

## זהר ברנט-יצחקי

שירותי בריאות הציבור, משרד הבריאות; הפקולטה להנדסה והמרכז לחקר המידע בבריאות, המרכז האקדמי רופין

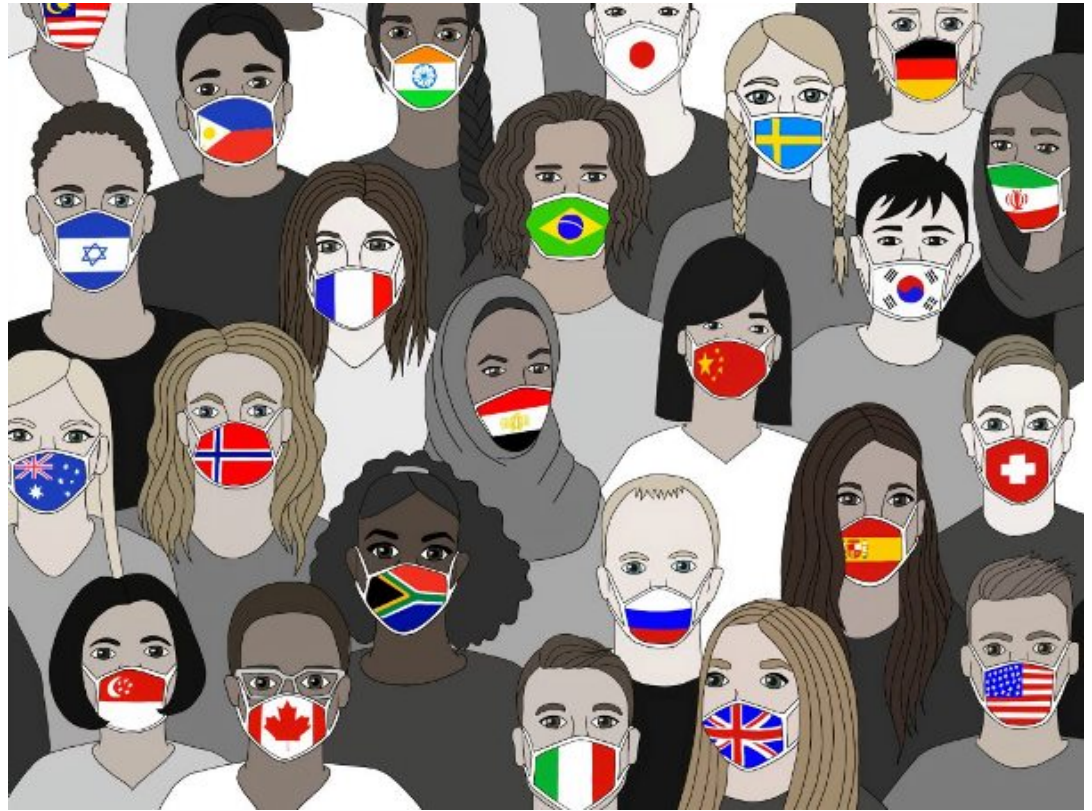
## עדי לוי

ההאגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה; בית הספר למדעים, המכללה האקדמית אחוה

מאמר זה עבר שיפוט עמיתים

## ציטוט מומלץ

ברנט-יצחקי ז' ולוי ע. 2020. השפעת חשיפה לחלקיקים נשימים עדינים ומאפייני מערכת הבריאות על תחלואה, החלמה ותמותה מ-COVID-19 בעולם. *אקולוגיה וסביבה* 11(1).



## השפעת חשיפה לחלקיקים נשימים עדינים ומאפייני מערכת הבריאות על תחלואה, החלמה ותמותה מ-COVID-19 בעולם

16 ביוני, 2020

גיליון אביב 2020 / כרך 11(1) / קורונה וסביבה

[חזית המחקר](#)

