

פרויקט "תחזית קיימות לישראל 2030" החל באוקטובר 2010 כמיזם משותף של המשרד להגנת הסביבה והמרכז למדיניות סביבתית במכון ירושלים לחקר ישראל, וצפוי להסתיים במאי-יוני 2012. תחזית קיימות לישראל 2030 שמה לה למטרה להציג חזון קיימות לשנת 2030 שאליו ישראל צריכה לשאוף. זאת על מנת לאפשר למקבלי ההחלטות בישראל להבין את המגמות הקיימות, לאתר את הפערים להגשמת החזון, ולהצביע על הנתונים בהם עליהם לצעוד על מנת להגשימו.

פרויקט תחזית קיימות לישראל 2030

מדדים – קיימות אתמול, היום ומחר

פליטת חלקיקים לאוויר (PM10/PM2.5)

עורכים: ד"ר עמיר אידלמן ויעל יבין

הדברים הנאמרים הם על דעת המחברים בלבד.

פליטת חלקיקים לאוויר (PM10/PM2.5)

פליטת חלקיקים נובעת בעיקר משימוש בדלקים בתעשייה (בעיקר בייצור חשמל) ובתחבורה (בעיקר ברכבי דיזל) ומזהמת את האוויר.

רמת פליטת חלקיקים של PM10 ו/או PM2.5 ביחד עם רמות פליטת מזהמי אוויר אחרים, כגון תחמוצות גפרית (SOx) ותחמוצות חנקן (NOx), הם מדדים מקובלים בעולם להשוואה בינלאומית של מידת הלחץ על הסביבה.

החלקיקים, או חומר חלקיקי (*particulate matter*) – חלקם מוצקים וחלקם משלבים מוצק ונוזל – מרחפים באוויר ומזהמים אותו. הם עשויים להכיל חלקיקי פחמן, חומר מינרלי קרקעי, חלקיקים של חומרים אורגניים, מתכות, רסס-ים ואבקנים. נמנים עליהם גם חלקיקי סולפאט וניטראט הנוצרים באטמוספירה מתגובה כימית של מזהמי האוויר SOx ו-NOx, תרסיסים (אירוסולים) ומתכות כבדות. מקובל לסווג חלקיקים לקבוצות על פי גודלם. הקבוצות החשובות מן ההיבט הסביבתי-בריאותי הן **חלקיקים נשימים**, שקוטרם למטה מ-10 מיקרון (PM10) ו**חלקיקים נשימים עדינים**, שקוטרם למטה מ-2.5 מיקרון (PM2.5).

חוקרים מצאו שכל שהחלקיקים קטנים יותר, כן עמוקה חדירתם למערכת הנשימה וגובר פוטנציאל הנזק שלהם לבריאות האדם. חלקיקי PM10 חודרים למערכת הנשימה העליונה, בעוד שחלקיקי PM2.5 חודרים גם לריאות. חלקיקים אלה עלולים גם להחדיר לריאות חומרים מסוכנים מהם בהרבה באמצעות ספיחה. במדינות ה-OECD נהוג להציג מדדים של פליטות חלקיקי PM2.5, אך בישראל נהוג עדיין להציג רק פליטות של PM10.¹ בשנים האחרונות נמדדים ריכוזי PM2.5 באוויר במספר תחנות ניטור אוויר בארץ ואלו מספקות אינדיקציה לגבי רמת החשיפה של הציבור לחלקיקים אלה.

את מקורות הפליטה של החלקיקים נהוג לסווג למקורות טבעיים ולמקורות אנתרופוגניים (מעשה ידי אדם).

המקור הטבעי המשמעותי ביותר לחלקיקים הוא סופות אבק הנושאות כמויות גדולות של אבק עדין ממדבריות צפון אפריקה וחצי האי ערב.

המקורות האנתרופוגניים הם בעיקר שריפת דלקים במתקנים תעשייתיים, בייצור חשמל ובכלי רכב וכן דליקות, מחצבות ומכרות.

מחקרים הראו כי עיקר החלקיקים העדינים נובע מפעילות אנתרופוגנית, ומכאן חשיבותו היתרה של המעקב אחר פליטת חלקיקי PM2.5.

