מדינת ישראל
משרד התחבורה

השירות המטאורולוגי

15 ביוני 2025

מגמות אבק נצפות בישראל

ד"ר הראל מוסקטל, ד"ר יואב לוי, ד"ר עמיר גבעתי, ד"ר עמוס פורת

תקציר

היווצרותן של סופות אבק ותופעות כגון אובך מושפעות מאוד מתנאים מטאורולוגיים. שינויים בתנאים הסינופטיים, בעיקר בכיוון ומהירות הרוחות, צפויים לגרום לשינויים בריכוזי האבק בישראל, בתדירות ובעוצמות סופות אבק. שינויי האקלים השפיעו על מגמות של פרמטרים מטאורולוגים רבים בישראל כגון טמפרטורות, עומס חום, משקעים, ועוד. מידע בנוגע למגמות סופות האבק כמעט ואיננו קיים בישראל ועל כן מטרתו של דו"ח זה הינה לנתח את מגמות ריכוזי האבק בישראל בעשורים האחרונים ולנסות להצביע על שינויים במידה וקיימים כאלה. לצורך הניתוח נעשה שימוש בנתוני מדידות איכות האוויר של המשרד להגנת הסביבה בתקופה 2010-2024 וכן נותחו נתוני משבי רוח מתחנות השירות המטאורולוגי.

תוצאות העבודה מצביעות על היעדר מגמה ארצית בערכי הזיהום הנמדדים כתוצאה מחלקיקי אבק באטמוספרה. בעשור האחרון אף חלה ירידה מובהקת בשכיחות האירועים שעברו את הסף שנקבע על ידי המשרד להגנת הסביבה כערך "גבוה", כלומר נרשמה ירידה באירועי סופות אבק. בהתאמה, גם לא נרשמה עלייה במהירות משבי הרוח בתחנות המטאורולוגיות בנגב והן אף מצביעות על ירידה קלה, לא מובהקת בעוצמת משבי הרוח.

עבודה זו מהווה חוליה נוספת בהבנת התהליכים והמגמות האקלימיות הנצפות בישראל והשפעתם על הסקטורים השונים במדינה.

ראשי פרקים

הקדמה..... 4-5
1. בסיס הנתונים PM10 של המשרד להגנת הסביבה..... 5
2. שיטות הניתוח הסטטיסטיות..... 6
2.1. ניתוח קו המגמה..... 6
2.2. הערכת המובהקות הסטטיסטית והמונוטוניות של השיפוע המתקבל... 6
2.3. הערכת אירועי קיצון 6-7
3. תוצאות..... 7-12
4. סיכום ומסקנות..... 12
5. תודות ומקורות..... 13

הקדמה

אבק מינרלי (Mineral dust) הקרוי גם אבק מדברי הם חלקיקים מוצקים הנישאים באוויר ומורכבים מחרסיות וסילט המצויים על פני קרום כדור הארץ. גודלם של החלקיקים נע בטווח של עשירית המיקרומטר עד כמה עשרות מיקרומטר. מקורו של רוב האבק בעולם הוא במדבריות הגדולות בעיקר הסהרה, חצי האי ערב, מדבר גובי ועוד. כמות האבק הגלובלית יכול להגיע לכמה מיליארדי טונות בשנה. בהינתן התנאים המתאימים: יובש בקרקע, רוחות חזקות ומקורות אבק, סופות אבק יכולות להתרחש. במקרים מסוימים פלומת אבק של מיליוני טונות יכולה להתרומם לאטמוספירה בסהרה לחצות אוקיינוסים ויבשות ולשקוע בצפון אמריקה.

ישראל נמצאת בין שני מקורות אבק גדולים: הסהרה ממערב שממנה מגיעות רוב סופות האבק לישראל, בדרך כלל כחלק ממערכות סינופטיות שמקורן בדרום מערב, וכן ממדבריות בסוריה וירדן ממזרח. באזורים אלו ישנה תדירות גבוהה של סופות חריפות הקרויות חבוב ("Habub") שנגרמות על ידי חזיתות וסופות רעמים. בניגוד לאבק שמגיע מהסהרה ועושה מסע של כמה ימים עד שמגיע לישראל, סופות אבק מזרחיות יכולות להגיע לישראל תוך שעות ספורות. בישראל ישנן גם מקורות מקומיים בעיקר באזור הנגב שיכולים להוות מקורות לסופות אבק מקומיות בהינתן רוחות חזקות בקרקע. לרוב סופות אלה קצרות בזמן ואינן מתפרסות על שטח רב.

