

הבדלי תחלואה ותמותה בישראל והקשר בינן לזיהום אוויר ע"י חלקיקים

דר' ג' אמס קריקון יועץ לענייני איכות סביבה – עיריית קריית מוצקין, ישראל

הקדמה

השפעתם המזיקה של חלקיקים מזהמי אוויר על בריאות האדם ידועה היטב עתה. בשנת 2001 נפלטו לאוויר בישראל 18,760 טון כתוצאת שריפת דלקים חלקיקים שקוטרם למטה מ- 10 מיקרון (PM_{10}) ופחות מ- 1500 טון מתוכם נבעו ממקורות ניידים, וכל השאר- הרוב- ממקורות נייחים. פרט לכך נפלטו גזים מסוגי NO_x ו- SO_x בשיעור של מעל 670,000 טון. סטטיסטיקות עדכניות המתייחסות לתחלואה ותמותה מסרטן כתוצאת כל הסיבות ומתבססות על 14 הנפות הגיאוגרפיות של ישראל הפכו לזמינות, וניתוח נתוני השנים 1983-94 וכן 1996-97 הוכיח כי באזורים עם זיהום האוויר התעשייתי המתמשך והחמור ביותר יש עליית תמותה עקב מחלות לב, שבץ, סרטן הריאות, מחלות נשימה ויתר לחץ דם, כמו גם תחלואת לימפומה שאינה ע"ש הודג'קינס.

1. מבוא

ההשפעות האפשריות של מזהמים באוויר על בריאות הציבור הרחב נלמדו במשך כ- 25 שנה, והתבססו על מחקרים אפידמיולוגיים בקנה מידה נרחב (Hoover and Fraumeni, 1975, Blot et.al 1977, Gottlieb et.al 1982, 1984, Kaldor et.al 1984, Wesolowski et.al. 1980) ונכללו גם מחקרים משנת 2002 (Pope et.al). נמצאו כיום מתאמים בין מקורות זיהום ו/או מזהמים לתחלואה ותמותה הנובעות מגידולים סרטניים, מחלות דרכי הנשימה כמו גם מחלות לב וכלי דם. מנגנונים אפשריים בין פעולת המזהם והשפעותיו הוצעו ע"י Seaton (1995) ועברו בדיקה (ע"י Brunekreef and Holgate, 2002). ייתכן שהמחקרים רבי המשמעות ביותר בנוגע להשפעות חלקיקים נעשו ע"י Pope et.al ב- 1995 ו- Schwartz ב- 1999, שהראו כי מה שנראה בזמנו כזיהום נמוך יחסית יכול בפועל להעלות במידה ניכרת שיעורי תמותה כוללים כמו גם ממחלות לב וכלי דם וסרטן הריאות בפרט.

