov B.(21). Major congenital malformations and residential proximity to

	העצבים גבוה יותר באוכלוסייה הגרה קרוב לאתר-1.44 (RR = 2.27, 95% CI: 1.44-3.60). באוכלוסייה הגרה בישובים בלתי מוקרים נמצאו שיעורי מומים מולדים גבוהים הקשורים ל- chromosomal abnormalities, כאשר סוג זה של מומים לא מוסבר על ידי נשואי קירבה.					63,850 לידות		a regional industrial park including a national toxic waste site: an ecological study. Environ Health. 2006, 29;5:8.
סגנון חיים של אוכלוסייה בדואית מהווה בסיס לה עלת סיכון לתמותת תינוקות גבוהה.	באוכלוסייה בדוריאית הגרה קרוב לאתר תעשייתי סיכון לתמותת תינוקות פי 1.45 (95% CI = 1.22-1.72) לעומת הרחוקים. תמותת תינוקות ביהודים לא נמצאה קשורה למיקום המגורים.	לאום, סוג הישוב,	840 מקרי תמותת תינוקות	מרחק המגורים מאתר תעשייתי: עד 20 ק"מ ומעל 20 ק"מ, כיוון הרוח הדומיננטית	1995-2000	אוכלוסיית נשים יהודיות ובדואיות במועד הלידה בדרום הארץ – 63,850 לידות	מחקר סמי-אקולוגי	Sarov B, Bentov Y, Kordysh E, Karakis I, Bolotin A, Hershkovitz R, Belmaker I. (22) Perinatal mortality and residential proximity to an industrial park. Arch Environ Occup Health 2008;63(1):17-25.
אוכלוסייה בדואית מראה פגיעות גבוהה יותר ביחס ל קרבת מקום המגורים לאתר תעשייתי לעומת אוכלוסייה יהודית	עליה בשיעורי אשפוז עקב COPD וכלל המחלות בדרכי הנשימה נמצאו קשורים לקרבת המגורים לאתר תעשייתי. COPD – הסיכון המיוחס בגברים הגרים בישובים בלתי מוקרים הוא 34.2% ו- 49.3% בנשים הגרות בישובי קבע.	גיל, מין, סוג הישוב (ישובים בלתי מוכרים לעומת ישובי קבע	אשפוזים עקב מחלות בדרכי הנשימה	מרחק המגורים מאתר תעשייתי וכיוון הרוח מכיוון האתר התעשייתי	1995-1999	אוכלוסייה בדואית	מחקר אקולוגי	Kordysh E, Karakis I, Belmaker I, Vardi H, Bolotin A, Sarov B. (23). Respiratory morbidity in hospitalized Bedouins residing near an industrial park. Arch Environ Occup Health. 2005;60 (3):147-55.