¹הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, שנתון 2010 לוחות 27.3-27.5.

נתוני הפליטה המוצגים בעבודה זו מבוססים על נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (שנתון 2010 ושנתונים קודמים) ומתייחסים לפליטות חלקיקים משריפת דלקים בלבד. נתוני הלמ"ס מתייחסים ל"חלקיקי אבק מרחף" (Suspended Particulate Matter - SPM), שהם חלקיקים נשימים (PM10)². נתוני הריכוזים של PM10 ו-PM2.5 מבוססים על פרסומי המרכז לניטור אוויר (מנ"א) של המשרד להגנת הסביבה. השוואת ריכוזי PM10 בישראל לנתונים לגבי מדינות ה-OECD, מבוססת על נתוני ארגון הבריאות העולמי (WHO).

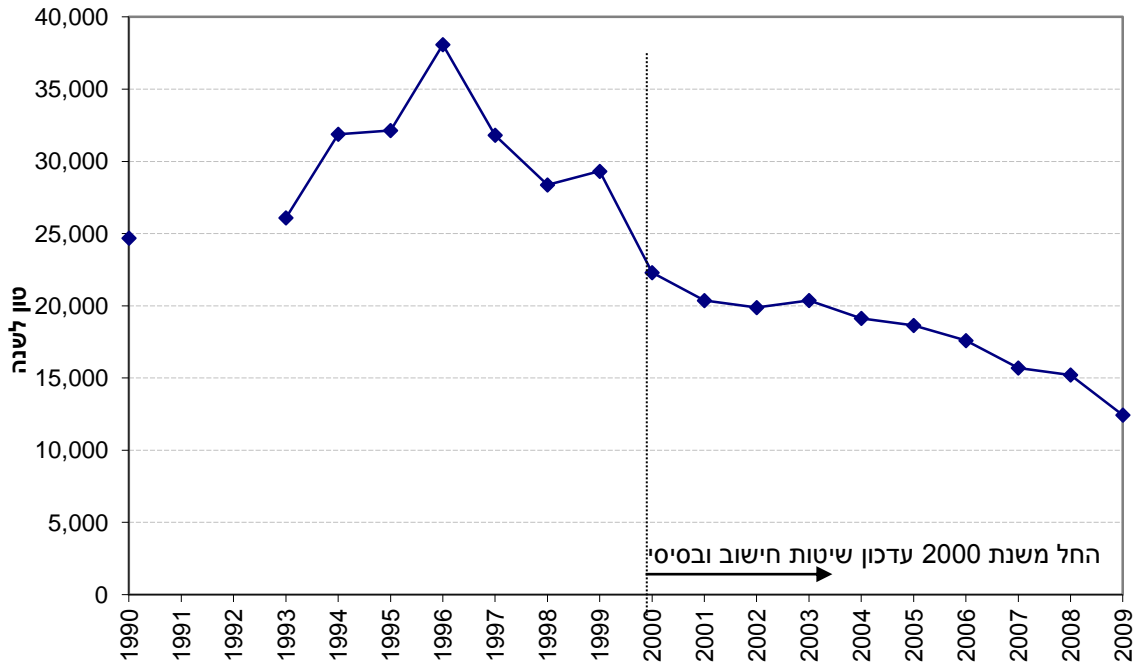
1. ישראל, אתמול והיום

1.1 פליטת PM10 בשנים 1990-2009

בחינת המגמות שהסתמנו בין השנים 1990-2009 מעלה כי עד אמצע שנות ה-90 לערך נרשמה מגמת עלייה בפליטות חלקיקים, אך מאז הסתמנה מגמה כללית של צמצום בפליטות אלו (תרשים 1). משנת 2000 בוצעו עדכונים בבסיס הנתונים ובשיטות החישוב שבאמצעותן עוקבים אחר המגמות המסתמנות.

בתקופה שבין השנים 2000-2009 חלה הפחתה שנתית ממוצעת של 6% בפליטות חלקיקים משריפת דלקים מכ-22,300 טון לשנה בשנת 2000 לכ-12,400 בשנת 2009, ובסה"כ ירידה של 44% בפליטות.

