



פקק תנועה אופייני בכביש 4. חשיפה מסוכנת לחנקן דו-חמצני

חונקנו הגנה

חשבתם שהפקקים שאתם יושבים בהם כל יום רק מעייפים ומעצבנים אתכם? מחקרים עדכניים מגלים שהשעות הארוכות שבהן אנו תקועים בכבישים העמוסים עולות לנו בעוד משהו: בבריאות. לחץ דם גבוה, מחלות לב וריאות, דיכאון וחרדה, אלימות במשפחה ואפילו סרטן. ולא - חלונות סגורים ומזגן פועל לא ישאירו את זיהום האוויר בחוץ. **תג המחיר הסמוי של פקקי התנועה: הסיפור המלא**

בזמן עמידה בפקק,
כלי רכב
פולט כ־**90%**
יותר תחמוצות
חנקן לכל ק"מ

צילום: יריב כץ

מחקר חדש מצא
שהסיכון של חולי לב
שנחשפו לזיהום אוויר
תחבורתי לחלות בסרטן
הערמונית, השד
והריאה, עלה ב־**50%**

על פי בדיקת גרינפיס,
כשהרכב תקוע בפקק,
פליטות החומרים
האורגניים הנדיפים
מזנקות ב־**172%**

אישה עוטה מסכה
עוברת מעל עורק תנועה
בבנגקוק, הסובלת מזיהום
אוויר תחבורתי קשה



עוד רגע החופש הגדול מסתיים, וכבר הם חוזרים אלינו בענק: הפקקים האינסופיים בכבישים שלנו. הם מתחילים בראשון בבוקר, ונמשכים לסירוגין עד שישי בצהריים. לפי עמים גם בסופי שבוע ובחגים. נחילים של מכוניות, צמודות פגוש לפגוש, שעושות את הדרך באיטיות אל היעד המבוקש.

מה שכולנו חווים על בשרנו, מקבל משנה תוקף גם בנתונים הרשמיים: דוח מבקר המדינה ממאסר השנה קבע, כי למרות ההבנה שיש להוריד את מספר כלי הרכב הפרטיים, כמות המכוניות בכבישי הארץ רק הולכת וגדלה. צפיפות כלי הרכב הפרטיים בישראל היא הגבוהה ביותר במדינות ה-OECD – פי 3.5 מהממוצע במדינות אירופה. הצפיפות הזו, יחד עם תחבורה ציבורית שאינה מספקת, כך קבע המבקר, גורמת נזק לחברה, לכלכלה ולחיי היום-יום של כולנו. במאי 2018 העריי כה קרן המטבע הבינלאומית כי העומס בכבישים גזל מהנוסעים בכבישי ישראל שישים דקות בממוצע ליום בשנת 2012, והבעיה רק תלך ותחריף.

אבל קצת מתברר שהפקקים שלנו הם לא רק שעות שעפות לחינם, עייפות ועצבים, אלא גם סכנה בריאותית של ממש. מחקרים מהשנים האחרונות מגלים שהשעות שאנחנו מבילים במכונית שלנו עולות לנו בכריאות: לחץ דם גבוה, מחלות לב וריאות, דיכאון וחרדה, אלימות במשפחה ואפילו סרטן – כל אלה נקשרו בשנים האחרונות לזיהום אוויר גבוה שאליה אנחנו נחשפים בזמן הנהיגה.