## תקציר

אוכלוסיות הנחשפות לזיהום אוויר גבוה מתמשך הן בעלות סיכון יתר לפתח תחלואה כרונית בדרכי הנשימה ועוללות להיות רגישות יותר לפתוגנים של דרכי הנשימה, כגון נגיף הקורונה החדש (SARS-CoV-2). ואכן, לאחרונה נמצא כי שכיחות התחלואה והתמותה מהנגיף גבוהה יותר בקרב אוכלוסיות המתגוררות באזורים ששורר בהם זיהום אוויר גבוה. מחקר זה בוחן את הקשר בין הריכוז הממוצע של חלקיקים נשימים עדינים (PM<sub>2.5</sub>) והאחוז מהאוכלוסייה החשופה לחריגות בריכוזם ביחס לסף של ארגון הבריאות העולמי, לבין נתונים יומיים של תחלואה, תמותה, והחלמה מ-COVID-19 (להלן: מחלת הקורונה) ב-76 מדינות. במחקר ראשוני זה נמצא יחס הפוך מובהק בין אחוז החשיפה החורגת ל-PM<sub>2.5</sub> מעל לסף שקבע ארגון הבריאות העולמי לבין אחוזי ההחלמה מהמחלה. תוצאות המחקר מדגישות כי חשיפה כרונית לריכוזים גבוהים של מזהמי אוויר עלולה להחמיר את התחלואה ולהקטין את סיכויי ההחלמה ממחלת הקורונה, וצריכות להדליק נורה אדומה בקרב מקבלי ההחלטות. בצל מגפת הקורונה ולנוכח שינוי האקלים העולמי, עומדת לפנינו הזדמנות להפחתת זיהום האוויר בכלל וריכוז ה-PM<sub>2.5</sub> בפרט – שבשנת 2015 יוחסו לו 1,908 מקרי מוות בטרם עת בישראל. כך ניתן יהיה להוביל לצמצום היקפי התחלואה הנשימתית והתחלואה במערכות הלב וכלי הדם בשגרה, ולהפחתת התחלואה והתמותה מקורונה בעתיד לצד שיפור אפשרי של שיעורי ההחלמה.

## # תרומתם של הכותבים זהה

### מבוא

מדי שנה מתים בעולם כ-4.2 מיליון בני אדם בטרם עת עקב השפעות זיהום אוויר חיצוני. 91% מאוכלוסיית העולם מתגוררת באזורים שזיהום האוויר בהם חורג מהנחיות ארגון הבריאות העולמי (WHO) [13]. בשנת 2013 קבעה הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן (IARC) כי זיהום אוויר הוא מסרטן ודאי אצל בני אדם (מסרטן מקבוצה 1) [8]. מחקרים מראים כי מזהמי האוויר השכיחים שנקשרים לתוצאי בריאות שליליים הם חלקיקים נשימים וחלקיקים נשימים עדינים בקוטר הקטן מ-10 מיקרומטר ומ-2.5 מיקרומטר בהתאמה (PM<sub>2.5</sub> ו-PM<sub>10</sub>), תחמוצות חנקן (NO<sub>x</sub>) וגופרית (SO<sub>x</sub>), אוזון וכן תרכובות אורגניות נדיפות (VOCs) [1].

חלקיקים נשימים עדינים (PM<sub>2.5</sub>) נפלטים ממגוון מקורות, חלק מהם טבעיים (כגון סופות אבק ושרפות יער) וחלק אנתרופוגניים (כגון שרפת דלקי מחצבים בתעשייה, בתחנות כוח ובתחבורה ופעילות חציבה ובנייה) [3]. לפי ארגון הבריאות העולמי, 92% מאוכלוסיית העולם חשופה לריכוזי PM<sub>2.5</sub> החורגים מסף החשיפה השנתי שקבע הארגון, ושעומד על 10 מק"ג למ"ק אוויר. חשיפה כרונית לריכוזים גבוהים של PM<sub>2.5</sub> שמסוגלים לחדור לדרכי הנשימה התחתונות ולזרם הדם, עלולה להביא לפגיעה במערכת הנשימה ובכלי הדם המספקים דם ללב ולמוח [13]. במחקר מ-2016 נותח הקשר בין חשיפה ל-PM<sub>2.5</sub> ובין היסכון לתחלואה בדרכי הנשימה, לתחלואה של מערכות הלב וכלי הדם, לסרטן, לסוכרת ולעלייה בדיווח על ילודים עם משקל לידה נמוך בישראל. החוקרים העריכו כי החשיפה ל-PM<sub>2.5</sub> בשנת 2015 בישראל הובילה ל-1,908 מקרי מוות בטרם עת, ל-348,039 ימי אשפוז ולעלות כוללת למשק של 1.3 מיליארד דולר [7].