<p>נמצא קשר בין תמותה באוכלוסייה בדואית לבין מרחק המגורים לאתר רמת חובב.</p>	<p>הבדלים בשיעורי התמותה מוסברים על ידי מרחק מאתר תעשייתי (mortality rates due to symptoms/ill-defined non-external causes) conditions and בשני המינים: M-H RR (95% CI) 1.66 (1.17-2.36), 1.55 (1.15-1.44) (בנשים, 1.24 (1.06-1.44), 1.32 (1.15-1.52) גברים).</p>	<p>גיל, מין, סוג הישוב (ישובים בלתי מוכרים לעומת ישובי קבע</p>	<p>שיעורי תמותה מתוקננים (SMR) לפי סיבות המוות</p>	<p>מרחק המגורים מאתר תעשייתי: עד 20 ק"מ ומעל 20 ק"מ</p>	<p>1995-2001</p>	<p>אוכלוסייה בדואית</p>	<p>מחקר סמי-אקולוגי</p>	<p>Karakis I, Bolotin A, Kordysh E, Belmaker I, Sarov B. Mortality in the Bedouin population and proximity to a regional industrial complex. (24). Environ Health Insights. 2008 Aug 11;1:21-9.</p>
<p>LP of URTCD בקיבוצים בנגב נמצא קשור למדדי הערכה לא ישירה של חשיפה: מרחק מהאתר, כיוון הרוח וריח שמקורו מהאתר</p>	<p>נאסף מידע על 550 ילדים. ניתוח רב משתני הראה עליה ב- LP of URTCD בילדים המתגוררים קרוב לאתר ביחס לתלונות על ריח ממקור תעשייתי (OR = 3.76 [1.16, 12.23]) בקבוצת ילדים המתגוררת קרוב לאתר LP גבוה לעומת קבוצת הילדים הרחוקים מהאתר (OR = 2.31 [0.96, 5.55]) הגורמים שקשורים לעודף LP of URTCD הם: רמת השכלת האב (לפי מרחק - OR = 2.62 [1.23, 5.57], לפי כיוון הרוח, OR = 4.07 [1.65, 10.03]), הפריעה חוץ רחמית (לפי מרחק - OR = 3.03 [1.17, 7.87], לפי כיוון הרוח - OR = 4.34 [1.48, 12.72]) בישובים הקרובים לאתר תעשייתי LP</p>	<p>נתונים דמוגרפיים (גיל, מין, מצב משפחתי של האם, רמת השכלה של ההורים, מספר אחים/אחיות במשפחה), מהלך הריוני ולידה, מידע לגבי מחלות בדרכי הנשימה של ההורים, גורמים סביבתיים</p>	<p>המצאות במהלך חייהם של ילדים של מחלות בדרכי הנשימה העליונות ואסטמה life prevalence (LP) of upper respiratory tract chronic diseases (URTCD) and asthma</p>	<p>מרחק המגורים מאתר תעשייתי: עד 20 ק"מ ומעל 20 ק"מ, נוכחות של כיוון הרוח הדומיננטית מהאתר, תלונות האם לגבי הריח שמקורו באתר תעשייתי</p>	<p>2002</p>	<p>ילדים בני 0-14 המתגוררים ב-7 קיבוצים בדרום הארץ.</p>	<p>מחקר חתך</p>	<p>Karakis I, Kordysh E, Lahav T, Bolotin A, Glazer Y, Vardi H, Belmaker I, Sarov B. Life prevalence of upper respiratory tract diseases and asthma among children residing in rural area near a regional industrial park: cross-sectional study. (25) Rural Remote Health. 2009;9(3):1092</p>

	<p>קשור ל: א. כיוון הרוח (OR = 1.95 [1.01, 3.76], מין הגברי של הילד (OR = 2.95 [1.48, 5.87]) מחלה זיהומית של אם במהלך הריון (OR = 4.84 [1.33, 17.63])</p>	<p>(עישון, ההורים, חשיפת ההורים במקום העבודה, שימוש בחומרי הדברה, בעלי חיים בקרבת הבית, ריח שמקורו מאתר תעשייתי</p>						
