

# הרוצח השקט: מצב איכות האוויר בישראל

כולנו רוצים רמת חיים גבוהה - טיסות לחו"ל, רכב פרטי, מוצרי חשמל - וגם אוויר נקי, בריאות וסביבה נאותה. גם אלה וגם אלה מרכיבים את איכות החיים שלנו, אך לצערנו לא נוכל להשיג הכול יחד, כיוון שאי אפשר לחיות באורח חיים מודרני ללא גבולות יחד עם אוויר צח ברמה של ימי קדם. נצטרך להחליט על איוונים ועל רמות רצויות של כל אחד מהדברים שאנו רוצים. גם חוק אוויר נקי, שעבר בשנת 2008 ביוזמה של אדם טבע ודין, אינו יכול "לרבע את המעגל", אך הוא נותן כלים להסטת שיווי המשקל שקדם לו לכיוון סביבתי יותר.

ההסכמה החברתית שעיגן חוק אוויר נקי אומרת שצריך להחמיר יותר בתקנים לעומת הגישה שהייתה נהוגה קודם, לפקח יותר על התעשייה, לדרוש את הטכנולוגיות הטובות ביותר להפחתת פליטות, להנהיג תוכנית לאומית להפחתת זיהום אוויר, ליצור תכניות להפחתת זיהום האוויר מתחבורה וכדומה.

## כמה עובדות



מחקר של ארגון ה-OECD מעריך כי התמותה בישראל בשנת 2010 מזיהום אוויר עמדה על **2,548 אנשים בשנה** מספר העולה על מספר ההרוגים בתאונות דרכים ובפיגועי טרור גם יחד

מחקר של סקר סיכונים מזיהום אוויר שבוצע בישראל בשנת 2003 בשיתוף המשרד להגנת הסביבה, הרשות האמריקאית להגנת הסביבה (EPA) ואדם, טבע ודין, התמקד באזורי תל-אביב ואשדוד, והוא מאפשר לבצע הערכה בדבר מידת התחלואה והתמותה מזיהום אוויר באזורים אלה. כך לדוגמה, היה ניתן לייחס **8% ממקרי התמותה ממחלות נשימתיות במבוגרים בת"א לחשיפה כרונית לחלקיקים** אנתרופוגניים שקוטרם קטן מ- 2.5 מיקרון.



המשרד להגנת הסביבה העריך בשנת 2011 (בעת הכנת התכנית הלאומית להפחתת זיהום אוויר) את הנזקים הבריאותיים הצפויים בשנת 2020 כתוצאה מזיהום אוויר חלקיקי (תמותה כרונית, תמותה מסרטן ריאות, תמותה ממחלות לב איסכמיות, מוות אקוטי בטרם עת, אשפוזים קרדיווסקולריים, אשפוזים נשימתיים וימי שימוש בתרופות בשל אסטמה) ומאוזון (מוות אקוטי בטרם עת, אשפוזים נשימתיים). תרגום נזקים אלו לערכים כלכליים העלה כי **הנזק הצפוי למשק הישראלי בשנת 2020 כתוצאה מזיהום האוויר עומד על כ- 8.5 מיליארד ש"ח!**



## תמונת המצב הקיים של איכות האוויר בישראל

מידע על זיהום האוויר נחלק באופן בסיסי לשני סוגים: מידע על הפליטות ומידע על הריכוזים בסביבה. הפליטות מציינות את הכמויות של החומרים המזהמים השונים שנפלטים ממקורות הפליטה השונים (כגון תעשייה, תחבורה, ייצור חשמל, ועוד). הפליטה יכולה להתרחש במקומות שונים ובזמנים שונים, והיא מהווה מדד למידת ה"לחץ" שאנו מפעילים על הסביבה. לאחר הפליטה מתפזר הזיהום בסביבה, והאוויר נמהל. גם הזיהום מתערבב, ובמקום מסוים יכול להימדד זיהום ממקורות פליטה שונים. מידע על ריכוזים בסביבה מציין את ריכוז המזהמים השונים שנמדדים במקום מסוים ובזמן מסוים, ובסופו של דבר הוא הקובע את מידת החשיפה שלנו לזיהום ואת מידת הנזק. **ככל שריכוז המזהמים יהיה גבוה יותר וזמן החשיפה יהיה גדול יותר, הנזק יהיה גדול יותר.**