לאחרונה נמצא כי זיהום אוויר פוגע בתאי האפיתל הריסניים, קו ההגנה הראשון של דרכי הנשימה העליונות כנגד מזהמים ופתוגנים. התאים הללו מסוגלים לסלק ריר המכיל מזהמים אל מחוץ לדרכי הנשימה [5]. לכן, **בני אדם המתגוררים באזורים עם זיהום אוויר גבוה מתמשך, מועדים יותר לפתח תחלואה כרונית בדרכי הנשימה ועלולים להיות רגישים יותר לפתוגנים של דרכי הנשימה.** חשיפה זו יכולה להוביל לגירוי דלקתי כרוני של דרכי הנשימה גם אצל צעירים בריאים, קל וחומר אצל אוכלוסיות רגישות. **השפעות אלה יכולות להסביר את שכיחות התחלואה והתמותה הגבוהה מנגיף הקורונה החדש (SARS-CoV-2) בקרב אוכלוסייה המתגוררת באזורים ששורר בהם זיהום אוויר גבוה** במספר מחוזות בצפון איטליה, זאת לצד הגיל המבוגר של אותה אוכלוסייה [6]. במחקר שנבדקו בו 60 מיליון אמריקאים מעל גיל 65 נמצא כי עלייה ארוכת טווח של 1 מק"ג למ"ק בלבד בריכוז הסביבתי של PM<sub>2.5</sub> נקשרה לעלייה של 0.73 אחוז בתמותה הכוללת של אותה אוכלוסייה [4], ובמחקר מתחילת אפריל 2020 שטרם עבר ביקורת עמיתים, דיווחו החוקרים שניתחו נתונים המתייחסים ל-98% מהאוכלוסייה האמריקאית, כי עלייה של 1 מק"ג למ"ק בריכוז PM<sub>2.5</sub> נקשרה לעלייה של 15% בתמותה ממחלה הקורונה (COVID-19) [16].



'השערת המחקר הייתה כי אחוזי התחלואה והתמותה בקרב אוכלוסיות המתגוררות במדינות ששורר בהן זיהום אוויר חלקיקי גבוה, יהיו גבוהים יחסית, ואילו אחוזי ההחלמה יהיו נמוכים יחסית, בהשוואה למדינות ששורר בהן זיהום אוויר חלקיקי נמוך. מטרת המחקר שלהלן הייתה לבחון במספר רב של מדינות את הקשר בין ריכוזי  $PM_{2.5}$  ממוצעים ואחוז האוכלוסייה החשופה לחריגות מהסף השנתי שקבע ארגון הבריאות העולמי, לבין נתונים יומיים של תחלואה, תמותה והחלמה ממחלת הקורונה באותן מדינות. השערת המחקר הייתה כי אחוזי התחלואה והתמותה בקרב אוכלוסיות המתגוררות במדינות ששורר בהן זיהום אוויר חלקיקי גבוה, יהיו גבוהים יחסית, ואילו אחוזי ההחלמה יהיו נמוכים יחסית בהשוואה למדינות ששורר בהן זיהום אוויר חלקיקי נמוך.

## שיטות

נתונים יומיים על תחלואה, תמותה והחלמה ממחלת הקורונה ב-76 מדינות עד ל-7.4.2020 נאספו מאתר ארגון הבריאות העולמי [14]. עבור כל מדינה חושבו: מספרי החולים כל חמישה ימים (בימים החמישי, העשירי וכו') מיום איתור החולה הראשון במדינה, מספרי המתים כל חמישה ימים, מספרי המחלימים כל חמישה ימים וכן אחוזי המחלימים ואחוזי המתים מכלל החולים במדינה בימים העשירי, ה-20 וה-30 מיום איתור החולה הראשון.

נתונים על אודות מספר הרופאים ל-100,000 נפש בשנים 2015–2017 [11] ומספר המיטות בבתי החולים ל-100,000 נפש בשנים 2012–2015 [10] באותן מדינות נאספו מאתר הבנק העולמי. במדינות שהיו חסרים עבורן נתונים על מספר הרופאים בשנת 2017 (58 מתוך 76 מדינות שנבדקו), נעשה שימוש בנתון הגדול מבין השנים 2015–2016. במדינות שהיו חסרים בהן נתונים על מספר המיטות בבתי החולים בשנת 2015 (63 מתוך 76 מדינות שנבדקו), נעשה שימוש במספר המיטות בשנת 2014 אם קיים, או בנתון הגדול מבין השנים 2012–2013. עבור 12 מדינות לא נמצאו נתונים לגבי מספר הרופאים או המיטות בבתי החולים ל-100,000 נפש.