<p>זיהום אוויר ושינויים במזג אוויר נמצאו קשורים ל- SGA and PTB בכל טרימסטר של הריון. אפקט סינרגטי של מזהמי אוויר ושינויי מזג אוויר שונה בין הטרימסטרים ומשמעותי ביותר בטרימסטר</p>	<p>ממוצע טמפרטורה יומי ולחות נמצאו קשורים לשיעורי SGA and PTB. קרינת השמש נמצאה בקשר שלילי עם שיעורי SGA and PTB. חשיפה ל- NOx, CO, O3 נמצאה קשורה לשיעורי SGA וחשיפה ל- SO2, CO, O3 קשורה לשיעורי PTB</p>	<p>נתונים מטאורולוגיים: לחות, טמפרטורה, מהירות הרוח, קרינת השמש,</p>	<p>מספר יומי של מקרי משקל קטן של העובר ביחס לגיל הריון - SGA (small for gestational age) and PTB (preterm birth) – לידת תרם עת.</p>	<p>מזהמי אוויר כוללים את החומרים הבאים: particular matters PM10, total nitrogen oxides (NOx), sulfur dioxide (SO2), carbon monoxide (CO) and ozone (O3).</p>	<p>1999-2010</p>	<p>תינוקות שנולדו בבית חולים סורוקה המשרת דרום ישראל</p>	<p>מחקר פרוספקטיבי עם שימוש בסדרות עיתיות (special time series technique)</p>	<p>Friger M, Shraga Z, Hershkovitz R. Association between meteorological factors and outdoor air-pollution in each trimester with adverse birth outcome: 10 years daily births records time series analysis. (26)</p>

השלישי.			כלל הלידות ביום מהווה בסיס לחישוב השיעורים					
חשיפת קצרת טווח לשינויים מטאורולוגיים ומזהמי אוויר תחבורתיים בבאר-שבע קשורה לעליה בשיעורי אשפוז יומיים עקב מחלות לב, מחלות לא זיהומיות בדרכי הנשימה ומחלות נירולוגיות שעיקר בחודשי החורף ובגילאים +65.	שיעור האשפוזים עקב מחלות לא זיהומיות בדרכי הנשימה העונתי גבוה נמצא אזור המרכזי של העיר באר-שבע. שיעור האשפוזים בכל המחלות הגבוה ביותר התקבל בחורף. נמצא קשר בין כל סוגי האשפוזים שנבדקו לבין רמה חברתית-כלכלית בשנת 2007. קשר בין גורמים מטאורולוגיים (ממוצע טמפרטורה ולחות) לבין מספר אשפוזים יומי עקב מחלות לא זיהומיות בדרכי הנשימה נמצא בקרב בני 65+ במהלך 2003-2007. כמו כן, נמצא קשר בין מזהמי אוויר ממקור תחבורתי לבין אשפוזים עקב מחלות לב ומחלות לא זיהומיות בדרכי הנשימה	מצב חברתי- כלכלי, GIS	פניות למיון ואשפוזים עקב מחלות לב, מחלות לא זיהומיות בדרכי הנשימה ומחלות נירולוגיות	מזהמי אוויר שמקורם בכלי רכב - NO2 and PM2.5	2003- 2007	אוכלוסיית מבוגרים בבאר-שבע		Drory A, Blumberg D, Livnat Sh, Friger M. Spatial dispersion of Ischemic Heart disease, Respiratory and Neurological diseases and meteorological, air pollution and socio- economic factors in Israel's Negev desert (27)