### פליטות

הפליטה השנתית הכוללת של מזהמי אוויר שונים (בטונות לשנה) נלקחה מנתוני מצאי הפליטות הארצי של המשרד להגנת הסביבה לשנת 2016<sup>1</sup>

מציא פליטות לאוויר שנת 2016	שימוש ביתי	תחנות דלק	מחצבות	יערות קק"ל	חוות מיכלי דלק	תעשייה	ייצור חשמל	תחבורה	מט"שים	מטמנות	שריפת פסולת צמחית	סה"כ
תחמוצת NOx חנקן	-	-	1,216	-	-	18,000	55,600	23,385	-	343	355	98,899
תחמוצת SOx גופרית	-	-	6	-	-	15,335	53,411	301	-	2	8	69,063
פחמן דו CO חמצני	-	-	586	-	-	8,023	5,016	49,591	28	350	12,553	76,146
חומר חלקיקי עדין מרחף בקוטר קטן מ-10 מיקרומטר PM10	-	-	992	-	-	3,439	1,953	1,882	-	42	1,991	10,299
חומר חלקיקי עדין מרחף בקוטר קטן מ-2.5 מיקרומטר PM2.5	-	-	169	-	-	2,788	1,157	1,129	-	-	1,878	7,121
תרכובות אורגניות NMVOC נדיפות ללא מתאן	14,419	4,660	109	876	1,282	6,856	233	3,582	512	249	378	33,157
בנזן	-	47	0.07	-	3.4	5	1	196	1	1	39	293
1.3- Butadiene	-	-	-	-	-	2	-	48	-	-	39	89

1/ מצ"ב נספח 1- טבלת מצאי פליטות הארצי של המשרד להגנת הסביבה לשנת 2016

אנו רואים כי עבור תחמוצות חנקן מקורות הפליטה הגדולים ביותר (בסדר יורד) הם ייצור חשמל, תחבורה ותעשייה. עבור תחמוצות גופרית שני מקורות הפליטה המשמעותיים ביותר הם ייצור החשמל והתעשייה. עבור תרכובות אורגניות נדיפות ללא מתאן הפולטים הגדולים הם שימוש ביתי, תעשייה, תחנות תדלוק ותחבורה. עבור בזון מקורות הפליטה הגדולים ביותר הם תחבורה, תחנות תדלוק ושריפת פסולת צמחית.

## זיהום אוויר מייצור החשמל

בעשור האחרון התרחש תהליך של הגדלת חלקו של הגז הטבעי והקטנת חלקם של הפחם והדלקים הנוזליים המזהמים יותר. באופן זה הפליטות פר קוט"ש חשמל מיוצר הן קטנות יותר. עם זאת, אנו מייצרים יותר קוט"שים בשל הגידול באוכלוסיה והגידול בצריכה. בסופו של דבר, מה שאנו נושמים לריאות הוא זיהום האוויר הכולל ולא זיהום האוויר הסגולי (הפליטה פר קוט"ש). לפיכך, לצורך הפחתה משמעותית של הפליטות מסקטור זה יש צורך במקביל לשימוש העכשווי בגז טבעי ולסגירת יחידות הייצור הפחמיות, להגדיל במידה משמעותית ביותר את ייצור החשמל ממקורות אנרגיה מתחדשים (בעיקר מאנרגיית שמש ורוח) שהוא כיום דל ביותר, ולהגיע לרמה משמעותית של התייעלות וחסכון באנרגיה.

בנוגע לתעשייה, גם כאן החלה הסבה לגז טבעי של מקורות אנרגיה פנימיים של התעשייה. יש צורך להמשיך תהליך זה ובמקביל גם כאן לייצור מקורות אנרגיה מתחדשים ולבצע פרויקטים של התייעלות וחסכון. במקביל יש להגביר את האכיפה והפיקוח על מנת לוודא עמידה קפדנית בתקני הפליטה.

