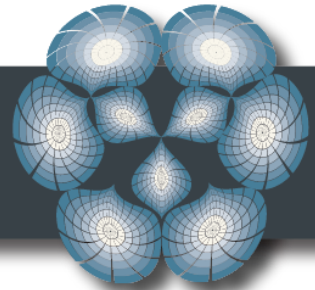


הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



הקשר בין חשיפה כרונית למזהמי אוויר לבין תחלואה ותמותה מקורונה

זהר ברנט-יצחקי¹, עדי לוי²

1. המרכז האקדמי רופין
2. אחוה – המכללה האקדמית לחינוך

מייל לתכתובות: zohari@gmail.com

חשיפה לזיהום אוויר נקשרת ל-4.2 מיליון מקרי מוות בטרם עת ברחבי העולם בשנה ולמגוון תוצאים בריאותיים שליליים, למשל: תחלואה בדרכי הנשימה, הלב וכלי הדם. בנוסף, חשיפה לזיהום אוויר עלולה להגביר את הרגישות לפתוגנים נשימתיים באמצעות פגיעה בתאים של מערכת הנשימה ובכך להגביר את התחלואה והתמותה הנגרמת מחיידקים ונגיפים, כדוגמת ה-COVID-19 (להלן קורונה).

מטרת המחקר היתה לבחון את הקשר בין חשיפה כרונית של האוכלוסיה למזהמי אוויר (PM2.5), תחמוצות חנקן) לבין שיעורי התחלואה והתמותה מקורונה במדינות ה-OECD.

נבחן הקשר בין חשיפה ארוכת טווח לחלקיקים נשימים עדינים (PM2.5) ולתחמוצות חנקן (NOx), לבין תחלואה ותמותה מקורונה ב-36 מדינות ה-OECD. נתוני התחלואה והתמותה מתייחסים למספר החולים והמתים במספר מועדים מרגע איתור החולה הראשון בכל מדינה. כמו כן נבחן הקשר בין נתונים דמוגרפיים, כלכליים ונתוני מערכת הבריאות בכל מדינה לבין התחלואה והתמותה מקורונה.

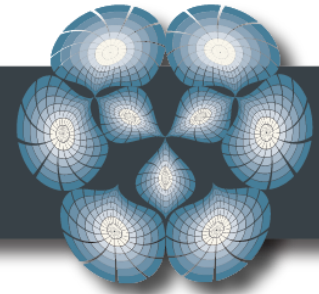
רגרסיה לינארית רב-משתנית בוצעה כדי לבדוק סיבתיות בין המאפיינים הדמוגרפיים, הסביבתיים ומאפייני מערכת הבריאות, לבין התחלואה והתמותה מקורונה.

נמצאו מתאמים חיוביים מובהקים סטטיסטית בין ריכוזי PM2.5 בשנים 2015–2017 לבין התחלואה והתמותה מקורונה בימים ה-10, 20, 40, 60 מרגע איתור החולה הראשון בכל מדינה. נמצאו מתאמים חיוביים מובהקים סטטיסטית בין ריכוזי ה-NOx ובין צפיפות המדינה (אוכלוסיה/קמ"ר) לבין התחלואה ותמותה מקורונה ביום ה-60. גם הרגרסיות הלינאריות הרב-משתניות הראו קשר בין ריכוזי ה-PM2.5 לתחלואה בקורונה. המודלים מדגישים את החשיבות במספר מיטות האשפוז במדינה לבין הפחתת התחלואה והתמותה מקורונה.

אין ספק שחשיפה ארוכת טווח למזהמי אוויר נקשרת לתחלואה ולתמותה ממגוון של מחלות, ובמחקר הנוכחי אנו מראים כי חשיפה ארוכת טווח ל-PM2.5 ול-NOx עלולה להחמיר את שיעורי התחלואה והתמותה גם מקורונה. 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 להעלות שיעורי ההחלמה ממנה. הפחתה זו תוביל גם לשיפור משמעותי בבריאות הציבור בשגרה, תוך צמצום היקף התחלואה הנשימתית והתחלואה במערכות הלב וכלי הדם

תרומת המחקר:

המחקר מדגיש כי הפחתת זיהום האוויר עשויה לתרום לא רק לבריאות הציבור ולצמצום התחלואה במחלות לב-ריאה, אלא גם לצמצום התחלואה והתמותה מקורונה.