הרוצח הבלתי נראה

זיהום אוויר נמצא בכל מקום מסביבנו. תשעה מכל עשרה אנשים בעולם נושמים אוויר רווי במזהמים מיקרוסקופיים, שנשאפים אל מערכת הנשימה ותוקפים את הלב, הריאות והמוח שלנו. חלקיקים קטנים בגודל של מולקולות חודרים את מעטפת ההגנה של הריאות ומייצרים מצב של דלקת. החלקיקים האלה ניטעים עמוק בתוך הריאות, חודרים למחזור הדם וגורמים לדלקת בכלי הדם ומעלים את לחץ הדם. כל אלה עלולים לגרום למחלות שונות. ארגון הבריאות העולמי מייחס שבעה מיליון מקרי מוות בשנה ברציבות העולם לזיהום כזה, המכונה גם "הרוצח הבלתי נראה", והסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן קבעה כי הוא גורם לסרטן בבני אדם. המקורות לזיהום האוויר כוללים תופעות טבע כמו סופות אבק, לצד פליטות ממפעלי תעשייה, ממשאות, ממכוניות וממשקי בית. על פי המשרד להגנת הסביבה, תחבורה היא המקור העיקרי לזיהום האוויר במרכזי הערים ובמרכזי האוכלוסין. מדי שנה, מודדות תחנות הניטור של המשרד עשרות חריגות מתקני איכות האוויר. המזהמים העיקריים מתחבורה הם תחמוצות חנקן, חלקיקים נשימים עדינים ואוזון, חומרים הנפלטת גם בתעשייה, אך באזורים פוקקים הם נובעים באופן כמעט בלתי עדי מכילי רכב. מבדיקה שערך ארגון גרינפיס בישראל ב-2018, עולה כי רכב פרטי המזדחל בפקק טיפוסי בגוש דן מזהם את האוויר פי שניים יותר מאשר בנסיעה בתנועה זורמת. הסיבות לכך הן בעיקר התארכות משך הנסיעה והמעברים התכופים בין דוושות הבלם והתאוצה, שגורמים לשריפת דלק מוגברת.

חשיפה למוזהמי אוויר למיניהם, גם בריכוזים נמוכים, נקשרה למגוון רחב של תוצאי בריאות שליליים באוכלוסייה הכללית, ובייחוד באוכלוסיות

מבדיקה שערך ארגון גרינפיס ישראל ב-2018, עולה כי רכב פרטי המזדחל בפקק טיפוסי בגוש דן מזהם את האוויר פי שניים יותר מאשר בנסיעה בתנועה זורמת. הסיבות לכך הן בעיקר התארכות משך הנסיעה והמעברים התכופים בין דוושות הבלם והתאוצה, שגורמים לשריפת דלק מוגברת

התשובה על כך עדיין לא ידועה במלואה. מחקרים שונים מראים כי מזהמי האוויר העיקריים הקשורים לתוצאות בריאותיות שליליות הם חומר חלקיקי בקטרים שונים, אוזון, חנקן דו-חמצני וגופרית דו-חמצנית. מזהמי אוויר אחרים כמו בנזן, פורמלדהיד, ותרכובות ארומטיות רב-טבעתיות אחדות מוכרים כחומרים מסרטנים לבני אדם. "מדובר באלפי חומרים, אורגניים ולא אורגניים, שיכולים לגרום לכל מיני תהליכים ביולוגיים בתוך הגוף", אומר פרופ' סרנת. "אחת המטרות הכי חשובות של חוקרים שעובדים בתחום הזה היא לזהות בדיוק מהם המרכיבים הכי מסוכנים בתוך זיהום אוויר. היום כבר יודעים שיש דברים שיותר מסכנים את הבריאות מאחרים, אבל אנחנו עוד לא סגורים על זה".

חותם מולקולרי

ואכן, בשנים האחרונות, הולכות ומצטברות אלפי עדויות לנזק הבריאותי העצום שנגרם כתוצאה מחשיפה לזיהום אוויר תחבורתי. מחקר שפורסם בהולנד ב-2011 הראה שחשיפת אוויר ספוג בחלקיקים מזהמים מרחיב למשך שלושים דקות עשויה להגביר את הפעילות החשמלית שאחראית להתנהגות, לאישיות ולקבלת החלטות כמו. חוקרים באוניברסיטת קולומביה ובהרווארד גילו כי נשימת אוויר עירוני "רגיל" הספוג בגוים שנפלטת מאגוזי מכוניות במשך תשעים יום עשויה לגרום לשינויים גנטיים בקשישים, ולהותיר חותם מולקולרי בגנום של תינוק שרק נולד.