## זיהום אוויר מתחבורה

חלקה הינו, כאמור, גבוה ביותר בעוגת פליטת המזהמים בחלק גדול ממזהמי האוויר. יש לזכור כי חלקה של התחבורה בסך הפגיעה הבריאותית הנגרמת מזיהום אוויר גדול יותר מחלקה בסך הפליטות כיוון שהפליטות מתחבורה מתרחשות בגובה נמוך (בניגוד לארובות של תחנות כוחבגובה של מאות מטרים). פליטות תחבורתיות בגובה נמוך בתוך ריכוזי אוכלוסייה מגיעות לריאותיהם של מיליוני אנשים בארץ באופן מרוכז ובפרקי זמן ארוכים. בנוסף, זיהום אוויר תחבורתי הינו פעיל ביותר מבחינה כימית, והוא גורם משמעותי ביצירת בעיית האוזון שעליה יורחב בהמשך. על מנת לצמצם את זיהום האוויר מתחבורה (בד בבד עם צמצום הפקקים, תאונות הדרכים, הצורך בסלילת כבישים, ועוד) יש צורך במהפך משמעותי של צמצום התלות בתחבורה פרטית ומעבר משמעותי למערכות הסעת המונים יעילות, נגישות, זולות ונקיות.

## מקורות זיהום אוויר נוספים

בטבלת הפליטות לעיל מופיעים מקורות נוספים כגון תחנות דלק, מחצבות, אתרי פסולת, ועוד. בנוגע למקורות פליטה חשובים (בנוסף לייצור חשמל ותחבורה): יש צורך להדק את הפיקוח והאכיפה על מערכות מישוב האדים בתחנות דלק (המצמצמות את הדליפות והאידיוי מהן), ליצור תכנית אכיפה משמעותית לשריפות פיראטיות של פסולת ביתית או צמחית, ולבחון כיצד ניתן לצמצם את השימושים הביתיים בחומרים אורגניים.

## ריכוזי מזהמי אוויר בסביבה

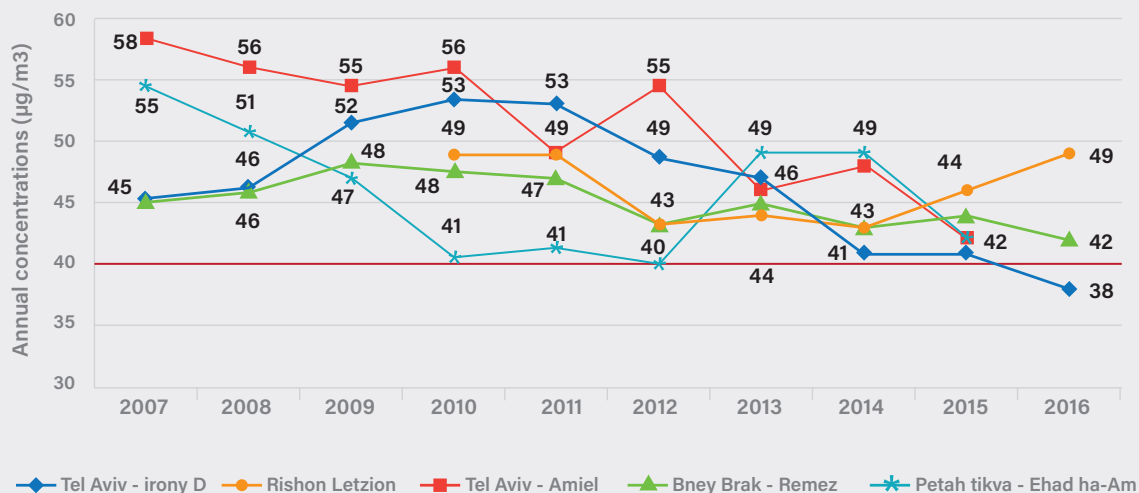
לאחר הפליטה של מזהמים לאוויר ממקורות הפליטה, הם מתפזרים בסביבה ואופפים אותנו. בסופו של דבר סוגי המזהמים הקיימים באוויר שאותו אנו נושמים, ריכוזי המזהמים באוויר ומשך הזמן שאליו אנו נחשפים לריכוזים אלה הם שקובעים את מידת הנזק הבריאותי. תקנות אוויר נקי מגדירות ערכי סביבה מירביים (תקני סביבה) של מזהמים שונים באוויר, והם שמיועדים להגן על איכות הסביבה ועל בריאות הציבור. כבר שנים רבות עולה מנתוני תחנות הניטור בארץ כי מעת לעת יש חריגות מהתקנים של מזהמי אוויר שונים באזורים שונים בארץ ולפרקי זמן שונים. דבר זה מעיד על בעיה לאומית נרחבת ולא על אירועים מקריים וספורדיים.