נתונים על אודות ריכוזי  $PM_{2.5}$  באותן מדינות בשנת 2016 נאספו מאתר ארגון הבריאות העולמי [15]. נתונים על אחוז האוכלוסייה בכל מדינה החשופה לריכוזי  $PM_{2.5}$  החורגים מהסף השנתי שנקבע על ידי ארגון הבריאות העולמי (10  $mg/m^3$ ) בשנים 2015–2017 נאספו מאתר הבנק העולמי [12]. עבור 15 מדינות לא נמצאו נתונים לגבי ריכוזי  $PM_{2.5}$  או אחוז האוכלוסייה החשופה לערכים החורגים מהסף. כמו כן, חושבה צפיפות האוכלוסייה (גודל האוכלוסייה לקמ"ר) בכל המדינות.

לנוכח דיווחים חלקיים או בעלי מהימנות שנויה במחלוקת במדינות מסוימות (כגון סין או רוסיה), ובשל משאבים דלים לאבחון התחלואה בניגוד במדינות אחרות (כגון באפריקה), החלטנו במחקר זה להתמקד במדינות עם מהימנות דיווח גבוהה. לפיכך,

המחקר עוסק במרבית מדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD) במרבית מדינות אירופה, במדינות מרכזיות במריקה הצפונית והדרומית ובמדינות בצפון המזרח התיכון – בסך הכול 76 מדינות.

במטרה למצוא קשרים בין המשתנים השונים חושבו מקדמי מתאם פירסון, כולל ערכי המובהקות הסטטיסטית (p-values) של המתאמים. חושבו רגרסיות ליניאריות מרובות משתנים להתאמה בין מאפייני מערכת הבריאות (מספר רופאים ומיטות ל-100,000 נפש), נתוני הריכוזים והחשיפה ל-PM<sub>2.5</sub> לבין תוצאים בריאותיים של התחלואה במחלת הקורונה, לרבות מספרי החולים מיום איתור החולה הראשון במדינה ואחוזי המחלימים והנפטרים עשרה, 20 או 30 ימים לאחר איתור החולה הראשון במדינה. ברגרסיה נעשה שימוש בערכי הלוגריתם של התצפיות. הצלבת הנתונים, החישובים והניתוחים נעשו באמצעות R2019b ©matlab.



"בני אדם המתגררים באזורים עם זיהום אוויר גבוה מתמשך, מועדים יותר לפתח תחלואה כרונית בדרכי הנשימה ועלולים להיות רגישים יותר לפתוגנים של דרכי הנשימה."