² צוטט מפי עמית יגור קרול, מרכז בכיר תחום חקלאות וסביבה, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מתוך שיחה בנוגע לנתונים.

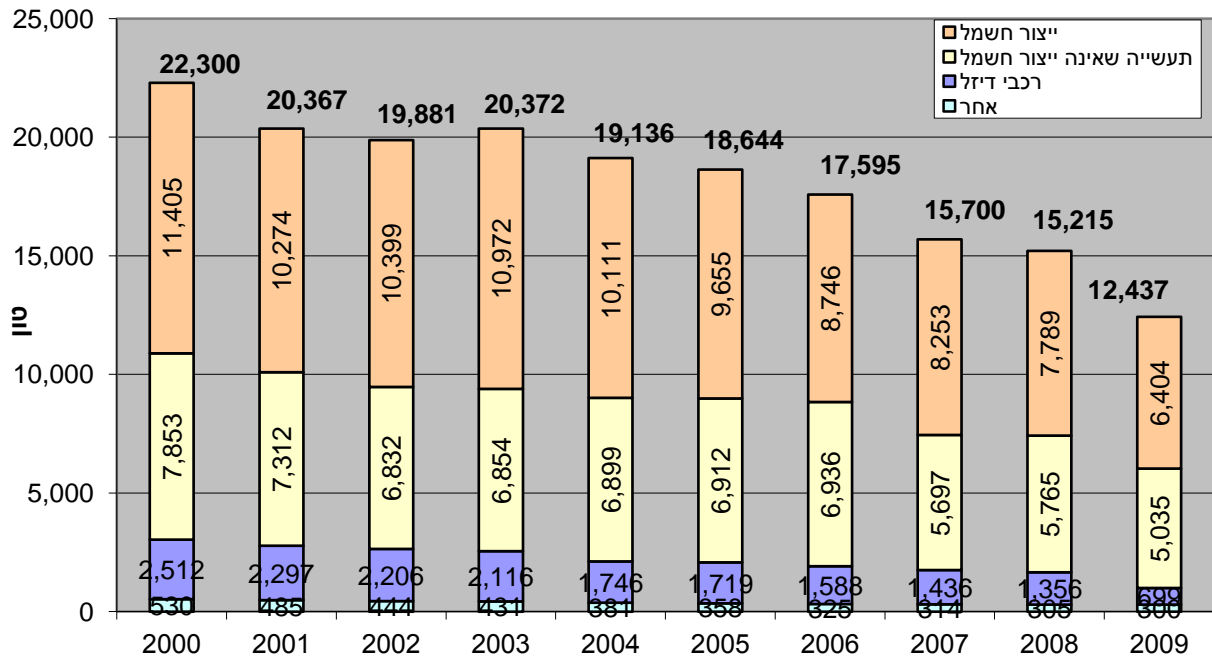


תרשים 1: מגמות בפליטות חלקיקים משריפת דלקים בישראל בין השנים 1990 ל-2009 (מקור: למ"ס)