תמונת המצב של איכות האוויר בישראל מתקבלת משני סוגי מקורות ידע: ניטור האוויר ע"י גופים ורשויות שונים ומחקרים אקדמיים. המשרד להגנת הסביבה מפעיל רשת ניטור ארצית, ומפרסם החל משנת 1997 דו"ח שנתי על מצב איכות האוויר בישראל, הכולל גם נתונים מרשתות ניטור נוספות, כגון רשתות של איגודי ערים ושל חברת החשמל. עיון בנתוני הניטור שנאגרו בעשרים השנים האחרונות ובסיכומי המשרד להגנת הסביבה מראה כי לזיהום האוויר בארץ המאפיינים הבאים:

א. **באזורים רבים בארץ במשך עשרות שעות וימים מתקבלות חריגות מהתקנים הסביבתיים עבור מזהם האוויר "תחמוצות חנקן" (NOx).** זהו מזהם מסוכן, והוא נפלט ממגוון מקורות פליטה, אך עיקר החשיפה של האוכלוסייה אליו נובע כתוצאה מפליטה של מקורות תחבורתיים, ובפרט במרכזי הערים.

חריגות שנתיות של המזהם חנקן דו חמצני (אחד ממרכיבי ה-NOx) בתחנות ניטור תחבורתיות (מתוך מצגת של המשרד להגה"ס):

### NO<sub>2</sub> Transportation stations Tel Aviv metropolitan area



ב. מזהם האוויר השניוני אוזון, אשר נוצר בעיקר מפעילות קרינת השמש על תוצרי פליטת תהליכי שריפה ממנועים, ובפרט תחמוצות חנקן (NO<sub>x</sub>) ופחמימנים, מתגלה בריכוזים גבוהים וגבוהים מאד באזורים נרחבים בארץ (בעיקר באביב ובקיץ). ריכוזיו של מזהם זה נמצאים במגמת עלייה.

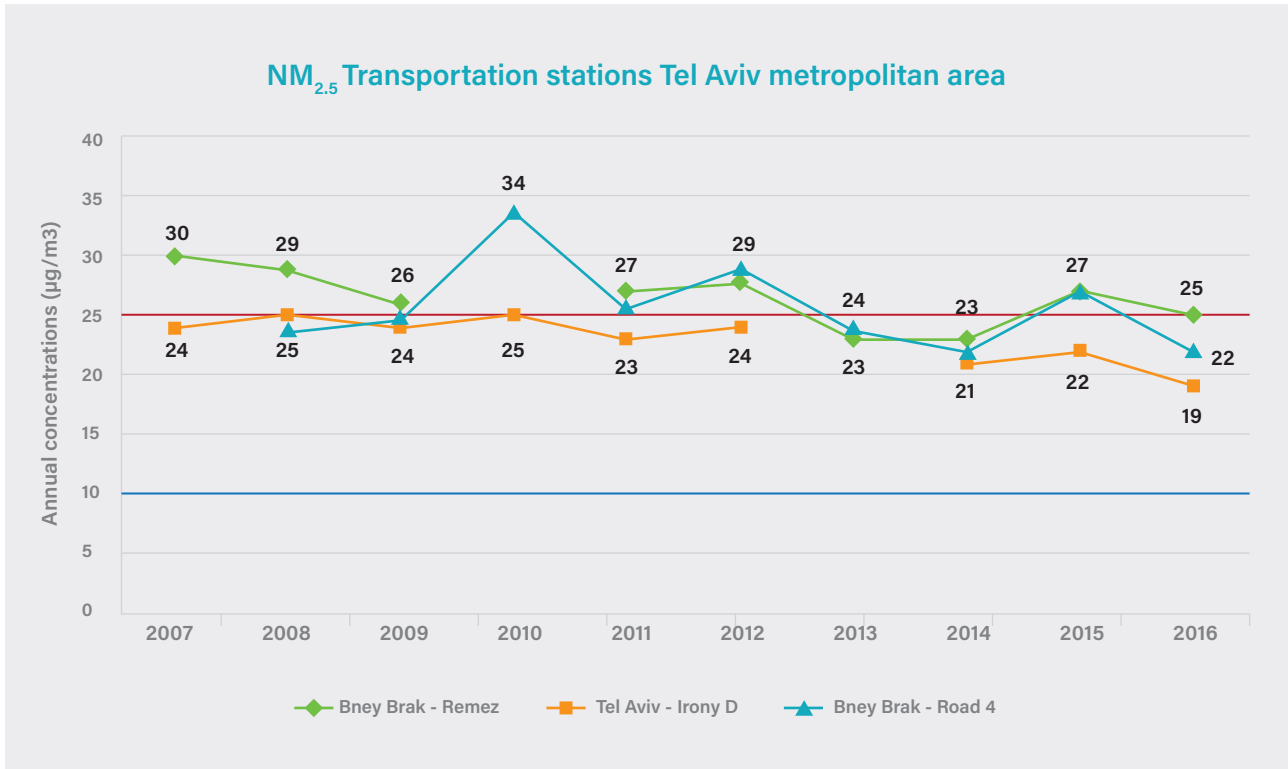
מספר האירועים השנתיים של ריכוזי אוזון (O<sub>3</sub>) שמונה שעתיים העולים על 100 מק"ג/מ"ק (מתוך מצגת של המשרד להגה"ס):