## תוצאות

### ניתוח דפוסי תחלואה ותמותה ביחס למאפייני מערכת הבריאות

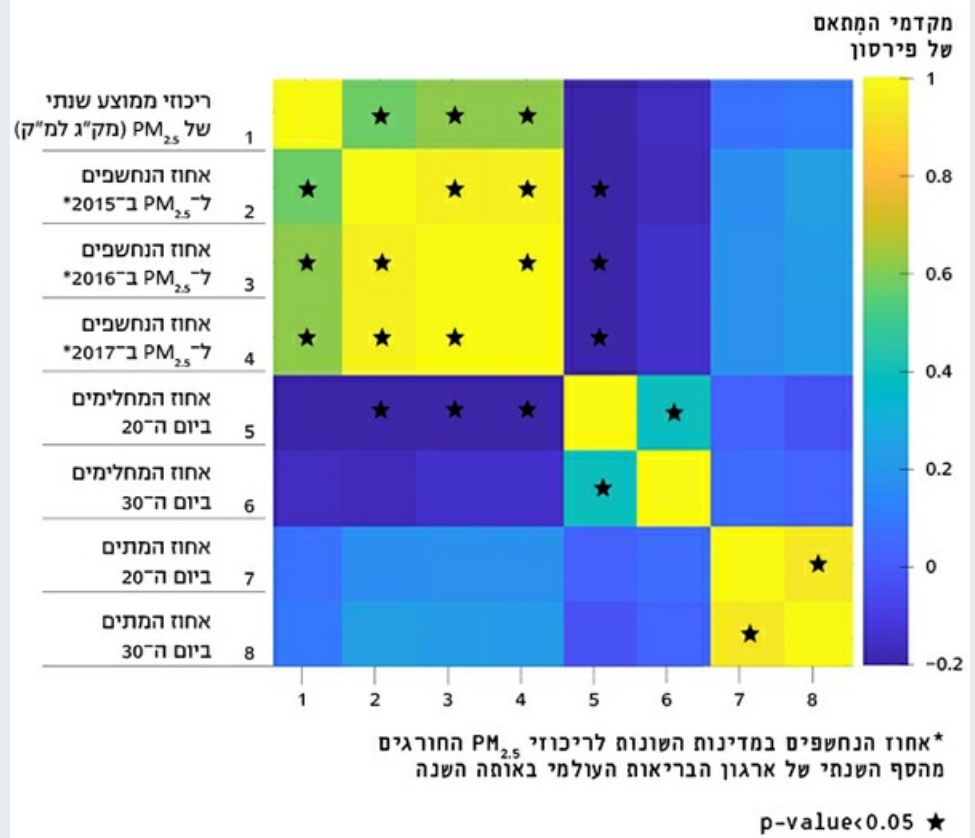
מניתוח נתונים של 64 מדינות, שנאסף עבורן מידע באשר לתשתיות הרפואה במדינה (מספר הרופאים ומספר המיטות ל-100,000 נפש), עולה כי קיים מתאם שלילי בין מספר הרופאים במדינה לבין אחוז הנפטרים מהמחלה מתוך כלל החולים ביום ה-20 ( $r=-0.4, p=0.001$ ) וביום ה-30 ( $r=-0.35, p=0.008$ ). כלומר, **במדינות שמספר הרופאים ל-100,000 נפש גדול בהן יותר, נרשמו אחוזי תמותה נמוכים יותר מהמחלה.**

### ניתוח דפוסי תחלואה, תמותה והחלמה ביחס לחשיפה ל-PM<sub>2.5</sub>

הניתוח מתבסס על נתוני 61 מדינות, שנאסף עבורן מידע באשר לריכוזי ה-PM<sub>2.5</sub> הממוצעים ולאחוזי האוכלוסייה החשופים לרמות של PM<sub>2.5</sub> שמעל הסף שקבע ארגון הבריאות העולמי. מניתוח הנתונים עולה כצפוי, כי קיים מתאם חיובי בין ריכוזי ה-PM<sub>2.5</sub> הממוצעים בשנת 2016 במדינות השונות לבין אחוז האוכלוסייה הנחשף לריכוזים החורגים מערכי הסף של ארגון הבריאות העולמי בריכוז מזהם זה בשנים 2015–2017. עוד עולה, כצפוי, כי קיים מתאם חיובי בין אחוז המחלימים מהמחלה ביום ה-20 לבין אחוז זה ביום ה-30, וכן מתאם חיובי בין אחוז הנפטרים מהמחלה ביום ה-20 לבין אחוז זה ביום ה-30 ([איור 1](#)).

נמצא יחס הפוך מובהק בין אחוז הנחשפים לחריגות בריכוזי PM<sub>2.5</sub> בשנים 2015, 2016, 2017 לבין אחוז המחלימים ממחלת הקורונה ביום ה-20 (2015:  $p=0.043, r=-0.26$ ; 2016:  $p=0.044, r=-0.27$ ; 2017:  $p=0.038, r=-0.27$ ). דהיינו, ככל שאחוז האוכלוסייה שנחשף ל-PM<sub>2.5</sub> מעל הסף היה גבוה יותר, כך אחוזי ההחלמה מהנגיף היו נמוכים יותר. כמו כן, נמצא יחס הפוך (לא מובהק סטטיסטית) בין אחוז החשיפה מעל הסף ל-PM<sub>2.5</sub> לבין אחוזי ההחלמה ביום ה-30, וכן יחס ישר (שאינו מובהק סטטיסטית  $r=0.24, p=0.07$ ) בין אחוז החשיפה מעל הסף ל-PM<sub>2.5</sub> בשנת 2015, לבין אחוזי התמותה ביום ה-30 ([איור 1](#)).