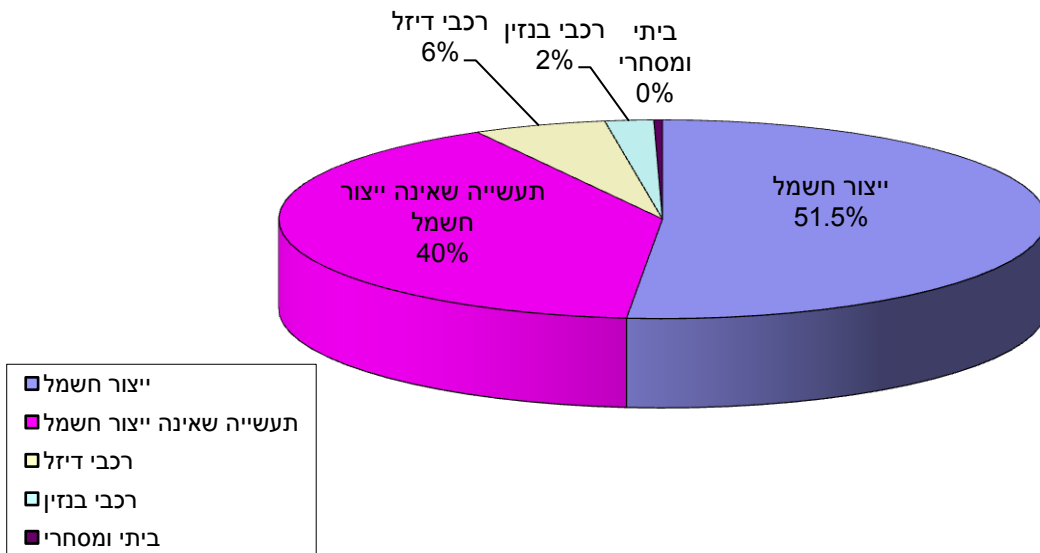
בחינה של מקורות הפליטה מעלה כי עיקר פליטות החלקיקים משריפת דלקים נובע בארץ ממקורות נייחים (תעשייה ובכללה ייצור חשמל) אשר פלטו לאורך התקופה הנידונה כ-90% מסך כל פליטות החלקיקים (תרשים 2). לדוגמה, בשנת 2009 פלטו יצרני החשמל 52% מכלל החלקיקים, בעוד ששאר ענפי התעשייה פלטו 40% מהם (תרשים 3). שאר המקורות הם רכבי דיזל (6%), רכבי בנזין (2%) ושימושים ביתיים ומסחריים (0.4%).³

עוד עולה מן הנתונים כי מגמת ההפחתה הכוללת שהסתמנה בשנים 2009-2000 בפליטות חלקיקים, ניכרת אף בכל אחד ממקורות הפליטה לעצמו. ההפחתה הגדולה מכולן היתה בשיעור הפליטות מרכבי דיזל, שפחתו ב-72% משנת 2000 ועד היום. הפליטות מייצור חשמל פחתו בתקופה זו בשיעור של 44% והפליטות משאר ענפי התעשייה פחתו ב-40%.

³ שיעורי המקורות השונים הם לפי נתוני 2009.



תרשים 2: שיעור פליטות חלקיקים משריפת דלקים לפי מקורות הפליטה (מקור: למ"ס)



תרשים 3: פליטות חלקיקים משריפת דלקים בשנת 2009 לפי מקורות הפליטה (מקור: למ"ס)

1.2 ריכוזי המזהמים באוויר

א. ריכוזי PM10

מנתוני המרכז לניטור אוויר (מנ"א) באגף איכות אוויר של המשרד להגנת הסביבה, לשנת 2008⁴, עולה כי למרות הירידה בפליטות חלקיקים, מצב איכות האוויר בסביבה העירונית אינו עומד תמיד בתקנים. התקן הישראלי לחלקיקים נשימים PM10 מורכב מממוצע שנתי ומממוצע יממתי.

בחינת הנתונים שהתקבלו מ-35 התחנות שמדדו חלקיקים נשימים (PM10) ברחבי הארץ בשנת 2008, מעלה כי בכולן נרשמו חריגות מהרמה המרבית המותרת בממוצע יממתי (150 מיקרוגרם/מ"ק). חריגה מהתקן השנתי (60 מיקרוגרם/מ"ק) נרשמה בשתי תחנות בלבד: האחת בפתח תקווה והשנייה בבאר שבע.

כאמור, בישראל יש ריכוזי רקע גבוהים של חלקיקים, מפאת מיקומה בסמיכות למדבריות ערב וסהרה. מדי שנה מתחוללות בארץ סופות אבק הגורמות לריכוזים גבוהים של חלקיקים מכל הסוגים בכל רחבי הארץ ולחריגות מהתקן היממתי. עם זאת, על פי דוח ניטור איכות האוויר לשנת 2008, גם לאחר "ניכוי" סופות האבק מסך הנתונים של ריכוזי החלקיקים, מתקבלות חריגות מהתקן היממתי בחלק מתחנות הניטור בארץ.