יצוין כי התקן הוא 140 מק"ג/מ"ק, אך ריבוי של מקרים בכל הארץ של ריכוזים העולים על 100 מעיד על רמות לא בריאות ולא רצויות, ועל בעיה נרחבת ומתמשכת, ולא על אירועים בודדים או מקריים.

ג. **מזהמי האוויר החלקיקיים** (ישנם חלקיקים שונים, הנבדלים זה מזה בגודל, ושעליהם חלים תקנים שונים), מצויים בישראל בריכוזים גבוהים מאד ופעמים רבות בחריגות מהתקנים.

ד. ריכוזים שנתיים של חלקיקים נשימים עדינים (PM2.5) בתחנות ניטור תחבורתיות בגוש דן (מתוך מצגת של המשרד להגה"ס):



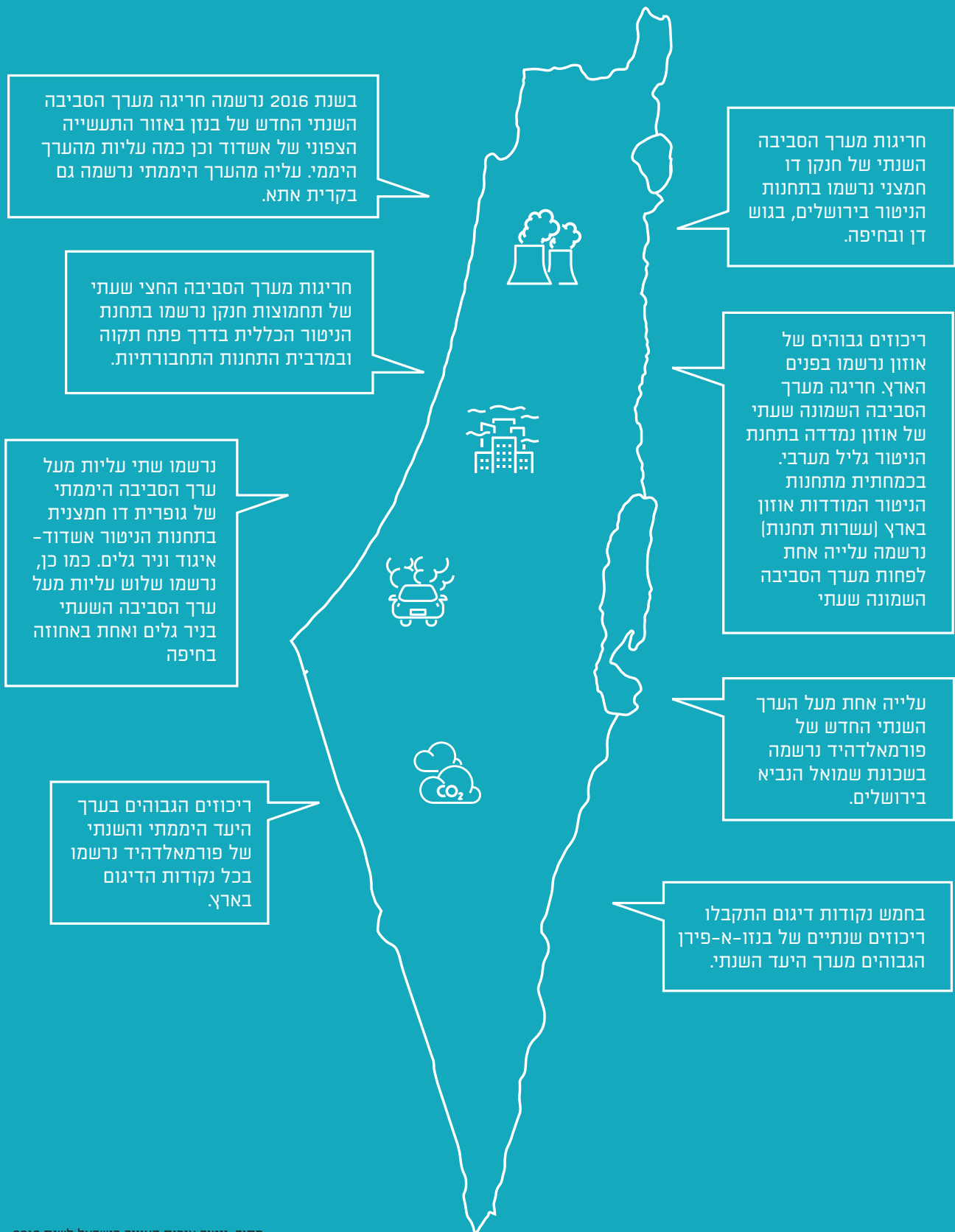
ה. מזהמי אוויר מסוכנים נוספים (כגון בנזן, פורמאלדהיד, מתילן כלוריד, תרכובות אורגניות נדיפות שונות, ועוד) מתגלים לעיתים בריכוזים החורגים מערכי הייחוס הסביבתיים או אף מערכי הסביבה, בעיקר בקרבת אזורי תעשייה גדולים כגון אשדוד, מפרץ חיפה ורמת חובב.