גישה אפשרית אחת לגבי השלכות השפעות זיהום אוויר על אוכלוסיות יכולה להיות ניתוחים רטרואקטיביים של תחלואה ותמותה לסיבותיהם בפרק זמן ארוך או באיזור גיאוגרפי. בהשוואה לנפות אחרות ובהתחשב במאפייני אוכלוסיה דומים והבדלי רמות זיהום ניתן להגיע למסקנות הגיוניות לגבי השלכות מזהמי אוויר. ישראל הינה מדינה קטנה בעלת פיזור לאוכלוסיות קטנות אך צפופות שמצב בריאותן נתון למעקב. בתוך הארץ ישנם הבדלים ניכרים לאורך זמן בכמויות זיהום. הדבר נובע בעיקר מהבדלים גיאוגרפיים, טופוגרפיים ותנאי אקלים. 14 הנפות בישראל מוצגות **בתרשים 1**. נפת חיפה, בה יש נגישות לשירותי נמל טובים מאד הפכה למרכז התעשייה בישראל החל משנות ה- 30 במאה שעברה. נפה זו הייתה ועודנה המקום בו קיים בית הזיקוק לנפט הראשון והגדול ביותר, כמו גם אחד משלושת מתקני ייצור החשמל הגדולים ביותר. פרט לאלה התבססו במקום תעשיות רבות מספור של פטרוכימיקלים, כימיקלים, ביו-כימיקלים, דשנים, מלט, מתכת, מצברי רכב, נייר וטקסטיל ועוד. רבים מהם פועלים עד עצם היום זה. בנוסף התבססו בנפת עכו הסמוכה מתקני תחמוצת כלור, צבע, ותעשיות עיבוד מתכת גדולות. אחד מהם הוא מפעל מיחזור פסולת מתכת גדול מאד. בניגוד לכך, נפת תל-אביב הפכה למרכז מסחרי וכלכלי עם פעילות תעשייתית זניחה. קיימת גם תחנת כוח לייצור חשמל המבוססת על נפט. נפת ירושלים הממוקמת בעומק הארץ הפכה למרכז שלטוני ואקדמי, ללא תעשייה כלל. תחנת כוח שלישית הפועלת על נפט הוקמה בנפת אשקלון. בשנות ה- 80 הוקמה תחנת כוח לייצור חשמל המבוססת על פחם בנפת חדרה. בנפה זו קיימים מפעל עיבוד נייר ובית חרושת לצמיגים מזה 50 שנה. צריך להזכיר כי מזה מספר עשורים פעלו ועדיין פועלים רוב המפעלים שהוזכרו כולל תחנות הכוח לייצור חשמל ע"י שריפת מזוט ללא ציוד לניקוי פליטת הגז מהם. הדבר הוביל לפליטת כמויות גדולות של NO_x , SO_x וחלקיקים שגודלם פחות מ-10 מיקרון - PM_{10} . פליטת תרכובות אורגניות נדיפות מבתי זיקוק (VOC) הינה גבוהה מאד, חלקית עקב שימוש בציוד מיושן (HME 2002). האמצעי היחיד שנגקט להורדת פליטת ה- SO_x הינו מעבר הדרגתי לדלק דל גופרית. כך, עד 1986 הכילו כל הדלקים 3.5% שהורדו בהדרגה ל- 1% ו- 0.5% הנמצא כיום בשימוש ברוב חלקי הארץ. עם זאת, עקב דרישה גוברת לחשמל וצרכים אחרים נותרו פליטות ה- SO_x בעין משנת 1980 ואילך, בשיעור שנע בין 311,000-308,000 טון בשנה ב- 2001, שני שליש מהם מתחנות כוח. ב- 1985 מוערך שיעור ה- SO_x בנפת חיפה ב- 17% מכלל הארץ וב- 1990 היה השיעור 15%. בניגוד, עלו שיעורי פליטת NO_x מכ- 80,000 ל- 367,000 טון בשנה באותו זמן עקב גידול במספר המקורות הניידים (CBS 2002). חלקיקים קטנים מ- 10 מיקרון ירדו מ- 27,000 ל- 19,000 טון בשנה, אם כי השיעורים המוקדמים שנמדדו עשויים ללקות באי-דיוק בשל הערכות לקויות לגבי מקורות ניידים (Ginsberg et.al, 1998). פליטות VOC - תרכובות אורגניות נדיפות - מתחבורה הייתה כ- 70,000 טון ומבית הזיקוק בחיפה ותעשיות פטרוכימיות מסייעות כ- 8600 טון ב- 2001 (CBS 2002, HME 2002).

2. פליטות חלקיקים קטנים

מדידות חלקיקים מרחפים הקטנים או שווים ל-10 מיקרון החלו רק בעשור האחרון בשיעור משמעותי. 3 גופים אחרים למדידות אלה: הממשלה, רשויות מקומיות וחברת החשמל הישראלית. לאחרונה הוחל גם במדידת חלקיקים שגודלם עד 2.5 מיקרון. רוב הציוד מודד ערכים אלה באופן מתמשך. הציוד הינו החלשת בטא או T.E.O.M. מדידות האחרון אינן מתקנות עדיין. ישנן השפעות מטעות בנוגע לערכי PM10 בישראל עקב הירידה באבק מדברי מדרום צפונה. לכן, באזורי ירושלים ובאר שבע, נפות ללא פליטת PM10 גדולה, יש קריאות גבוהות. יחד עם זאת, כשמדובר בקריאות PM2.5 ניתן לראות כי בחיפה, תל-אביב ואשקלון הערכים גבוהים מאד ונעים בין 23-32 מיקרוגרם/מ"ק באופן שנתי.