השפעת הסגר הראשון הודות ל COVID-19 על איכות האוויר בישראל

שרית אגמי, אורי דיין

האוניברסיטה העברית בירושלים

מייל לתכתובות: sarit.agami@mail.huji.ac.il

רקע: נגיף ה COVID-19 גרם לסגר שהביא לירידה חדה בפעילות תחבורתית ותעשייתית. כתוצאה הופחת זיהום האוויר ברחבי העולם.

מטרת המחקר היא להעריך את ההשפעה של הסגר הראשון בישראל (8 במרץ 2020 עד 2 במאי 2020) על זיהום אוויר בישראל. במיוחד אנו מתמקדים בחיפה ובגוש-דן, שני אזורים עם זיהום אוויר גבוה, תוך כדי בחינת סוגים שונים של תחנות ניטור אוויר.

שיטות: (1) סטטיסטיקה תיאורית של כמות מזהמי האוויר בתקופת הסגר ב 2020 מול התקופה המקבילה ב 2019, בפרט התייחסות להבדל היחסי בממוצעים של שתי השנים עבור כל מזהם. הערכת התוצאות נעשתה ע"י סטיית תקן כמדד לאי-וודאות. (2) הערכת התרומה היחסית של הסגר לסך ההשתנות של מזהם אוויר נתון ע"י מדד רגרסיה לינארית עם וללא משתנים מטאורולוגיים של כיוון רוח, מהירות רוח וטמפרטורה כמסבירים נוספים.

השוואה נוספת ברמת זיהום אוויר בסופשבוע מול ימי עבודה, בתקופת הסגר ב 2020 והתקופה המקבילה לה ב 2019; באופן כללי רמת התחבורה יורדת בסופשבוע מול ימי העבודה, לכן חשוב לבדוק האם לתקופת הסגר היתה השפעה נוספת.

תוצאות: (1) במהלך הסגר הראשון, זיהום אוויר פחת ביחס לתקופה המקבילה בשנת 2019. ההפחתה הגדולה ביותר נצפתה ב NO₂ וב NO_x, והיתה בממוצע בגובה של 41%. אחון עלה, בדומה ל Ozone (2) למרות הצמצום החד בפעילות התחבורתית והתעשייתית במהלך הסגר, ההפחתה בזיהום אוויר היתה לכל היותר 57%. כמו"כ, אחוז ההשתנות של זיהום אוויר שהוסברה ע"י הסגר היתה לכל היותר 26%, ולכל היותר 47% כאשר נוספו המשתנים המטאורולוגיים כמשתנים מסבירים.

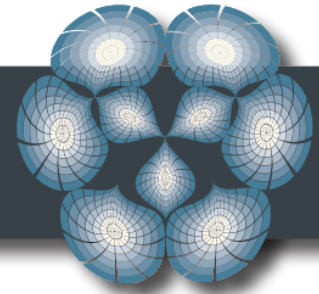
דיון ומסקנות: נראה שישנה אפשרות להתפזרות המזהמים ע"י הובלה גם אם פעילויות הנ"ל תפסקנה לחלוטין, כלומר ההפחתה בזיהום אוויר עשויה להיות לא ליניארית. כמו"כ, כנראה ישנם גורמים נוספים לזיהום אוויר מעבר לאלו שהתייחסנו אליהם.

תרומת המחקר:

חשוב לכמת את היקף ההפחתה על מנת לאמוד את גודל ההשפעה של פעילות אנושית מתוך סך ההשתנות של איכות האוויר, ובכך להקל על תכנון מדיניות להפחתת זיהום ושיפור באיכות האוויר. תקופת הסגר מאפשרת לבחון את מידת ההשפעה של פעילות תחבורתית ותעשייתית, כזו הניתנת לשליטה, מול השפעת תנאים מטאורולוגיים, שאינם ניתנים לשליטה, על זיהום אוויר.