ו. **ענני ערפיח אופפים לעתים קרובות את המרכזים האורבאניים הגדולים בישראל.** ערפיח הינו ביטוי המורכב מצירוף המילים ערפל ופיח, והמציין ענן זיהום אוויר הכולל תערובת של מזהמים ובהם חנקן דו חמצני, אוזון וחלקיקים. החנקן הדו חמצני (NO<sub>2</sub>), שהוא תחמוצת חנקן מסוכנת ביותר, הוא אשר נותן לערפיח את צבעו החום אדמדם האופייני.

יש לציין כי תהליך המעבר לגז טבעי הוריד במידת מה את מספר החריגות מפני שהוריד במעט חלק מן הפליטות. עם זאת לא ניתן לעשות השוואה מלאה לעבר כדי לראות מגמות כיוון שחלק מהתקנים השתנו בשנים האחרונות. מבט על נתונים שנלקחו מדו"ח הניטור השנתי לשנת 2016 של המשרד להגנת הסביבה מראה כי על אף שיפורים מסוימים וחלקיים שהתרחשו, זיהום האוויר עדיין כאן. במיוחד באוזון וחלקיקים כפי שיוסבר בסעיף הבא.



# מצב איכות האוויר בישראל בשנת 2016



מתוך: ניטור איכות האוויר בישראל לשנת 2016, ד"ר לבנה קורדובה, המשרד לאיכות הסביבה



## נזקים בריאותיים העלולים להיגרם מזיהום אוויר

### בעיית האוזון:

אוזון ( $O_3$ ) הינו מזהם שניוני הנוצר מתחמוצות החנקן ( $NO_x$ ) ומפחמימנים באמצעות אנרגיית השמש, והוא מהווה מרכיב ב"ערפיח" ("סמוג") הפוטוכימי. גז זה הוא מחמצן חזק מאד, והוא פוגע בחומרים אורגניים ובתאים חיים. כתוצאה מכך גורמת חשיפה לאוזון לפגיעה בתפקוד הריאות והנשימה, ירידה בתפקוד הריאות, כאבים בחזה, שיעול, דלקות בראות ובדרכי הנשימה, פגיעה ביכולת הנשימה ובהעברת החמצן לכל הגוף, וכן פגיעה ביכולתן של הריאות להגן על הגוף מפני פולשים כגון בקטריות ואורגניזמים הגורמים למחלות.

הפגיעה של האוזון בריאות דומה מאד לנזקי עישון, כאשר מחקרים שנעשו בלוס אנג'לס מראים כי אנשים לא מעשנים, אשר נחשפו לרמות גבוהות של אוזון, סבלו מהפרעות נשימה המופיעות בדרך כלל בקרב אנשים המעשנים חפיסת סיגריות ביום, ואנשים העוסקים בפעילות מתונה, אשר נחשפו למשך 6 – 7 שעות לרמות נמוכות של אוזון, סובלים מתפקוד ריאות מופחת ומזיהומים המלווים בתסמיני כאב בבית החזה, לחץ בדרכי הנשימה ושיעול.