דיווח עדכני מראה כי קריאות בתל-אביב של PM2.5 הן מחצית מ-PM10. בנפת חיפה פורסמו ערכים יחסיים דומים בין PM 2.5 ל-PM10 בממוצע שנתי (HME 2002). כשמתחשבים בעובדה ש- SO4 הוא על פי רוב המרכיב העיקרי של PM2.5 ראוי להתייחס בקצרה למצב ה- SO4 בחיפה בפרספקטיבה של זמן. Guldmann & Shefer ניתחו בספרם (1980) את מצב זיהום האוויר בנפת חיפה. לחישוביהם, 155 טון ליום של SOx נפלטו בשנת 1969. נתונים לגבי פליטות SOx הראו כי עד 1985 הושגה ירידה עד ל-140 טון לערך, וירידה נוספת עד 85 טון ליום בשנת 1990. לכן, ערכי PM2.5 כיום ו-SOx שהומר ל- SO4 בעבר מצביע על כך ש- 35-45 מיקרוגרם/מ"ק של PM 2.5 על בסיס שנתי היה קיים בשנים 1975-85. צריך לציין כאן כי כבר ב-1978 היה ידוע על המרה משמעותית של SOx ל- SO4 בארובות מתקנים המשתמשים במזוט בהשוואה לפחם. ערכים של 15-43% (בממוצע 27%) ממשקלו היבש של האפר הינו סולפט, ושיעור חומצה גפרתית הינו רק 1.8%. יש יסוד להאמין כי תכולת ונדיום גבוהה במזוט פועלת כזרז (Homolya & Fortune, 1978). למחבר שורות אלה יש נתונים המראים כי ערכים של עד 20% מתכולת היסודות של החלקיקים הנפלטים ממתקני שריפת מזוט (בעל תכולת 2% גופרית) הינם גופרית. נתוני חברת החשמל הישראלית מראים כי 5-9% מהרכב היסודות של חלקיקים הנפלטים ממתקני הפקת החשמל הפועלים על מזוט הינם גופרית.

למרות שהוכח שכמויות גופרית משמעותיות מגיעות לישראל מאירופה (Wanger et al. 2000) וזיהום המגיע לתוך הארץ יכול להיות משמעותי, כדוגמת אזון (Luria et al., 1984), מעלים מחקרים אחרים שמקורות פליטה גדולים של SO2 יכולים להיות מוקדי יצירת SO4 לא הרחק מהמקור. לכן (Robinsohn et al. 1992) ומאוחר יותר (Alper-Siman Tov et al. 1997) הראו כי מסות אוויר מזוהם יכולות לעבור בתנועה נשנית ממקור למרחקים ברדיוס של 30-40 ק"מ. הדבר מאפשר המרת SOx לסולפט למרחקים ארוכים, מה שעלול להשפיע על אוכלוסיות גדולות.

ב-1996 פלטו מקורות בעירה בלבד 2,444 טון PM 10 ממקורות ניחים שהם כ-13% מכלל פליטת PM10 ממקורות ניחים בישראל. בשנת 2001 ירד שיעור זה ל-1816 טון לשנה, חלקית עקב סגירת מתקן ייצור המלט (CBS 2001, HME 2002). המאמר של Ganor et al. (1988) מספק נתונים מעולים לגבי גודל חלקיקים, וכמותם מ-3 תחנות ייצור החשמל בישראל על בסיס מזוט. עם זאת, ראוי להדגיש כי בנוסף למקורות בעירה הושפעו אוכלוסיית חיפה והנפות הצמודות לה מ-PM 2.5 שנבע מתעשיות מתכת עם ובלי תכולת ברזל, PVC ועוד מזהמים גדולים. מתקנים אלה ממוקמים ופועלים בנפת עכו מזה כ-4 עשורים.

פרט לנתונים הנוגעים לנפת חיפה קיימים ניתוחים לגבי נפת תל-אביב מתוך מחקר שניתח תולדת PM10 (1998 Ginsberg et al.). במהלך 1996 היה ערך PM10 56.8 מיקרוגרם/מ"ק, כאשר המקור העיקרי היה מתקן הפקת החשמל שתרם 48% מהכלל, 36% נבעו מכלי רכב ו-14% מאבק מדברי. ראוי להזכיר שמקורות ניידים בישראל עלו במספרם מ-539,000 על 1,831,000 בין השנים 1980 ל-2000. היות ונפת תל-אביב הינה הדחוסה ביותר באוכלוסייתה, זיהום ממקורות ניידים הינו גבוה מאד שם.