מספר החריגות מהתקן בתחנות השונות מגיע לכדי 21 ימים בשנה – כלומר, עד 6% מן הזמן. מספר זה כולל את הימים בהם פוקדות סופות אבק את הארץ.

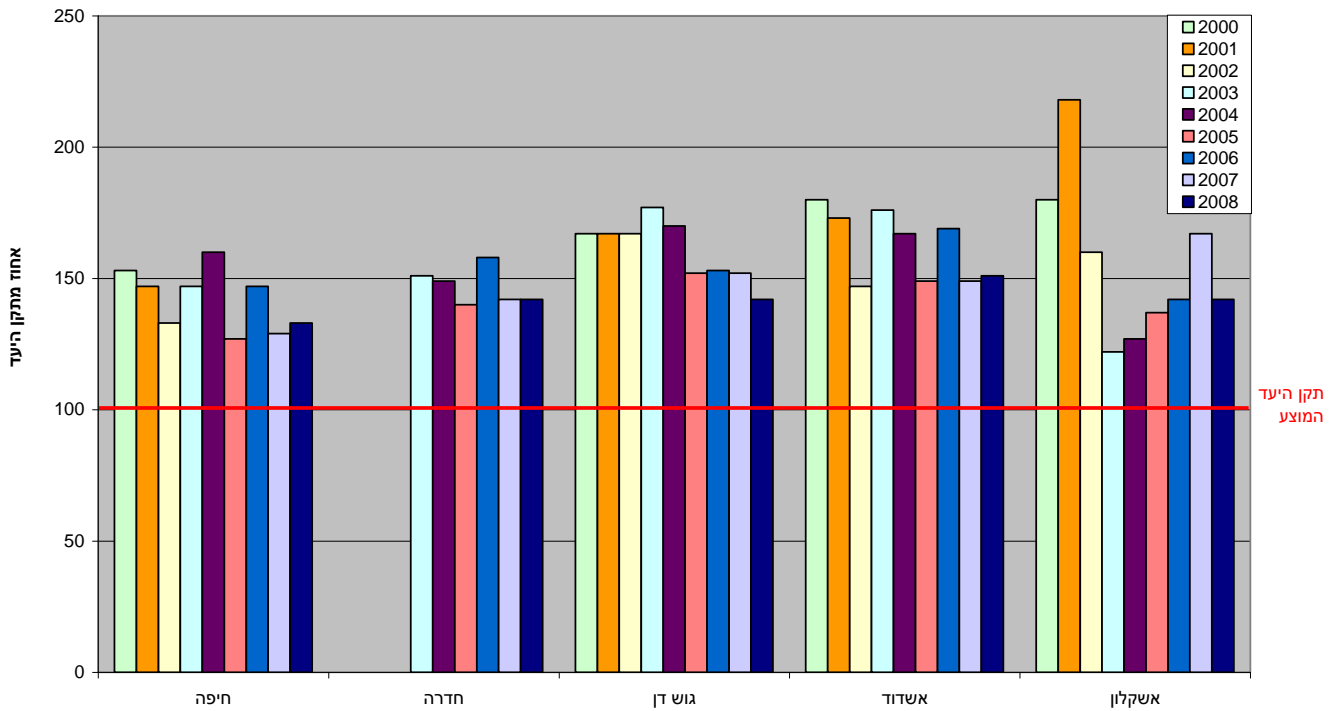
ב. ריכוזי PM2.5

חלקיקים נשימים עדינים - PM2.5 הם המסוכנים ביותר לבריאות האדם. התקדמות המחקר בנושא זה בשנים האחרונות הביאה להעלאת המודעות לנושא וקידמה במקביל את נושא הניטור והחקיקה בישראל ובעולם כולו.

בשנת 2000 הגישה ועדת משנה לתקינה הצעה לתקן-יעד של PM2.5 – 65 מיקרוגרם/מ"ק בממוצע יממתי ו-15 מיקרוגרם בממוצע שנתי. מטרת תקן היעד היא לנסות ולהביא להפחתה בריכוזי PM2.5 עד שיופחתו הסכנות הבריאותיות מחשיפה להם. לפי תקנות אוויר נקי – ערכי איכות אוויר, התשע"א, 2011, שאושרו במאסר 2011, ייקבע הערך ל-PM2.5 בסוף שנת 2012. יצוין כי במדינות אירופה ייכנס תקן סביבה למזהם זה לתוקף מחייב רק בשנת 2015.