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021 * ועידה מקוונת



זיהוי ננוחלקיקים בפאזה גזית

לינוי דרעי¹, ניצן שאולוף², רחל ילינק², דניאל מנדלר¹

1. האוניברסיטה העברית בירושלים
2. אוניברסיטת בן גוריון בנגב

מייל לתכתובות: linoy.aharon@mail.huji.ac.il

חלקיקים קטנים בעלי יכולת לחדור לדרכי הנשימה הוכחו במחקרים שונים כבעלי פוטנציאלי ליצירת מחלות נשימתיות שונות הגורמות לירידה בתוחלת החיים ותמותה. כתוצאה מנזק זה חלקיקים מתחת למימד של 10, 2.5 ו-0.1 מיקרון מוגדים כמזהמי אוויר, כאשר כל גודל בעל נזק פוטנציאלי סביבתי שונה. לאור ממצאים אלו הריכוז של חלקיקים באוויר מנותר באיזורים שונים בעולם ליצירת מדד זיהום אוויר. כיום, מדד זה נקבע בעיקר על ידי שיטה העושה שימוש בממברנות בעלות גדלים שונים אשר נשקלות טרם ולאחר חשיפה לאוויר למשך 24 שעות. מדידה זו אינה מנתרת חלקיקים באופן רציף, ואינה מספקת מידע בנוגע להתפלגות הגדלים של החלקיקים, לחומר ממנו הם עשויים או לצורתם, פרמטרים המשפיעים על רעילותם לסביבה. בנוסף, חלקיקים הקטנים מ-0.1 מיקרון (100 ננומטר) אינם מנותרים היות והטכנולוגיות הקיימות כיום, לרוב, מתקשות לנתר חלקיקים אלו בשל גודלם הקטן. אולם, ננוחלקיקים הוכחו כבעלי יכולת חדירה למערכת הנשימה, לתאים ולמערכת הדם בקלות ובמהירות ולכן נחשבים כבעלי נזק פוטנציאלי גבוהה ליצירת השפעות שליליות על האדם וסביבתו. מחקר זה עוסק ביצירת מערכת זיהוי (חיישן) לננוחלקיקים בפאזה גזית. המערכת שפיתחנו מבוססת על שיטה שנקראת הטבעה ננוחלקיקים בשכבות דקות (NIM- Nanoparticles Imprinting Matrices), בשיטה זו נוצרים חורים בעלי גודל וצורה ספציפית אשר מסוגלים לזהות חלקיקים לפי צורה, גודל והמעטפת המייצבת אותם. חורים אלו נוצרים על ידי יצירת שכבה דקה סביב החלקיקים והוצאת החלקיקים. במחקר זה פיתחנו חיישן המבוסס על שכבה מוטבעת בחורים בגודל 100 ננומטר על גבי משטח המכיל מערך מיקרואלקטרודות (IDE), כאשר קיבול המשטח משתנה כתוצאה מכניסה של חלקיקים אל תוך החורים כתוצאה ממקדם דיאלקטרי שונה של החלקיקים. במחקר זה הראנו כי החיישן שפותח מאפשר זיהוי סלקטיבי של ננוחלקיקים על פי גודלם, בפאזה גזית ובפאזה נחלית. חיישן זה פשוט, זול ובעל יכולת זיהוי מהירה של ננוחלקיקים.

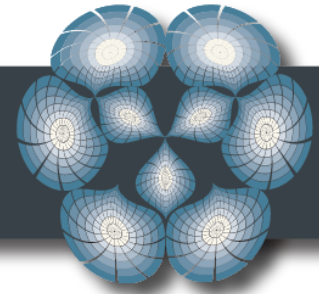
תרומת המחקר:

מחקר זה מקדם באופן משמעותי את יכולת הזיהוי וניתור של ננוחלקיקים הנחשבים למזהמים באוויר. בנוסף, מחקר זה מרחיב את המידע אודות החלקיקים הנמצאים באוויר על פי גודלם, צורתם והחומר ממנו הם עשויים. מעבר לכך, החיישן שפותח מאשר מדידה של חלקיקים בפאזות שונות: מים ואוויר ולכן בעל פוטנציאל לנתר חלקיקי ננו-פלסטיק אשר בשנים האחרונות הפכו לבעלי עניין סביבתי הולך וגדל.

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



זיהוי וניטור ננוחלקיקים בעלי פוטנציאל רעילות גבוה בסביבה

דין זליקוביץ, דניאל מנדלר

האוניברסיטה העברית בירושלים

מייל לתכתובות: din.zelikovich@mail.huji.ac.il

לחלקיקים בעלי ממד ננומטרי תכונות פיסיקליות וכימיות יוצאות דופן שלא קיימות בממד המקרוסקופי. עקב הפוטנציאל האדיר של ננוחלקיקים, השימוש בהם בתעשיות שונות הולך וגדל. לאחרונה מחקרים רבים מראים שננוחלקיקים, עקב גודלם הקטן, חודרים לתא דרך ממברנות שונות. בתא, החלקיקים יכולים להגיב ולפגוע במערכות ביולוגיות על ידי קישור דרך המעטפת הכימית המייצבת אותם. בנוסף, קיימת אי בהירות באשר להשפעה הסביבתית של ננוחלקיקים בראיה של עשורים קדימה, עקב חוסר פיקוח או ידע סטטיסטי בנושא. הכלים האנליטיים הקיימים היום לזיהוי ננוחלקיקים מורכבים, יקרים ואינם מותאמים לבדיקות בשטח. בנוסף לכך, הכלים האנליטיים לרוב מספקים מדע רק על גודל הננוחלקיקים ואינם עושים הבחנה, המבוססת על המעטפת המייצבת אותם ואופיים הכימי. בעקבות הסכנות שצוינו לעיל והחסרונות הקיימים היום בשוק, יש צורך מהותי לפיתוח חיישנים קטנים, ניידים ורגישים לזיהוי ספציפי של ננוחלקיקים על פי גודלם, צורתם ובעיקר על פי המעטפת המייצבת אותם.