3. השפעות על בריאות הציבור

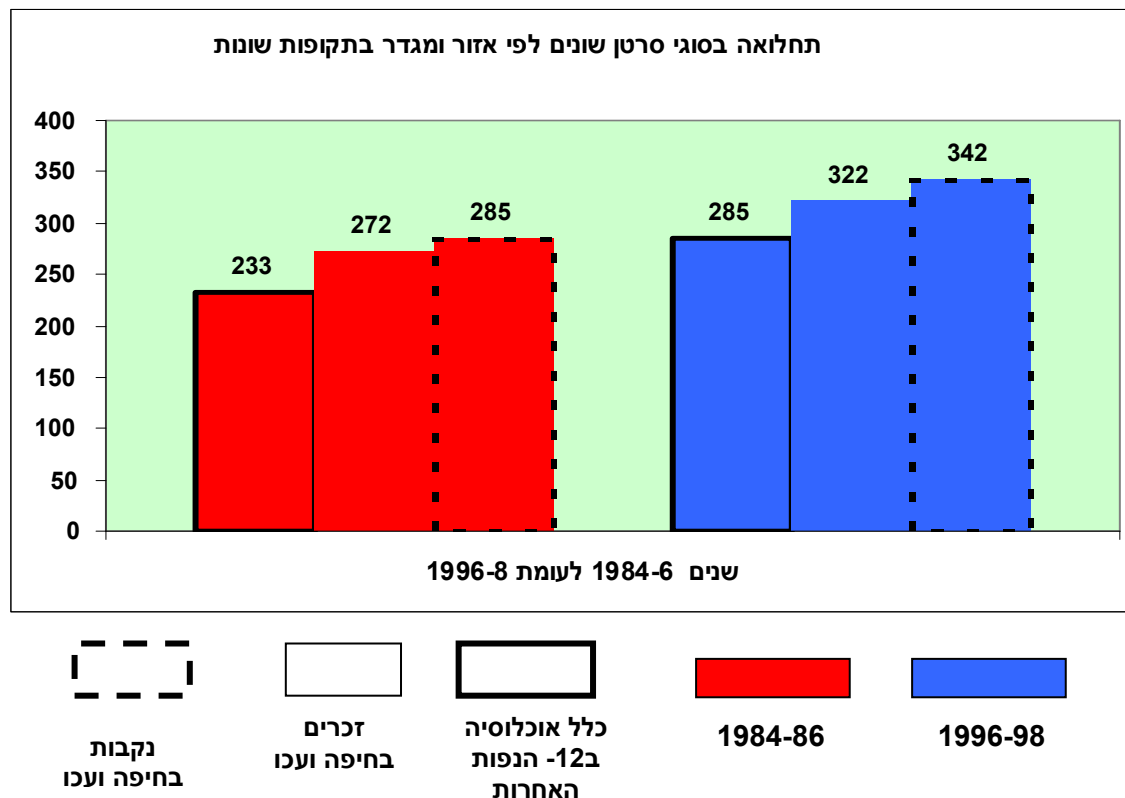
ב-1994 פורסמו ע"י Fishelson et al. תוצאות מחקר בן 4 שנים בנוגע לרעלים חיצוניים בחיות בר וחיות מבויתות מאזור עמק עכו. באמצע שנות ה-80 נאספו 16 זני בע"ח כולל יונקים ונבדקו איברים שונים בגופם לגבי תכולת מתכות ו-PCB. בדיקות אחרות כללו פעילויות אנזימיות. נמצאו רמות גבוהות מאד בהשוואה לדיווחי העבר של מתכות כגון ברזל, ניקל, מגנזיום ועופרת. לגבי עופרת וניקל היתה עליה בשיעור לוגריתמי. גם רמות PCB היו גבוהות מאד. הקרקע הוכשרה ככל הנראה לנתונים שעלו ממחקרים שפורסמו וכן כאלה שטרם פורסמו המתייחסים לתחלואה ותמותה כשהבסיס הוא 14 הנפות בישראל (1983 Ginsberg and Ginsberg; 1992; Tulchinsky and Ginsberg, 1999; Shemesh and Elkana, טרם פורסם). מחקרים אחרים הנוגעים לתמותה זוכים גם להתייחסות גבוה במיוחד, ונע בין 1000-1600 איש לקמ"ר בנפות עירוניות. המרחקים למרכזים רפואיים מרכזיים קטנים והודות לכך זמינים מתקנים אלה לרובה המכריע של האוכלוסייה. רשומות אוכלוסין הכוללות כתובות זמינות דרך מספרי זהות ויש רישום סרטן פעיל.

3.1 סטטיסטיקות לגבי סרטן

במחקרם מ-1992 ציינו Ginsberg and Tulchinsky שכבר ב-81-1980 היתה נפת חיפה היחידה מתוך 14 שהובילה ביותר מסוג סרטן אחד. דובר בסרטן המעי הגס, שד, לימפומות וכל הסוגים ככלל. נפת עכו הסמוכה הובילה בסרטן הריאות.