רגישות, כגון ילדים, נשים הרות, חולים במחלות כרוניות וקשישים, בהם: מחלות נשימתיות, כגון אסתמה ומחלת ריאות חסימתית כרונית, מחלות לב וכלי דם, סרטן גים מסוימים של סרטן, השפעות שליליות על התפתחות מערכת העצבים, תוצאי לידה שליליים כמו מומים מולדים, סוכרת מסוג 2, השמנת יתר וליקויים קוגניטיביים. על פי דוח מינהל הסביבה של ה-OECD שפורסם לפני שנתיים, בשנת 2015 נרשמו בבישראל 2,240 מקרי מוות בשל זיהום אוויר ונרשמה עלייה כללית בשיעור התמותה עקב זיהום אוויר בין 2010 ל-2015, מ-238 למיליון נפש ל-265. הרוח העריך את עלות התמותה הנגרמת מזיהום אוויר בישראל ב-2015 ב-7.3 מיליארד דולר. מחקר שפורסם על ידי משרד הבריאות ב-2016 העריך שהחשיפה לזיהום אוויר באותה שנה ב-2015 הביאה ל-348,039 ימי אשפוז ועלתה 1.3 מיליארד דולר.

"כמעט כל דבר רע בבריאות שלנו קשור איכשהו לחשיפה לזיהום אוויר", אומר פרופ' ג'רמי סרנת, מבית הספר לבריאות הציבור באוניברסיטת אמורי באטלנטה, ואחד המומחים הגדולים בעולם לבריאות הציבור, המתמחה בזיהום תחבורתי, בראיון ל"7 ימים". "לא כולנו מגיבים לזיהום כזה באותה דרך, יש אנשים שגרים במקום הכי מזהם בעולם או מעשנים כבדים והם בסדר, אבל כפי שאנחנו מבינים את הדברים היום, זיהום כזה הפך לגורם הסכימטי הכי מסוכן לבריאות שמוכר לנו". מה זיהום אוויר מסוכן כל כך?

צילום: ג'וני איתמר





אבודים בפיקים. מחקרים הראו ששיבה ממושכת במכונית מגבירה את הסיכון לאלומות ביתית בשעות הלילה

המכניסטי-ביולוגי של החשיפה לזיהום. אחד הדברים שהפתיעו אותנו היה שהיא ריאקציות, התגובות האלה שמצאנו, היו מיידיות. מדובר בעניין של שניות מרגע החשיפה עד שהופיעו."

למרות הממצאים הדרמטיים, נוקט סרנת משנה זהירות בפרשנות הממצאים שגיי לה. "אין ספק שמשוהו מתרחש בגוף ברגע החשיפה לזיהום, אבל את רוב מה שאנחנו רואים אנחנו לא יודעים עדיין להסביר. מה זה המטאבוליט הזה שמשנתה ביחס לחשיפה לזיהום אוויר. עדיין, אני מתאר לעצמי שהישראלי הממוצע יושב כל יום לפחות שעה באוטו שלו, וזו חשיפה אדירה."

המקרה של חיפה

בחודש שעבר התארח פרופ' סרנת בסדנה מקצועית של הקרן לבריאות וסיביבה, הפועלת בישראל להעמקת הידע המדעי ולשיפור המדיניות וההגנה על בריאות הציבור מפני מזהמים סביבתיים - מכימיקלים רעילים במוצרי צריכה ומזון, דרך זיהום אוויר עד לחומרי הדברה. המפגש עסק באתגרי העתיד של מחקר זיהום האוויר בישראל ובעולם, וכינס בכירי אקדמיה, ממשלה וארגונים אזרחיים לחשיבה ייחודית בנושא.

ד"ר רות אסטריין, מנהלת הקרן לבריאות וסיביבה אומרת: "כאשר מסתכלים על המחיר הלאומי של תחלואה ותמותה מזיהום אוויר בישראל - עלויות אשפוזים, ימי מחלה וסבסוד תרופות לדוגמה - ברור שישנה הצדקה להשקעה משמעותית יותר של הממשלה במאמצים לשפר את המצב."

איך עושים זאת? המלחמה בזיהום אוויר, אומר פרופ' סרנת, חייבת להתחיל בשינוי המדיניות ובמאמץ בינלאומי להפחית את מקורות הזיהום.

עד שהעולם יתעשת ויפעל להפחתת הזיהום, מה אפשר לעשות ברמת הפרט כדי להגן על עצמנו מהסכנה האיומה הזו?