⁴ "נתוני איכות אוויר בישראל לשנת 2008", אגף איכות אוויר, מרכז ניטור אוויר ארצי, המשרד להגנת הסביבה; "ניטור איכות אוויר בישראל", אגף איכות אוויר, מרכז ניטור אוויר ארצי, דוח שנתי, 2008, המשרד להגנת הסביבה.

תרשים 4 מציג את ריכוזי ה-PM2.5 באזורים שונים בארץ בין השנים 2000 ל-2008, באחוזים מהרמה המרבית המצוינת בתקן היעד. יצוין כי בשנת 2000 נמדדו ריכוזי PM2.5 רק בתשע תחנות ניטור אוויר (מתוכן שלוש בגוש דן ושלוש באזור אשקלון).⁵ בשנת 2008 נמדדו כבר ריכוזי PM2.5 ב-25 תחנות ניטור.



תרשים 4: מגמות בריכוזים שנתיים של PM2.5 בתחנות ניטור - אחוז מתקן היעד (מקור: מני"א)

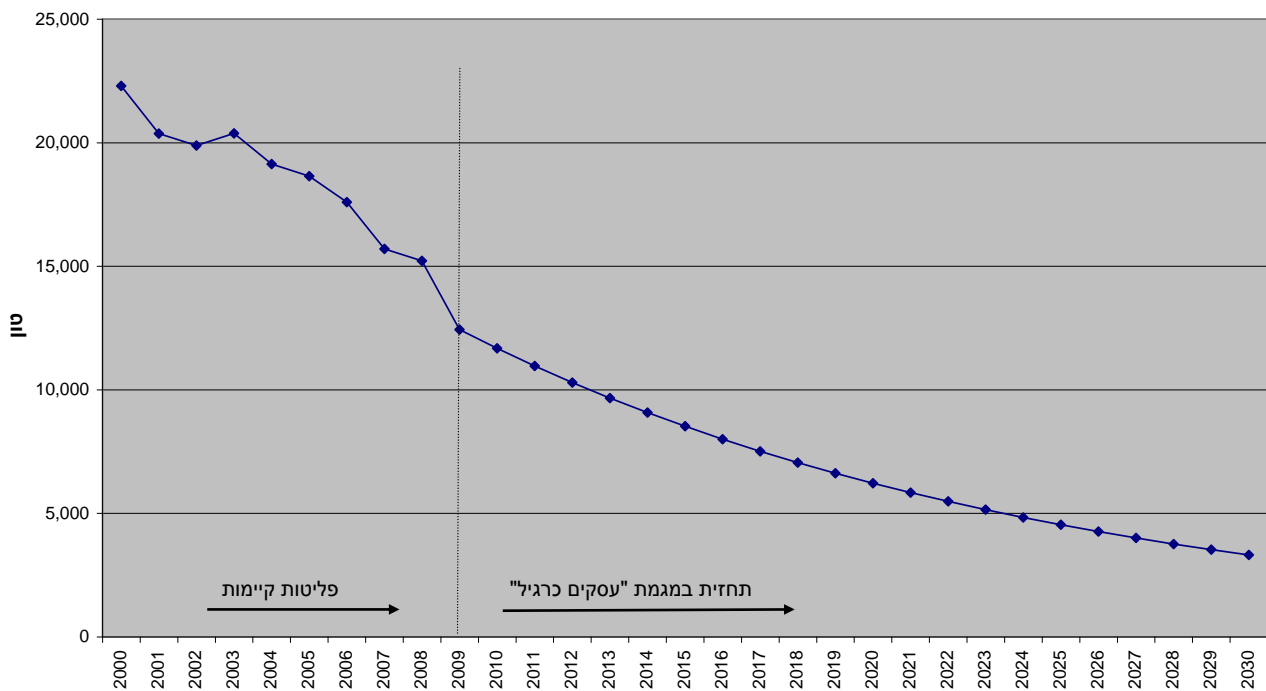
בחינת הנתונים הרב-שנתיים מצביעה על מגמה ברורה אחת: ריכוזי PM2.5 חרגו מהתקן השנתי בכל הארץ בכל שנות המדידה. מעבר לכך קשה לקבוע מגמות מובהקות לגבי הפחתה או הגברה הן על ציר הזמן והן לפי חלוקה גיאוגראפית. סיבה חשובה לחוסר בשינוי ברור על ציר הזמן היא השפעת שיעור החלקיקים מסופות האבק, שהיא מרכיב חשוב בריכוזי PM2.5 בארץ. ריכוז זה משתנה משנה לשנה ללא קשר לפעילות אדם. עם זאת, חרף חשיבותו, אין די ברכיב זה כדי לגרום למשל לריכוזים גבוהים, קבועים ומובהקים בדרום הארץ (אשקלון ואשדוד), אזור הסמוך יותר למדבריות מאשר צפונה (חיפה וחדרה).