לאחרונה, פותחו במעבדתנו מטריצות המוטבעות בעזרת ננו-חלקיקים – NAIMs - Nanoparticles - imprinted matrixes. מטרתה העיקרית של השיטה היא זיהוי סלקטיבי של ננו-חלקיקים על-פי תכונותיהם השונות. בטכנולוגיה זו תהליך ההכנה של השכבה הדקה, מטריצה, מתרחש בנוכחות ננוחלקיקים ספציפיים המשמשים כננוחלקיקי תבנית, לאחר הוצאת ננוחלקיקים אלו נוצרים חללים בעלי גודל וצורה ספציפיים. חללים אלו מאפשרים זיהוי סלקטיבי של אותם ננו חלקיקי התבנית שהוטבעו.

יכולת הזיהוי של מערכת ה- NAIM נקבעת על ידי ספיחה מחדש של הננוחלקיקים לחללים הפונקציונאליים שנוצרו. יכולת הזיהוי הספציפי נעשית בעזרת בדיקת המטען שנספח בתחילה (כתבנית), לעומת המטען של החלקיקים שחזר לחורים הפונקציונאליים בשיטות אלקטרוכימיות.

במחקר זה הוכחנו כי מערכות NAIM יעילות לזיהוי ננוחלקיקים, הן על פי גודלם וצורתם והן על פי המעטפת הכימית המייצבת אותם. היתרונות הבולטים של שיטה זו היא פשטות ההכנה היחסית, יכולת זיהוי גבוהה, סלקטיביות טובה ופרוצדורה נוחה למשתמש. פיתוח שיטה זו פותח צוהר להמשך והרחבת המחקר בתחום שיכלול בניית מערכות NAIM לזיהוי ננוחלקיקים לא מוליכים, זיהוי ננוחלקיקים מהפאזה הגזית חיהוי ננוחלקיקים כיראליים בעלי השפעה על מערכות ביולוגיות.

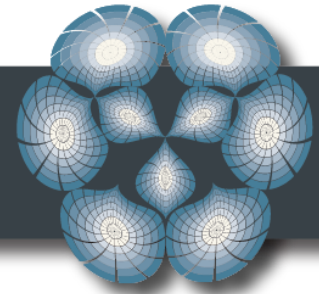
תרומת המחקר:

שחרור בלתי מבוקר של ננוחלקיקים, כתוצאה משימוש נרחב בהם, בלתי נמנע. מדינות רבות ברחבי העולם שינו את הרגולציה לזיהוי אוויר סביבתי בדגש על ניטור חיהוי ננו-חלקיקים. לאחרונה, השינוי במדינת ישראל בהגדרת מזהמים סביבתיים התרחב, אך יכולת הניטור של חומרים ננו-מתכתיים נותרה בעינה. שינוי המדיניות של מדינת ישראל, בדגש על יכולת הניטור של חומרי ננו כמו מתכות כבדות, תוך שינוי הרגולציה, יאפשר להקטין את נטל התחלואה והעלויות הקשורות בזיהוי האוויר בישראל.

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



עדויות ל-"אפקט סוף-השבוע" במשקעים ובברקים בחודשי החורף במטרופולין תל-אביב

יואב יאיר¹, בארי לוי², מרדכי יפה²

1. המרכז הבינתחומי הרצליה
2. האוניברסיטה העברית בירושלים

מייל לתכתובות: yoav.yair@idc.ac.il

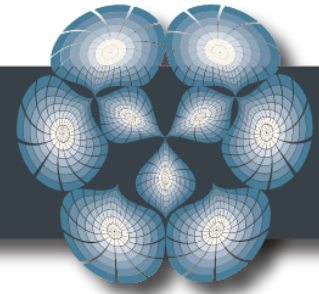
אזורים אורבניים משפיעים על האטמוספירה שמעליהם בשל שטפי חום, לחות וחלקיקים הנפלטים מהתשתיות העירוניות: בניינים, כבישים, חניונים ומפעלי-תעשייה. הגברה של כמויות משקעים וברקים מעל ערים גדולות נצפתה כבר באזורים עירוניים גדולים, כמו למשל סן-פאולו ברזיל, יוסטון טקסס, אטלנטה ג'ורג'יה ועוד. בפרט, נצפה אפקט שבו כמויות המשקעים והברקים בימי אמצע השבוע גבוהות יותר מאשר בסוף השבוע, בשל כמויות גדולות יותר של חלקיקים הנפלטים מפעילות תחבורתית רבה יותר בימי השבוע, אשר משפיעים על תהליכים מיקרופיסיקליים בעננים שמצויים מעליהם.