**איור 1.** מקדמי המתאם של פירסון בין מדדי  $PM_{2.5}$  לבין אחוזי החלמה ותמותה מהמחלה בימים ה-20 וה-30 מרגע איתור החולה הראשון בכל מדינה. המתאמים המובהקים סטטיסטית מסומנים בכוכב



**איור 1**

## מקדמי המתאם של פירסון בין מדדי $PM_{2.5}$ לבין אחוזי החלמה ותמותה מהמחלה בימים ה-20 וה-30 מרגע איתור החולה הראשון בכל מדינה

המתאמים המובהקים סטטיסטית מסומנים בכוכב.

במטרה לנבא את תוצאי המחלה השונים (מספר מקרים במדינה בימים שונים, אחוז התמותה ואחוז ההחלמה) נבנו מודלים של רגרסיה ליניארית מרובת משתנים (עם טרנספורמציות לגריתם לערכי התצפיות). המודלים מתבססים על המשתנים של מאפייני מערכת הרפואה (מספר הרופאים ומספר המיטות) וכן על משתנים הנוגעים ל- $PM_{2.5}$  (ריכוזים ממוצעים ואחוז האוכלוסייה שנחשפה לחריגות מהסף של ארגון הבריאות העולמי). מבין המודלים שיצרנו נבחרו מודלים המקיימים שני תנאים: (א) מובהקות סטטיסטית ( $p < 0.05$ ), (ב) שורש הטעות הריבועית הממוצעת (RMSE) (משתנה המצביע על דיוק של הרגרסיה) של המודלים קטן מסייית התקן של המשתנה המנובא (טבלה 1). מהמודלים עולה כי מספר הרופאים ל-100,000 נפש הוא משתנה משמעותי בניבוי אחוז הנפטרים ביום ה-30. נוסף על כך, אחוז האוכלוסייה הנחשף לריכוזים של  $PM_{2.5}$  שמעל הסף, הוא משתנה מרכזי בניבוי התחלואה במחלת הקורונה בימים ה-20, ה-25 וה-30. מניתוח הנתונים עולה כי תוספת של 10 רופאים ל-100,000 נפש גוררת ירידה של למעלה מ-6% בשיעורי התמותה מהנגיף ביום ה-30. עוד עולה מהמודל הרב-משתני כי עלייה בחשיפה לחריגות מערכי הסף ל- $PM_{2.5}$  תביא לתוספת בתחלואה במחלה.

## טבלה 1. חוצאות וביצועי המודלים לניבוי תחלואה ותמותה ממחלת הקורונה כפונקציה של מאפייני מערכת הבריאות ומדדים סביבתיים

משנתה מנובא	p-value	RMSE	משחנים מנבאים (שנמצאו מובהקים סטטיסטית)	
			r	p-value
אחוז הנפטרים ביום ה-30	0.028	1.8	-0.63	0.03
מספר המקרים ביום ה-20	0.046	-386.4	40.5	0.001
מספר המקרים ביום ה-25	0.032	876.0	100.3	0.0004
מספר המקרים ביום ה-30	0.017	1,779.2	203	0.0004

## טבלה 1

## תוצאות וביצועי המודלים לניבוי תחלואה ותמותה ממחלת הקורונה כפונקציה של מאפייני מערכת הבריאות ומדדים סביבתיים

## דיון ומסקנות

במחקר ראשוני זה אנו מראים קשר בין רמות החשיפה ל-PM<sub>2.5</sub> לבין תחלואה קשה יותר במחלת הקורונה. לצד זאת, חשוב להצביע על מגבלות המחקר הנוכחי:

- קיים שוני משמעותי במספר הבדיקות ל-1,000 איש בין מדינות שונות, לדוגמה: נכון ל-12.4.2020 התבצעו בגרמניה 20.9 בדיקות לכל 1,000 תושבים לעומת 18.7 בישראל, 7.4 בשוודיה ו-4.2 בבריטניה<sup>[9]</sup>. מספר בדיקות שונה מביא בהכרח לאיתור מספר שונה של חולים, מה שמשפיע גם על אחוזי ההחלמה (שכן חולים שלא זוהו יכולים להיות חסרי תסמינים או לחוות מחלה קלה מבלי לדעת שמדובר במחלת הקורונה) וגם על אחוזי התמותה המדווחים בכל מדינה.
- ההבדלים במדיניות ההכלה ובפעולות הבידוד וההסגר השונות שנקטו בתגובה להתפשטות המגפה במדינות שונות, וכן בהיענות של האוכלוסייה לצעדים שנקטו להקטנת התפשטות המגפה, משפיעים על אחוזי התחלואה והתמותה בהן. בעוד שחלק מהמדינות, כדוגמת ישראל, הקפידו על סגר אווירי ויבשתי ועל מדיניות של ריחוק חברתי, במדינות אחרות, כגון ארה"ב, לא גובשה מלכתחילה מדיניות חד-משמעית, או שגובשה ויושמה מדיניות ששונתה כעבור מספר שבועות לחלוטין, כפי שהתרחש בבריטניה. לפיכך, ייתכן כי בחלק מהמדינות השפעת החשיפה לזיהום אוויר לא מצליחה להשתקף במלואה באחוזי התחלואה וההחלמה ממחלת הקורונה.
- המידע על החשיפה החורגת ל-PM<sub>2.5</sub> מעודכן לשנים 2015–2017 בלבד. כדי להתגבר על חלק מהמגבלות הוחלט על צמצום מספר המדינות ל-76 (רוב מדינות ה-OECD, מדינות אירופה, המזרח התיכון, אוסטרליה ויבשת אמריקה).