ריכוזים יממתיים גבוהים מתקבלים בתחנות הניטור בימים של סופות אבק ובימים בהם נגרם זיהום אוויר תחבורתי גבוה.

⁵ מדידה של חלקיקים נשימים עדינים החלה בשנת 1999 בשש תחנות שהחלו לפעול בהדרגה.

2. ישראל מחר: תחזית לשנת 2030 בהנחת עסקים כרגיל⁶

על פי המגמות הקיימות בפליטות חלקיקים משריפת דלקים, ניתן להניח שמגמת ההפחתה הממוצעת של 6% לשנה, שנרשמה בשנים 2000-2009, תימשך גם בעתיד. בהנחה של המשך המגמה הקיימת ובהנחת עסקים כרגיל, צפויים להיפלט בשנת 2030 כ-3,300 טון חלקיקים משריפת דלקים, שהם כרבע מהפליטות שנבעו משריפת דלקים בשנת 2009. אם יינקטו אמצעים להפחתת הפליטות (כמו הגברת השימוש בגז טבעי) ו/או יורעו המגמות הקיימות, אזי ישתנה הגרף בהתאם.



תרשים 5: מגמות בפליטות חלקיקים עד שנת 2030 בהנחת עסקים כרגיל

3. ריכוזי חלקיקים בישראל בהשוואה למדינות ה-OECD

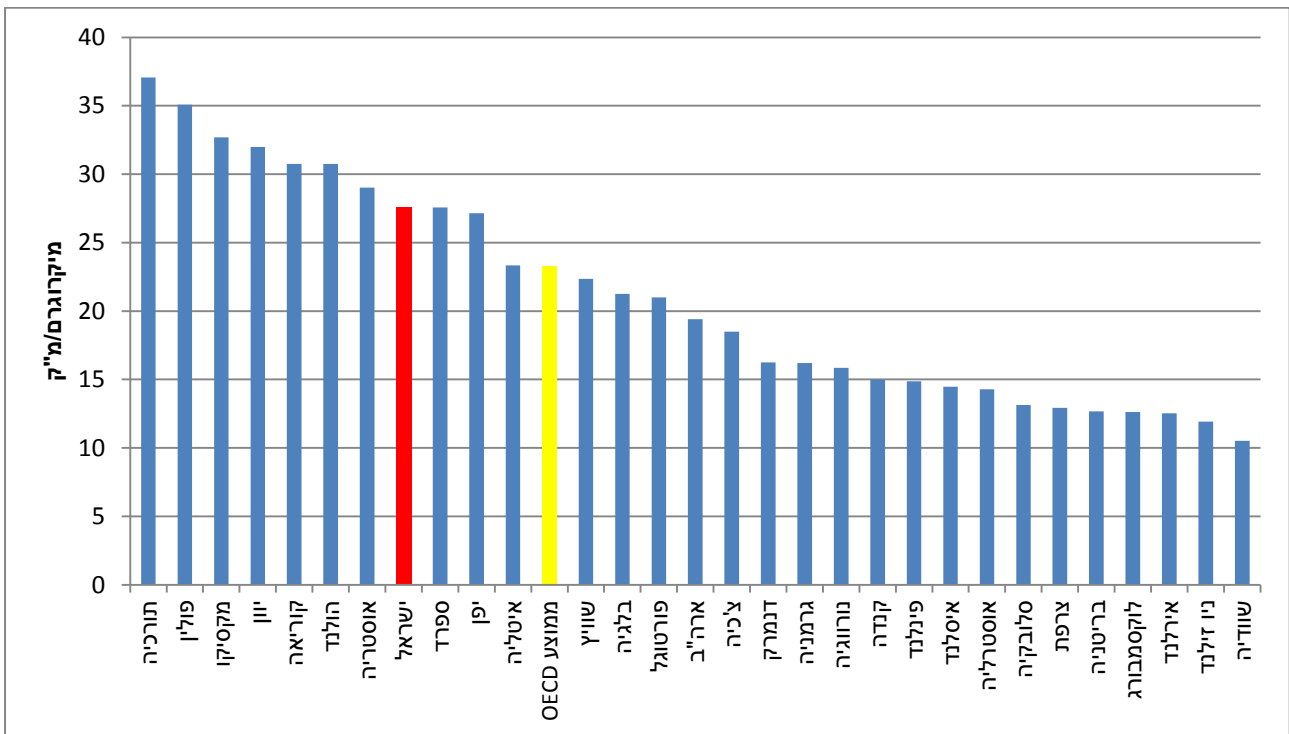
כאמור, בישראל מתפרסמים נתוני פליטות חלקיקים נשימים (PM10) בלבד, בעוד שבמרבית מדינות ה-OECD מתפרסמים נתוני פליטות של חלקיקים נשימים עדינים (PM2.5).