ממצאי המחקר מצביעים על שינויים לאחר שנת 2000 : ישנה ירידה בשיעורי האשפוז עקב	עקב שינוי ששיעור התלונות משנת 2000 החלטנו להשוות שתי תקופות עד שנת 2000 ואחרי שנת 2000. שיעור אשפוזים עקב מחלות לב- נשימתיות סגולי למין גבוהים באוכלוסייה קרובה לעומת הרחוקה מאתר רמת חובב. מין, גיל וסוג	כיוון הרוח, תלונות לריח ממקור תעשייתי, סוג ישוב	שיעורי אשפוז עקב מחלות לב ונשימתיות ומחלת סוכרת	מרחק מאתר תעשייתי רמת חובב : מעל (לא חשופים) ומתחת (חשופים) ל- 20 ק"מ מהאתר	1995- 2004 (before and after 2000)	שכבת מבוגרים בקרב הבדואים בנגב	מחקר סמי- אקולוגי	Karakis I, Kordysh E, Bolotin A, Tzur G, Novack L, Sarov B. Temporal changes in hospitalization rates due to cardio-



מחלות לב וכלי דם ומחלות נשימתיות באוכלוסייה המתגוררת קרוב לאתר תעשייתי.	הישוב קשורים לשיעורי אשפוז עקב מחלות לב וכלי דם. מאפייני אוכלוסייה מנבאים את שיעורי אשפוז עקב מחלות בדרכי הנשימה בכל תקופת המחקר. מיקום המגורים ביחס לאתר תעשייתי משמעותי בתקופה של 1995-1999 בלבד IRR=1.174 (CI: 1.074-1.283).						vascular, respiratory diseases and diabetes in urban adult population living near Industrial Park (28)
חשיפה כרונית למהמי אוויר כערכים רציפים למרות הערך הנמוך, משמעותית לבריאות האוכלוסייה בנגב.	קישור בין מסד נתוני תמותה בדרום (כולל סיבות המוות, נתונים חברתיים-כלכליים, מקום המגורים משנת 2004 ונתוני תעסוקה), נתוני מדגם לביטוח לאומי של אוכלוסיית הנגב, קובץ אשפוזים של בית חולים סורוקה, נתוני ניטור מתחנת ניטור של רמת חובב. חושבו שיעורי תמותה סגוליים לסיבת המוות ותמותה כללית. עקב ערכים נמוכים של מהמי אוויר לא ניתן להראות תוספת סיכון למוות באוכלוסייה.	רמה חברתית-כלכלית	תחלואה ממחלות כרוניות, תמותה כללית, תמותה סגולית לסיבת המוות	מזהמי אוויר המנוטרים על ידי תחנת ניטור של רמת חובב (כ- 100 חומרים) קובצו לשתי קטגוריות לפי נתוני ועדת אלמוג	2007-2010	אוכלוסיית יהודים ובדואים בנגב – 100,000 איש	Bilenko N, Vardi H, Wenkart R, Fraser D. Monitoring and assessing the association between air pollution from Ramat Hovav and morbidity and mortality in adult Jewish and Bedouins in Southern Israel using integrated computerized information system.(29)
זיהום אוויר שמקורו מתחנת הכוח לא גורם לעליה מעל התקנים המקומיים, אך גורם שלילית לתפקודי ראות.	נמצא קשר שלילי בין שינויים בתפקודי ראות לבין רמות מזהמי אוויר: שינוי ב-FEV(1) מ- (-4.3%) בתנאי זיהום אוויר ממוצע ל- (-10.2%) בזיהום אוויר גבוה. ממצאים דומים לגבי FVC. לא נמצא קשר בין שינויים בתפקודי ראות לבין מצב המשפחתי של ההורים.	GIS, מצב בריאותי של הילדים ושל ההורים, מאפייני משקי בית	תפקודי ראות forced : (PFT) vital capacity (FVC) and forced expiratory volume	חשיפה ארוכת זמן למהמי אוויר	1996-1999	1492 ילדים בגילאי בית ספר המתגוררים בחדרה	מחקר פרוספקטיבי Dubnov J, Barchana M, Rishpon S, Leventhal A, Segal I, Carel R, Portnov BA. (30). Estimating the effect of air pollution from a coal-fired power station on the

			during the first second (FEV(1))					development of children's pulmonary function. Environ Res. 2007;103(1):87-98.