ב- 2001 פרסם משרד הבריאות דו"ח המספק סטטיסטיקות לגבי תפוצת סרטן בשנים 1984-99 לפי בסיס אזורי (Barchana 2001). בחינת הדו"ח מראה כי בין שנים אלה הובילו חיפה ועכו בסרטן בכללו ובתחלואה ספציפית בסוגים מסויימים כגון לימפומה שאינה ע"ש הודג'קינס. הגרף הבא שנתוניו מתייחסים לתחלואה לכל 100,000 איש מתוקנן לפי גיל ומבחין בין כלל האוכלוסיה, כמו גם זכרים לעומת נקבות ובתקופות שונות וממחיש את ההבדלים בין חיפה ועכו לשאר 12 הנפות.

תרשים 2. תחלואה בסרטן בחיפה ועכו לעומת שאר הארץ לכל 100,000 איש מתוקנן לפי גיל



רשויות מקומיות בנפת חיפה היו בעלות שיעור כמעט כפול של לימפומה שאינה ע"ש הודג'קינס. בנפות הסמוכות היו גם שיעורים גבוהים במחלה לעומת שאר הארץ. נפות חיפה ותל-אביב הובילו בארץ בתמותה עקב סרטן הריאות תקופה ממושכת (Ginsberg et.al, טרם פורסם).

3.2 תמותה ממחלות לב וכלי דם ומחלות אחרות

כמו גם במדינות מערביות אחרות, תמותה עקב מחלות לב וכלי דם (CVD) היא גורם המוות העיקרי בישראל. במחקריו של Ginsberg מ-1992 שהוזכרו קודם ושל Ginsberg et.al שטרם פורסמו חולקו כל גורמי התמותה לקטגוריות ותוקנו לאוכלוסיית ישראל בהתייחסות לגיל, מין ויבשת מוצא. בין השנים 1983-1994 קוטלגו מעל 327,000 מקרי מוות בהתבסס על 14 הנפות. הנתונים בטבלה שלהלן כמו גם כלל נתוני הדו"ח מתייחסים לנפות שונות ותקופות שונות כאשר הממוצע הארצי שוקלל ל-100, ונוגעים לתמותה ממחלות לב וכלי דם.

טבלה 1: תמותה עקב מחלות לב וכלי דם ב-3 תקופות שונות ובנפות שונות, מתייחס לממוצע ארצי =100

נפה	1969-1978	1983-1986	1987-1994
ירושלים	**93	**81	***91
תל אביב	**97	**99	101
חיפה	101	**112	***117

*** P <0.0001

** P<0.001

היות ומדובר באוכלוסיות גדולות נמצאו הבדלים גבוהים משמעותית לשנים 86-1983 ו-94-1987- הנוגעים לעלייה בתמותה בנפת חיפה בניגוד לנפות תל אביב וירושלים. שלושת הנפות הסמוכות לחיפה הראו גם הן עלייה משמעותית במחלות לב וכלי דם לתקופות אלה ובדרך כלל עלייה עם חלוף הזמן. בניגוד, רמות התמותה בתל אביב וירושלים זהות למוצע הארצי.

יש להדגיש כאן שהשוואה אוכלוסיות דומות, במקרה זה יהודים. כשנעשו השוואות שכללו תושבים שאינם יהודים היו התוצאות דומות. בנפת חיפה בין השנים 94-1987 היה שיעור התמותה ממחלות לב וכלי דם 17% מעל הממוצע הארצי מובהק ב-0.0001 ובנפות יזרעאל וחדרה הסמוכות היו השיעורים 11% ו-17% בהתאמה, באותה רמת מובהקות. מחלות לב מסוימות לגבי חיפה היו 13, 29 ו-16% יותר ל דום לב, מחלות איסכמיות ולב אחרות בהתאמה, כולן במידה משמעותית מעל למוצע הארצי במובהקות גבוהה מאד. בניגוד, היתה התמותה בירושלים 9% מתחת למוצע הארצי מובהקת מאד ובתל אביב 1% מעל לא מובהק. חיפה ושתי נפות סמוכות סבלו מעלייה ניכרת בתמותה עקב יתר לחץ דם בעוד בירושלים - 28% פחות מובהקת מאד ובתל אביב עלייה בת 3% לא מובהקת. מוות משבץ היה 9, 18, 11 ו-30% גדול יותר בנפות חיפה, יזרעאל, עכו וחדרה בהתאמה, כולם מובהקים, לעומת 16% בירושלים ו-3% בתל אביב פחות, שניהם מובהקים. בנפת חדרה היתה עלייה מובהקת מאד בת 172% בתמותה עקב מחלות נשימתיות. נפת רמלה, קטנה אך מתועשת, סבלה מעליית תמותה בין השנים 1983-1994 עקב סרטן, מחלות נשימה ו-CVD. ניתוח גס של אחוזי תמותה לכלל האוכלוסייה לפי נפות בשנים 1996 ו-1997 הראה מגמה זהה. בקצרה, חיפה ושלושה נפות הסמוכות סבלו מתמותה גבוהה יותר ממחלות לב וכלי דם יחסית לשאר ב-12% ו-19% בהתאמה מעל למוצע. ירושלים היתה 14-16% פחות מהמוצע ותל אביב דומה למוצע. ב-4 הנפות הצפוניות וירושלים יש אוכלוסיה כוללת בת מעל 2 מיליון איש והרכב אתני דומה.