עם זאת, ארגון הבריאות העולמי (WHO) מפרסם נתונים בדבר ריכוזי PM10 באזורים אורבאניים.⁷

⁶ הנחת עסקים כרגיל היא ההנחה שהמגמות שהתרחשו ב-20 השנים האחרונות ימשיכו להתקיים גם ב-20 השנים הבאות.

נתונים אלה, המתייחסים למוצע ריכוזים בערים המונות למעלה מ-100,000 תושבים, מראים כי בשנת 2008 תפסה ישראל את המקום השמיני בעולם, עם ריכוז של 27.6 מיקרוגרם/מ"ק, לאחר תורכיה ויוון אך לפני מרבית מדינות המערב ומעל למוצע מדינות ה-OECD העומד על 23.3 מיקרוגרם/מ"ק (תרשים 6).

בחינת המגמות לאורך השנים מעלה כי בישראל ירד ממוצע הריכוזים בשנים 2000-2008 בכ-42% – ההפחתה הגדולה ביותר בהשוואה לשאר מדינות ה-OECD. הנתונים לגבי הריכוזים בישראל מבוססים על מאגר המידע של ארגון הבריאות העולמי – WHO (World Health Organization)



תרשים 6: ריכוזי PM10 בערים גדולות. ישראל בהשוואה למדינות ה-OECD, במיקרוגרם/מ"ק

(המקור: WHO <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.PM10.MC.M3>)

⁷ PM10 country level (micrograms per cubic meter), <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.PM10.MC.M3>

טבלה : הפחתה בריכוזי PM10 באזורים אורבאניים בשנים 2000-2008

ישראל	42.2%
אירלנד	38.8%
קוריאה	31.9%
ספרד	31.4%
פורטוגל	30.3%
קנדה	29.8%
יוון	29.4%
איטליה	29.3%
צ'כיה	29.2%
לוקסמבורג	28.7%
תורכיה	28.5%
גרמניה	27.7%
ניו זילנד	26.4%
דנמרק	26.3%
בריטניה	26.2%
מקסיקו	26.2%
איסלנד	24.1%
בלגיה	23.5%
סלובקיה	23.5%
פינלנד	20.3%
אוסטרייה	20.3%
ארה"ב	19.8%
אוסטרליה	19.6%
צרפת	19.6%
הולנד	18.1%
שוודיה	18.0%
יפן	17.6%
שוויץ	15.7%
נורווגיה	12.4%
פולין	12.2%