השפעת זיהום אוויר הייתה משמעותית יותר בקבוצת ילדים עם סימפטומים ריאתיים. ילדים אסטמטיים פחות מגיבים למזהמי אוויר מכיוון גם כך נמצאים בתפקוד ריאתי נמוך שיותר רגיש הגדילה ושינויים בגיל ההתבגרות.	ירידה ב- FEV(1) בסביבות 19.6% בילדים עם סימפטומים ריאתיים, 11.8% בילדים בריאים, 7.9% בילדים חולי אסטמה וברונכיטיס. ממצאים לגבי FVC היו דומים.	מקום המגורים, גובה, משקל, גיל, מין, השכלת ההורים, עישון פסיבי, צפיפות ביתית, זמן שהיה במקום המגורים ומרחק מכביש גדול, מצב חברתי- כלכלי	תפקודי ראות PFT בתחילת ובסוף תקופת המחקר	ריכוזי מזהמי אוויר NO(x) and SO(2)	1996-1999	1181 ילדים בכיתות ב' ו-ה' בחדרה מחולקים ל-3 קבוצות לפי אבחנת רופא בתחילת המחקר: בריאים, חולי אסטמה או ברונכיטיס, עם סימפטומים ריאתיים	מחקר קוהורט	Yogev-Baggio T, Bibi H, Dubnov J, Or-Hen K, Carel R, Portnov BA. (31). Who is affected more by air pollution-sick or healthy? Some evidence from a health survey of schoolchildren living in the vicinity of a coal-fired power plant in Northern Israel. Health Place. 2010;16(2):399-408.
	הקשר בין ריכוזי PM2.5 לבין פניות למיון ואשפוזים נבדק בעיכוב עד 3 ימים בלי ועם אינטראקציה עם טמפרטורה ופרמטרים עונתיים. נמצאה תגובה בילדים קטנים אשר ריכוז החלקיקים תוך 24 שעות $PM_{2.5} < 60 \text{ microg/m}^3$	טמפרטורת אוויר, פרמטרים עונתיים	פניות למיון ואשפוזים עקב מחלות בדרכי הנשימה בשלושה בתי חולים באזור	חלקיקים PM2.5, מרחק מהתחנות כוח 5-25 ק"מ הנמצאות במרחק של 25 ק"מ אחת מהשנייה	October 1, 2000- June 30, 2001.	ילדים בני 0-3 שנים ב-4 ישובים בדרום הארץ	אקולוגי פרוספקטיבי	Peled R, Pilpel D, Bolotin A, Epstein L, Bibi H, Friger M. (32). Young infants' morbidity and exposure to fine particles in a region with two power plants. Arch Environ

								Health. 2004;59(11):611-6.
	<p>ריכוזי NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> נמצאו גבוהים במקרים ביחס לבקרות עם OR=1.45 (95% CI 1.09-1.93) for SO<sub>2</sub> and OR=2.34 (95% CI 1.69-3.23) for NO<sub>2</sub>.</p> <p>במודל הבדוק את הפניות למיון עקב בעיות קרדיו-וסקולריות חריפות התקבלו ממצאים הבאים: (OR 1.065, 95% CI 1.009- 1.124) for NO<sub>2</sub></p> <p>מודל המנתח את הפניות למיון עקב סך הבעיות הקרדיו-וסקולריות מראה את הממצאים הבאים:</p> <p>OR=1.45 (95% CI 1.09-1.93) for SO<sub>2</sub> and OR=2.34 (95% CI 1.69-3.23) for NO<sub>2</sub>. בנוסף, נמצא קשר חזק בין חשיפה ל- NO<sub>2</sub> לבין בעיות נשימתיות חריפות: (OR=1.82, 95% CI 1.28-2.58), כמו כן, דווח על מציאת קשר עקבי בין תוצאים בריאותיים לבין חשיפה ל- NO<sub>2</sub>.</p>	<p>בעיות בדרכי הנשימה העליונות, מחלות בדרכי הנשימה, בעיות קרדיו-וסקולריות.</p>	<p>ערכי NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub> תוך 12 שעות</p>	<p>2000-2004</p> <p>2000-2006</p>	<p>נכללו ערים אשקלון, שדרות וקריית גת</p>	<p>מחקר מקרה-ביקורת מקרים: נפח גדול של פניות למיון, בקרות: נפח קטן</p> <p>גישה פרוספקטיבית</p>	<p>Gdalevich M, Broday D, Yuval, Huerta M . (33). Designing a Methodology to Measure the Health Effects of Air Pollution in Southern Israel: Estimation of Attributable Morbidity, Mortality and Healthcare Consumption.</p>	