"לסגור את החלונות ולהפעיל את המזגן, כך ששימחזור את האוויר מתוך הרכב, ולא יכניס אוויר חדש מבחוץ. אם אתה או מישהו מהקרובים לך רגישים יותר לאפקטים של זיהום אוויר, כדאי לנסות לתכנן את הנסיעות שלך בזמנים שהחשיפה נמוכה יותר. ואם אתה הולך רגל, כדאי לבחור מסלול שלא עובר דרך כביש ראשי, אלא בדרכים יותר צדדיות. מי שסובל ממחלת רקע צריך לחשוב פעמיים איפה הוא גר, בנוגע לקרבה לכבישים למשל. זה שיקול הכרחי כשיש לך ילד שסובל מאסתמה. ואם כבר הייתי גר ליד כביש ראשי לא הייתי פותח את החלונות בשעות מסוימות. יש גם מטהרי אוויר שיעילים לגבי חלק מהמזהמים. בסין מתקינים אותם בכל בית." x

פרופ' ג'רמי סרנת, המתמחה בזיהום תחבורתי: "האדם הממוצע נחשף בחצי שעה שהוא נוסע באוטו שלו לזיהום אוויר גדול יותר ממה שהוא נחשף אליו בכל שאר שעות היממה". הוא אומר: "הזמן הקצר הזה הוא יושב באוטו חושף אותו לרמות גבוהות מאוד של זיהום אוויר מזיק. זה גם מה שמעניין במקור המסוים הזה, של זיהום שנובע מכלי רכב. הוא כל כך טרוגני, ונחשפים אליו גם בתוך האוטו וגם בחוץ, כשאתה מטייל ליד מכוניות או אפילו יושב בדירה שלך, שקרובה לכביש ראשי. בתוך הקוקטייל הזה אנחנו נוסעים ומתגוררים."

הנוסעים נחשפים אליהם בזמן הנסיעה ברכב מגדיר סרנת כ"משמעותיים". "סביר מאוד שהאדם הממוצע נחשף בחצי שעה שהוא נוסע באוטו שלו לזיהום אוויר גדול יותר ממה שהוא נחשף אליו בכל שאר שעות היממה", הוא אומר. "הזמן הקצר הזה הוא יושב באוטו חושף אותו לרמות גבוהות מאוד של זיהום אוויר מזיק. זה גם מה שמעניין במקור המסוים הזה, של זיהום שנובע מכלי רכב. הוא כל כך טרוגני, ונחשפים אליו גם בתוך האוטו וגם בחוץ, כשאתה מטייל ליד מכוניות או אפילו יושב בדירה שלך, שקרובה לכביש ראשי. בתוך הקוקטייל הזה אנחנו נוסעים ומתגוררים."



המקור לכל הזיהום האדיר הזה הוא האגוז של הרכב לפנינו? "לאו דוקא. זה גם מה שנפלט כמובן מצינורות האגזוז, אבל יש גם עפר שמ" תרומם מהקרקע, שמצאנו שחלק גדול מהמרכיבים שלו מאוד מסוכן ביחס למ" קורות אחרים של כלי רכב, אפילו ביחס למה שנפלט מהאגזוז. העפר הזה כולל חומרים אורגניים וגם כל מה שנפלט, אבל משום מה זה מרוכז בתוך העפר הזה. בזמן הנסיעה הוא מתרומם לתוך דרכי הנשימה שלנו, ויכול להוות סיכון משמעותי."

וכאן מגיעה הבשורה המפתיעה, אולי, יותר מכולן, בעיקר למי שמתגורר בארץ חמה כמו שלנו: האוויר המזוהם והרעיל הזה חודר אלינו גם כשאנחנו נוסעים ברכב עם חלונות סגורים. "אין ספק שאתה נחשף לריכוזים יותר גבוהים כשהחלונות פתוחים", אומר סרנת, "אבל אפילו כשהם סגורים אחוז גדול מה"

צילום: שאטרסטוק, מארלובס המרטני



פירסמו חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב וממשרד הבריאות ממצאים המצביעים על קשר בין חשיפה תוך-רחמית לזיהום אוויר ובין התפתחות לא תקינה של תאי דם.