יש לציין כי למרות המגבלות הללו אשר גורמות לרעש בנתונים, התקבלו תוצאות מובהקות סטטיסטית באשר לקשר שבין חשיפה כרונית מוקדמת של האוכלוסייה לחריגות ב-PM<sub>2.5</sub> לבין סיכויי ההחלמה מהמחלה.

בישראל זיהום האוויר החלקיקי גבוה באופן יחסי בהשוואה למדינות רבות בעולם, זאת גם בשל שילוב בין פליטות אנתרופוגניות לריכוזי רקע טבעיים, עקב סופות אבק מינרלי במדבריות בישראל וסמוך לה<sup>[1]</sup>. בשנת 2016 נמדדו בישראל ריכוזי PM<sub>2.5</sub> ממוצעים של 19.5 מק"ג למ"ק וחשיפה של 100% מהאוכלוסייה לריכוז שמעל הסף שקבע ארגון הבריאות העולמי<sup>[15]</sup>. מאידך גיסא, היקפי התחלואה והתמותה בישראל ביחס לגודל האוכלוסייה אינם גבוהים באופן יחסי, ככל הנראה הודות לשילוב מספר גורמים ובהם: הרכב האוכלוסייה הצעיר יחסית בישראל (סיכויי התמותה ממחלת הקורונה גבוהים משמעותית בקרב קשישים בהשוואה לצעירים וילדים – לדוגמה: בסין עד ה-21 במרץ נמדדה תמותה ממוצעת של 3.2% מהחולים אך רק של 0.18% מהחולים בגילאי 10–19 לעומת 8% תמותה בגילאים 70–79 ו-14.8% מעל גיל 80<sup>[17]</sup>); הזמינות הגבוהה של שירותי בריאות ציבוריים ואיכותיים לתושבי המדינה; צעדי ההיערכות והמניעה המדורגים שנקטו בסגירת הגבולות ומיעוט מעברי הגבול הפעילים ביחס למדינות אחרות. נוסף על כך, מכיוון שבניגוד לישראל, רוב המדינות שנבדקו במחקר זה נמצאות באזורים המרוחקים מרצועת המדבריות העולמית, סביר שההרכב והמקור של PM<sub>2.5</sub> שונה בישראל בהשוואה אליהן. לפיכך, המודלים שפותחו במחקר זה אינם משקפים היטב את המצב בישראל. למרות זאת, המסקנה כי חשיפה ל-PM<sub>2.5</sub> עלולה לתרום לתחלואה במחלת הקורונה רלוונטית גם לישראל, הסובלת מריכוזים גבוהים יחסית של מזהם זה. ניתן לשער שהפחתה משמעותית של ריכוז הזיהום ב-PM<sub>2.5</sub> ממקור אנתרופוגני בישראל הייתה מסייעת לירידה בתחלואה נשימתית ובתחלואה במערכות הלב וכלי הדם בשגרה, וייתכן כי גם בצמצום התחלואה במחלת הקורונה במהלך המגפה.

יש להמשיך ולחקור את הקשר בין זיהום האוויר לתחלואה, להחלמה ולתמותה ממחלת הקורונה במדינות נוספות, תוך בחינת מזהמי אוויר נוספים ושימוש ברזולוציה גבוהה יותר (מחוזות או ערים) כאשר יצטברו נתונים שיאפשרו זאת. כך יתאפשר ביסוס הקשר הראשוני שנמצא במחקר זה ובמחקרים נוספים [16,6] בין מזהמי אוויר למאפייני התחלואה במחלה.