במחקר הנוכחי ניתחנו כ-10 שנים של נתוני זיהום-אוויר, משקעים וברקים של עונת החורף (DJF) על פני מטרופולין תל-אביב, האזור העירוני הגדול והצפוף ביותר בישראל. ריכזים ממוצעים שעתיים של חלקיקי אווירוסול (PM2.5 ו-PM10) התקבלו מ-30 תחנות איכות אוויר אוטומטיות המופעלות על ידי המשרד להגנת הסביבה. כמויות המשקעים היומיות שנמדדו במרכז המטאורולוגי בית-דגן, הנמצא 12 ק"מ ממרכז תל-אביב, נותחו על בסיס עשורי ומציגים אפקט חלש של סוף שבוע בכמויות הגשם, המראה מקסימום יחסי באמצע השבוע.

נתוני הברקים שהתקבלו מרשת איתור הברקים הישראלית של חברת החשמל (ILDN) לתקופה זו הראו דפוס דומה עם פעילות מוגברת באמצע השבוע, כאשר נצפה מקסימום יחסי ביום רביעי וחמישי. תוצאות אלו מצביעות על כך שכמויות ברקים אכן מוגברות במהלך ימי השבוע (בהשוואה לסוף השבוע) והן עשויות להיגרם על ידי רמות מוגברות של זיהום עקב תנועה כבדה באזור גוש-דן. הכמויות הגבוהות של החלקיקים נוטות להאריך את זמן החיים של הסופות ואת כמויות הברקים הכוללות שלהן ולשנות את יחסי הברקים שמתרחשים בתוך הענן לבין אלה הפוגעים בקרקע. סימולציות מספריות עם מודל WRF מצביעות על כך שניתן לייחס את חולשת האפקט לנוכחות הרקע של חלקיקי אבק טבעיים, אשר נוטים להיות משולבים יחד עם השפעת הזיהום העירוני.

תרומת המחקר:

המחקר מציג את ההשפעה של כמויות כלי הרכב הגדולות הנכנסות לגוש דן על תכונותיהם של העננים בסופות חורף במרחב המטרופוליני כולו. המחזוריות של זיהום האוויר מובהקת אולם האפקט על המשקעים והברקים חלש יחסית, כנראה בשל נוכחות אבק מדברי ממקורות טבעיים.



The Answer is Blowin' in the Wind: Phosphorus from desert dust can be directly utilized by plant leaves

אבנר גרוס¹, רן אראל², סודיפ טיואר¹, אילנה שטיין⁴

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב
2. מכון וולקני (מנהל המחקר החקלאי)
3. אוניברסיטת אריאל בשומרון

מייל לתכתובות: avnergro@bgu.ac.il

Phosphorus (P) scarcity constrains plant growth in many ecosystems worldwide. In P poor ecosystems, biogeochemical theory links plant productivity with the deposition of P-rich desert dust. The traditional view is that plants acquire P from soil exclusively via roots. Here we show that P deficient plants acquire insoluble P from desert dust directly via their leaves. Foliar P uptake from desert dust doubled the growth of chickpea and wheat, two widely cultivated crops originating in the vicinity of the Syrian Desert. P deficiency enabled acquisition of insoluble P forms conventionally perceived as unavailable for plants. P deficiency induced leaf modifications increased foliar dust capture, acidified the leaf surface and, in chickpea, enhanced exudation of P-solubilizing organic acids. The abovementioned foliar responses are comparable to known root responses and thus show convergent adaptations to P uptake. Foliar responses did not occur in maize, which displayed only a marginal response to dust. Assuming foliar dust P uptake trait is common among plant communities, we estimate the effective P utilization from desert dust to be several folds higher than previously postulated, and should be incorporated into terrestrial ecosystem models and into traditional frameworks of ecosystems P budgets.

תרומת המחקר:

למחקר יש חשיבות להתמודדות של מערכות טבעיות עם שינויי אקלים וייתכנו לו פיתוחים חקלאיים.