פרופ' סרנת מתמקד באפיון החשיפה האנושית לזיהום אוויר עירוני, במטרה לשפר את ההבנה של התהליכים המסכנים את בריאות הציבור כתוצאה מזיהום אוויר, והמנגנונים הגופניים המושפעים מחשיפה כזו, בעיקר אצל אוכלוסיות רגישות כמו ילדים וחולים במחלות לב וריאה. סדרת מחקרים שערך בשנים האחרונות העלתה ממצאים מרשימים ביותר לגבי השפעת ההשיבה הממושכת בכבישים על תהליכים המתרחשים בגופנו. בין השאר, מצא כי לאחר שהייה בת למעלה משעתיים ברכב בכביש מהיר, נמצאה עלייה ניכרת בריכוזי החלקיקים המזהמים בגוף הנוסעים, שגרמה לשינויים בקצב הלב וגדילה של נפח הריאות. ב-2017 מצא כי החשיפה הגבוהה ביותר למוזהמים מתרחשת בכבישים מהירים, ושנה לאחר מכן גילה כי ההשפעה של נסיעה ממושכת דומה להשפעה של חשיפה גבוהה למתכות כבדות רעילות, דוגמת עופרת, וכי עשר שעות לאחר נהיגה ממושכת משפיעים המזהמים התחבורתיים על חומצות השומן והאמינו בגוף הנוסעים שנחשפו אליהם.

"המחקרים שלנו מראים את השינויים האקוטיים, החריפים, שכל אדם שנחשף לזיהום אוויר תחבורתי עובר, בין אם הוא סובל ממחלת רקע או לא", הוא אומר. "לא מדובר בשינויים קליניים, כלומר הם לא יוצרים מחלה באופן מידי, אלא בשינויים שמתרחשים ברמת התאים, שיכולים לה" סביר איך חשיפה כרונית יכולה ללבות מחלה של ממש."

השינויים שפרופ' סרנת מדבר עליהם התגלו, למרבה הפלא, כבר אחרי חשיפה קצרה ביותר, אפילו חרפעתית, לזיהום כזה. כדי להבין מה קורה לגוף שלנו בזמן נסיעה בפיקים בוחנים סרנת וקבוצת החוקרים שעובדת איתו את השפעת הזיהום על נברקים בודדים, ברמה הפרטנית. הם מתקינים עליהם חיישנים אישיים, שמודדים בצורה מפורטת לאיזה מזהמים נחשפו, וכיצד הגיבו אליהם ברמה הגופנית. במקביל, נמדדים ריכוזי החלקיקים המסוכנים בתוך הרכב.

"היו לנו כמה מחקרים די גדולים שבהם התקנו כלי מדידה בתוך הרכבים של המ" שתתפים ומדדנו את הריכוזים כשהם נוסעים בכבישים וגם ברחובות קטנים יותר. מצאנו פער משמעותי מאוד בין הריכוזים שאתה נחשף אליהם כשאתה נוסע ברחוב ראשי לאלה שנחשפים אליהם ברחובות צדדיים. זה הגיוני כמוכך, אבל הפערים היו מאוד גדולים."

את עומס החלקיקים שהנהג הממוצע

25 מיליארד שקל מאבד המשק הישראלי בשנה כתוצאה מהפיקים - כך עולה מדוח מבקר המדינה שפורסם בנובמבר 2016. נזקים אלה כוללים אובדן שעות עבודה, זיהום אוויר, צריכת דלק ובלאי מואץ לרכב. לפי הערכות משרד האוצר **סכום זה יזנק ל-40 מיליארד שקל עד 2030.**

בשנת 2016 נרשמו כ-277 אלף כלי רכב חדשים ובשנת 2017 המספר גדל ל-280 אלף. הגידול בשיעור כלי הרכב הפרטיים בשנים 2009-2017 - **24.9%**

ב-40 השנים האחרונות גדל שיעור הצפיפות בכבישים ב-252%, ובין השנים 2012 ל-2017 גדל שיעור הצפיפות בדרכים ב-2.6% בשנה.

בשנת 2017 נסעו בישראל כ-2.86 מיליון כלי רכב פרטיים - שהם כ-325 כלי רכב ל-1,000 איש.

המספרים