הנזקים הבריאותיים שעלולים להיגרם בעקבות חשיפה למזהמי אוויר שונים ידועים זה מכבר לקהילה המדעית ולמקבלי ההחלטות ברחבי העולם. למרות זאת, זיהום זה עדיין אחראי למותם בטרם עת של כ-4.2 מיליון בני אדם מסביב לעולם מדי שנה [13,8,1]. על פי מחקר זה ומחקרים נוספים שהתפרסמו לאחרונה, נראה כי חשיפה למזהמי אוויר עלולה להחמיר את התחלואה ולהקטין את סיכויי ההחלמה מהמחלה [16,6]. תוצאות אלה צריכות להדליק נורה אדומה בקרב מקבלי ההחלטות בעולם וליצור רוח גבית בקרב אלה מהם העוסקים בצמצום זיהום האוויר והשפעותיו המזיקות.

הגיעה העת לנקוט צעדים משני מציאות, ובראשם יעדים שאפתניים שיאפשרו הגדלה משמעותית של נתח האנרגיות המתחדשות מתוך תמהיל ייצור החשמל, האצה משמעותית בקצב חשמול התחבורה הציבורית והפרטית, הרחבת תהליך ההורדה מהכביש של כלי רכב מזהמים והגבלת כניסתם של כלי רכב פרטיים למרכזי הערים. יש לבצע זאת לצד אכיפה נחושה של חוק אוויר נקי (תשס"ח-2008) [2] ושל ההגבלות על פליטות מזהמי אוויר בכלל ומהתעשייה בפרט.

בצל מגפת הקורונה ולנוכח שינוי האקלים העולמי, אל לנו להחמיץ הזדמנות זו להפחתת זיהום האוויר, שיכולה ככל הנראה להוביל לצמצום התחלואה ממחלת הקורונה וייתכן שאף להעלאת שיעורי ההחלמה ממנה. הפחתה זו תוביל גם לשיפור משמעותי בבריאות הציבור בשגרה, תוך צמצום היקף התחלואה הנשימתית והתחלואה במערכות הלב וכלי הדם.

## מקורות

1. ברמן ת וברנט-יצחקי ז. 2017. בריאות וסביבה בישראל. הקרן לבריאות וסביבה ושירותי בריאות הציבור.
2. חוק אוויר נקי (תשס"ח-2008).
3. המשרד להגנת הסביבה ומשרד הבריאות. [חלקיקים](#).
4. Atmospheric Composition Analysis Group. Surface PM<sub>2.5</sub>.
5. Cao Y, Chen M, Dong D, et al. 2020. Environmental pollutants damage airway epithelial cell cilia: Implications for the prevention of obstructive lung diseases. *Thoracic Cancer* **11**(3): 505.
6. Conticini E, Frediani B, and Caro D. 2020. Can atmospheric pollution be considered a co-factor in extremely high level of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy? *Environmental Pollution* **261**: 114465.
7. Ginsberg GM, Kaliner E, and Grotto I. 2016. Mortality, hospital days and expenditures attributable to ambient air pollution from particulate matter in Israel. *Israel Journal of Health Policy Research* **5**: 51.
8. Loomis D, Grosse Y, Lauby-Secretan B, et al. 2013. The carcinogenicity of outdoor air pollution *Lancet Oncology* **14**(13): 1262.
9. Roser M, Ritchie H, Ortiz-Ospina E, and Hasell J. 2020. Coronavirus Pandemic (COVID-19). Our World in Data.
10. The World Bank. Data / Hospital beds per 1,000 people. Viewed 9 Apr 2020.
11. The World Bank. Data / Physicians per 1,000 people. Viewed 9 Apr 2020.
12. The World Bank. Data PM2.5 air pollution, population exposed to levels exceeding WHO guideline value (% of total). Viewed 10 Apr 2020.
13. World Health Organization. Air pollution. Viewed 10 Apr 2020.
14. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-2019) situation reports. Viewed 10 Apr 2020.
15. World Health Organization. Global Health Observatory data repository.

16. Wu X, Nethery RC, Sabath BM, et al. 2020. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States. *medRxiv*.
- 17/ Wu Z and McGoogan JM. 2020. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: Summary of a report of 72,314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* **323**(13): 1239.