4. סיכום ומסקנות

כמצוין קודם, כמה מחקרים אפידיומולוגיים מצאו מתאם בין פעילויות תעשייתיות מסוימות לתחלואה/ תמותה. ייתכן שהרלוונטי ביותר לניתוח העכשווי הוא דיווחם של Kaldor et al. (1984) וכן Wesolowski et al. (1980). במחקריהם במחוז קונטרה קוסטה בקליפורניה הוערכו גורמי תמותה באוכלוסיות המתגוררות במרחקים שונים ממרכזי בתי זיקוק, תחנות כוח ותעשייה כימית. השיעורים שוקללו לפי גיל, מין ומעמד סוציו אקונומי על סמך נתוני תחלואה ותמותה של 5 שנים. נאספו נתוני פליטת SO_x, NO_x ופחמימנים והשוו ריכוזים במרחקים שונים ממקום פליטתם. נמדדו גם PAH's 5 באוויר שמסביב וחומרים העשויים לחולל מוטציות הוערכו בחלקיקים. הממצאים הוכיחו כי אוכלוסייה הקרובה ביותר מקום הפליטה סבלה ביותר מתמותה כוללת כמו גם ממחלות לב ושבץ, וחלתה יותר בסרטן לסוגיו השונים. כשהמצב בקליפורניה הושווה לחיפה נראה שגם כאשר כמויות פליטת SO_x ב-2 המקומות היה זהה, כ-140 טון ליום, היו קריאות SO₂ שונות מאד בתחנות מקבילות. בקונטרה קוסטה נחשפו תושבים באזור המושפע ל-1-3.5 מיקרוגרם/מ"ק ובחיפה באותו זמן לרמות של 104-41 מיקרוגרם/מ"ק במקום הגרוע ביותר בין 1985-1990 ובאחרים ירדה הרמה ל-4-15 בשנים 1991-98 והממוצע לעיר ופרבריה הסמוכים נע בטווח 15 עד 6 מיקרוגרם /מ"ק בין 1991-98. בכל אופן, כאשר מעריכים תוצאות מתחנות שונות, החישוב מעלה כי בין 1985-90 נחשפו התושבים לרמות 12-30 מיקרוגרם /מ"ק. ההבדל בין קליפורניה וחיפה נובע מטופוגרפיה ומשטר רוחות המוריד את שיעור פיזור המזהמים בחיפה (Guldman and Shefer, 1980). בשימוש ב-SO₂ כמדד ניתן לצפות לכך שרמות פחמימנים יהיו גבוהות מאד, כנראה בשיעור פי 2-3 לעומת קונטרה קוסטה (5.8-1.4 מיקרוגרם/מ"ק). ראוי להזכיר שרמות אזורן גבוהות מאד נמצאות במרחק של עד 10 ק"מ מנקודת המוצא של המזהמים הרלוונטיים. Alper-Siman (1996) מצאו שהאזון הגיע עד אזור קיסריה מפליטות המזהמים המתאימות מאזור חיפה. הדמיון בין סיבות התמותה לפי סיבות בין קליפורניה וחיפה מדהים. בכל אופן, ההשוואות בקליפורניה הן בין מקומות שונים ובסטטיסטיקה בישראל סובלת מהעובדה שכל 14 הנפות מנותחות יחד למתן בסיס, ולאחר מכן מושוות למוצע הארצי. לכן, כשנפת חיפה מוערכת ב-17% מעל למוצע הארצי ב-CVD ייתכן שנהפך אחרת תוערך ב-17% פחות כתוצאה אותו גורם. יש לציין שתמותה לסיבותיה היתה גבוהה משמעותית בחיפה ו-2 נפות עיקריות סמוכות בשיעורים של 9, 7 ו-11 אחוז מעל למוצע הארצי בין 1987-1994. נפות תל אביב, רמלה ובאר שבע היו בהתאמה 2, 8 ו-3 אחוז גבוהות יותר בעוד שבירושלים 8% פחות.