בנוסף עשויה חשיפה לאוזון לגרום לפגיעות בעיניים ובמנגנון הראיה, החמרת תחלואת הלב בקרב חולי לב וירידה בתפקוד הפיזיולוגי הכללי של הגוף. כך, למשל, בדו"ח ועדת המומחים

לחשיפה ל-30 מיוחסים 8% מכל מקרי האשפוז בבתי חולים עקב תחלואה נשימתית בתל אביב ו-12% באשדוד.

כאמור, גז זה הינו מחמצן חזק, ועל כן הוא גורם גם לקורוזיה במבנים, לפגיעה ביבול חקלאי, ועוד.

### בעיית החלקיקים:

חלקיקים הקטנים מקוטר של 45 מיקרון מוגדרים כ-"חומר חלקיקי מרחף", או כ-"כלל אבק מרחף" (TSP). חלקיקים הקטנים מ-10 ( $PM_{10}$ ) מיקרון, נקראים "חלקיקים נשימים". חלקיקים הקטנים מ-2.5 ( $PM_{2.5}$ ) מיקרון נקראים "חלקיקים נשימים עדינים". מקורם העיקרי של החלקיקים הקטנים הוא פעילות אנתרופוגנית, כאשר חלקם נפלטים ישירות (כמזהמים ראשוניים), וחלקם נוצרים בהמשך באטמוספירה (מזהמי אוויר שניוניים) בתהליכים כימיים, בעיקר מחמצון של תחמוצות חנקן וגופרית ליצירת חלקיקי ניטרט וסולפט. בנוסף לכך, לחלקיקים אלה שטח פנים גדול ועליו נספחים חומרים מסוכנים רבים כגון פחמימנים ומתכות כבדות, אשר בדרך זו חודרים בקלות לעומק דרכי הנשימה.

מחקרים מדעיים מראים באופן קבוע קשר בין זיהום אוויר חלקיקי לבין החמרה במצבם של אנשים הסובלים ממחלות ריאתיות (כגון קצרת, דלקות בדרכי הנשימה, ועוד), וכן לעלייה במספר מקרי המוות כתוצאה ממחלות אלה. סיבות המוות העיקריות הן מחלות ריאה חסימתיות, דלקות ראות, מחלות לב וסרטן.

החלקיקים שהשפעתם הבריאותית היא החמורה ביותר, במיוחד לאוכלוסיות רגישות הסובלות מבעיות בדרכי הנשימה, הם החלקיקים שקוטנם מ-2.5 מיקרון.





## מה נדרוש מהמשלה הבאה?

### • עדכון התוכנית הלאומית להפחתת זיהום האוויר

התכנית הלאומית (שאושרה בממשלה בשנת 2013) הייתה אמורה (על פי חוק אוויר נקי) להתעדכן באוגוסט 2018, אך הדבר טרם התבצע. יש צורך שהתכנית המעודכנת תהיה שאפתנית הרבה יותר מהקודמת, תעבור במהירות ושיוקצו לה המשאבים הדרושים.

### • קידום תכניות קונקרטיות להפחתת זיהום האוויר מתחבורה, בפרט במרכזי הערים

בתכניות אלה אין להסתפק בכלים טכנולוגיים (כגון מלכודות חלקיקים נשימים או ממירים קטליטיים מחמצנים). כבודם אמנם במקומם מונח, אך יש צורך בצמצום ניכר של הנסועה בכלי רכב פרטיים לטובת מערכות הסעת המונים יעילות, נגישות, זולות לציבור ונקיות ככל האפשר.

### • צמצום ייצור החשמל מדלקים מחצביים, הגדלה משמעותית של ייצור החשמל ממקורות של אנרגיה מתחדשת, וקידום כלים להתייעלות בצריכת אנרגיה ולחיסכון בחשמל

כל זאת יחד עם קידום אגירה שתאפשר את הגדלת היעדים הלאומיים לייצור אנרגיה מתחדשת.

### • קידום ניטור האוויר

באמצעים מתקדמים של חישה מרחוק, ובמערכות של זמן אמת שישפרו את ניהול איכות האוויר, בפרט במצבי קיצון.

### • פיתוח של מערכות המידע הסביבתי

כך שיאפשרו לשפר את הפיקוח והאכיפה מטעם המשרד להגנת הסביבה, ובו-זמנית להגדיל את השקיפות לציבור.