בדומה לקליפורניה, יש בחיפה תחלואת סרטן גבוהה יותר, תמותה עקב מחלות לב, שבץ ותמותה בכלל. רמות תחלואה ותמותה עקב מחלות העשיות לשמש כמתרעות כלוקמיה, סרטן הריאות, יתר לחץ דם ולימפומה שאינה ע"ש הודג'קין ישימות גם הן לנפה זו ו/או הסמוכות לה. ידוע לנו כיום שחלק מהתעשיות פלטו כמויות רבות של נחושת, כרום, קדמיום, ברזל, מנגן, ניקל ואבץ. בנפות חיפה/עכו יש לפחות 8 מקורות פליטת דיוקסינים/פורנים פרט לשריפת דלק. העובדה שדיוקסין הינו בעל השפעה מכרעת נובע ממחקרם של Schecter et.al (1997) שהראה כי כבר לפני כמה שנים היו רמותיו גבוהות יחסית בדמן של נשים ישראליות ובמוצרי מזון ישראלים בסיסיים, זאת ללא שריפת פסולת עירונית.

תמותה עקב מחלות לב ושבץ היתה 42.9% מכלל מקרי המוות הבלתי טראומטיים בין 1994-1987 בארץ כולה ו-50.2% בנפת חיפה. מחקר שטרם פורסם שניתח תמותה לפי מין וגיל בכל רשויות ישראל המונות מעל 10,000 איש-83 במספר- הראה מתאם נמוך מאד בין מצב סוציו אקונומי לשיעורי תמותה. הממצא אינו צפוי שכן מחקרים כאלה מוצאים מתאם כזה. המחקר הראה כי תמותה ב-4 מרכזים עירוניים גדולים בין 1990-1997 הראה הבדלים גדולים ביניהם. בעוד שבירושלים היה השיעור 567 ל-100,000 ובבאר שבע שבע מעל 40

שנה מיוצרים כימיקלים להגנת הצומח ומעל 20 שנה משמשת מרכז אחסון ושריפת פסולת רעילה השיעור הינו 680 ל – 100,000 , היו השיעורים בתל אביב וחיפה ברמה כלשהי ביניהן. לכן ייתכן שגורמי סביבה גיאוגרפיים כפי שהציע Ginsberg (1992) יכולים להוות גורם מכריע לגבי סיבות תמותה בכמה נפות בישראל. מסקנות הדו"ח שכאן הן ראשוניות. מחקרים שבדרך נועדו להצביע במדוייק על יחס מזהם / תחלואה-תמותה. אם אמנם מצביעות תוצאות Pope et.al (2002) כמו גם אחרים על כך שחשיפה ממושכת לרמות נמוכות יחסית גורמת למוות מכלל הסיבות וממחלות לב- ריאה וסרטן הריאות נכונות לישראל, יתכן ועודף תחלואה ותמותה כתוצאת גורמי סביבה גורם למחיר שלא נלקח מראש בחשבון מנקודת מבט אנושית וכלכלית. אם כך, יש לנקוט בכל האמצעים הניתנים להפחתת זיהום אוויר.

ביבליוגרפיה:

- Alper – Siman Tov ,D. , Peleg M. et al.1997 . Recirculation of polluted air masses over the east Mediterranean coast. *Atmospheric Environment* 31: 1441-1448
- Barchana, M. 2001. Geographical Mapping of Malignant Diseases in Israel. State of Israel. Min. Of Health. *Israel Nat'l. Cancer Registry*. 55 pp. (in Hebrew).
- Blot, W.J., Brinton, L.A. et al. 1977 Cancer mortality in U.S. counties with petrochemical industries. *Science* 198:51-53
- Brunekreef, B. and Holgate, S.T. 2002. Air pollution and health. *The Lancet* 360:1233-1242.
- Central Bureau of Statistics (CBS). 2002. Report for the year 2001. (in Hebrew).
- Fishelson, L., Yawetz, A. et al. 1994. The environmental health profile (EHP) for the Acre Valley (Israel): Xenobiotics in animals and physiological evidence of stress. *Science of the Total Environ.* 144:35-45.
- Ganor, E., Altshuler, H. et al. 1988. Vanadium and nickel as indicators of power plant pollution. *Water, Air & Soil Pollution* 42:241-252.
- Ginsberg, G.M. & Tulchinsky, T.H. 1992. Regional differences in cancer incidence and mortality in Israel: possible leads to occupational causes. 1992. *Isr. Jl. Med. Sci.* 28:534-543.
- Ginsberg, G.M. 1983. Standardized mortality ratios for Israel, 1969-78. *Isr. Jl. Med. Sci.* 19:638-643.
- Ginsberg, G.M. 1992. Standardized mortality ratios for Israel, 1983-86. *Isr. Jl. Med. Sci.* 28:868-877.
- Ginsberg, G.M., Salahov, E. et al. Standardized mortality ratios by region of residence. Israel 1987-1994: a tool for evidence based policy making? Unpublished report.
- Ginsberg, G.M., Serri, A. et al. 1998. Mortality from vehicular particulate emissions in Tel-Aviv-Jaffo. *World Transport Policy and Practice* 4:27-31.
- Gottlieb, M.S., Shear et al. 1982. Lung cancer mortality and residential proximity to industry. *Environ. Health Perspectives* 45:157-164.
- Guldman, J.M. & Shefer, D. 1980. Industrial Location and Air Quality Control. A Planning Approach. John Wiley & Sons. 237 pp.
- Haifa District Ass. of Municipalities for the Environment (HME) 2002. Report for year 2001. (in Hebrew)
- Homolya , J.B & Fortune C.R 1978. The measurement of the sulfuric acid and sulfate content of particulate matter resulting from the combustion of coal and oil. *Atmospheric Environment* 12: 2511-2514
- Hoover, R., & Fraumeni Jr., J.F. 1975. Cancer mortality in U.S. counties with chemical industries. *Environm.Research* 9:196-207.
- Kaldor, J., Harris, J.A. et al. 1984. Statistical association between cancer incidence and major-cause mortality, and estimated residential exposure to air emissions from petroleum and chemical plants. *Environ. Health Perspectives* 54:319-332.
- Luria, M. Almog, H. Et al. 1984 . Transport and transformation of air pollutants from Israel's coastal area. *Atmospheric Environment* 18: 2215-2221
- Pope III, A.C., Burnett, R.T. et al. 2002. Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Jl. Am. Med. Ass.* 287:1132-1141
- Pope III, A.C., Thun, M.J. et al. 1995. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S adults. *Am. J.Respir.Critic.Care Med.* 151: 669-674

Robinson, J., Mahrer, Y. et al. 1992 . The effects of mesoscale circulation on the dispersion of pollutants(SO₂) in the eastern Mediterranean, southern coastal plain of Israel .*Atmospheric Environment* 26B: 271-277

Schwartz, J. 1999 : Air pollution and hospital admissions for heart disease in eight U.S counties.*Epidemiology* 10 , 17-22

Schechter, A., Papke, O. et al. 1997. Dioxins, dibenzofurans, and PCB's in human blood, human milk, and food from Israel, the West Bank, and Gaza. *Organohalogen Compounds* 33:457-461 .

Seaton, A. 1995. Particulate air pollution and acute health effects. *The Lancet* 345:176-178.

Shemesh, E. & Elkana, Y. Adjusted mortality rates in Israeli municipalities and social factors. Unpublished report (in Hebrew).

Wanger, A. , Peleg, M. et al. 2000 :Some observational and modeling evidence of long- range transport of air pollutants from Europe toward the Israeli coast. *Jl. Of Geophysical Research* 105 : 7177 - 7186

Wesolowski, J.J., Flessel, P.C. et al. 1980. The chemical and biological characterization of particulate matter as part of an epidemiological cancer study. Proceedings of the 1980 Conference on Aerosols in Science, Medicine and Technology - Physical and Chemical Properties of Aerosols. *Gesellschaft fur Aerosolforschung, Schmallenberg, West Germany.*



Fig. 1 – A Map of Israel's 14 Geographic Districts

The above paper was presented almost in its entirety at the 5th International Technion Symposium. Particulate Matter and Health 23-25 Feb 2003 , Vienna Austria.

Title of the paper: Differential Morbidity and Mortality in Israel and its Relation to Particulate Air Pollution . pp 119-126