האבק משפיע ישירות על מזג האוויר על ידי חסימת קרינת השמש המגיעה לקרקע (אפקט קירור) וע"י יצירת חלקיקי קרח שחוסמים בצורה אפקטיבית קרינה ארוכת גל היוצאת מכדור הארץ ולכן גורמים לחימום של כדור הארץ. חלקיקי אבק יכולים גם לספוח אדי מים ולהפחית את האפשרות ליצירת טיפות גשם. לאבק ישנה השפעה משמעותית על בריאות הציבור. אבק שחודר לריאות יכול לעורר תגובות דלקתיות ואלרגניות שמשפיעות על מערכת הנשימה והלב בעיקר אצל חולי אסטמה, ילדים וקשישים. מחקרים[1,2] הוכיחו שישנה עליה בשכיחות אירועי לב בקרב חולי לב בזמן אירועי אבק. במהלך אירוע אבק חריף בחודש ספטמבר 2015 הגיעו מאות מטופלים ברחבי הארץ לבתי החולים לטיפול עקב בעיות נשימה ולב. בנוסף לנזקים הבריאותיים סופות אבק יכולות להשפיע גם על אירועים המתרחשים באוויר הפתוח (טיולים, אירועי ספורט פסטיבלים וכו') וכן על לוח הטיסות שכן ראות לקויה מסכנת את הטיסות ויכולה להשבית שדות תעופה למשך שעות ואף ימים.

לאור האמור לעיל, שירותים מטאורולוגיים בעולם, ובכלל זה השירות המטאורולוגי הישראלי, עושים מאמצים רבים למתן תחזית אבק לטווח של מספר ימים לטובת הציבור. רוב התחזיות מבוססות על מודלים מטאורולוגיים הכוללים פתרון משוואות (פרמטריזציות) להערכת כמויות האבק הנפלטות ממקורות האבק הידועים והערכת המסלולים אליהם יגיע האבק במסעו, תהליך השקיעה והאיסוף על

ידי משקעים. מכיוון שמודלים אלו דורשים כוח מחשוב גדול בהרבה ממודלים מטאורולוגיים שאינם כוללים אבק, לרוב הרזולוציה המרחבית שלהם מוגבלת.

מטרת מסמך זה היא ניתוח מגמות העבר של האבק בישראל. שיטת חקר המתודולוגיה שנבחרה היא ניתוח נתוני מדידות איכות האוויר אשר נמדדים ברשת הניטור של המשרד להגנת הסביבה. מדידות של איכות אוויר מבוצעות גם על ידי חישה מרחוק כגון לוויינים ומדידות מהקרקע (כגון רשת המדידות של נאס"א AERONET). הלווייינים נותנים תמונה "איכותנית" המאפשרת לתת הערכה לעומק האופטי הכולל של האטמוספירה. גם AERONET נותן הערכה לעומק אופטי כללי של כלל האירוסולים: אבק, תוצרי בעירה, מלח ים ועוד. שני התוצרים האלה סובלים מחסרון נוסף: הם מודדים את עמודת האטמוספירה כולה ללא יכולת אבחנה בין זיהום בגובה פני הקרקע לבין אבק רום. לאור האמור לעיל בחרנו לבסס את הניתוח שלנו על בסיס הנתונים של מדידות בקרקע של חלקיקים בתחנות המשרד להגנת הסביבה.

1. בסיס הנתונים PM10 של המשרד להגנת הסביבה

PM10 (Particulate Matter) הינו מדד לזיהום אוויר וכולל סכימה של צפיפות המסה (במיקרוגרם למ"ק - $\mu g/m^3$) של כל החלקיקים הקטנים מ-10 מיקרומטר. PM2.5 הינו מדד דומה שמודד את החלקיקים הקטנים יותר מ-2.5 מיקרומטר. מכיוון שאנו מעוניינים באבק שכולל טווח גדול של גדלים (0.1-100 מיקרומטר) ברורה הבחירה במדד של PM10 לעומת PM2.5 אך גם שימוש במדידה זו מצריך הזנחה של חלקיקי האבק הענקיים הגדולים מ-10 מיקרומטר. חסרון משמעותי של השימוש במדד PM10 להערכת כמות האבק המדברי היא שהמדידה כוללת גם זיהום שאינו אבק (תוצרי בעירה לדוגמא) וגם אבק שמקורו אנושי (אנתרופוגני) כגון זיהום ממחצבות, שהוא המטרה העיקרית של הניטור הנעשה על ידי המשרד להגנת הסביבה. אף על פי כן, אנו סבורים שלאורך זמן רב ותוך התחשבות בפריסה המרחבית הגדולה על כל ישראל, יש בנתונים אלו לאפשר הערכה של מגמות אבק טבעי לאורך שנים.

המשרד להגנת הסביבה סיפק לשירות המטאורולוגי את בסיס הנתונים של 37 תחנות מדידה (ברזולוציה זמנית של שעה) של PM10 ברחבי הארץ בתקופה 2010-2024. בידנו מדידות PM10 רק משנת 2010, טווח זמן שאינו מאפשר ניתוח מגמות לאורך כמה עשורים. נציין שלצורך קביעת מגמות אקלימיות, נדרשים נתונים לאורך 30 שנים לפחות. בחלק מהתחנות החלו המדידות בזמן מאוחר יותר משנת 2010 כפי שניתן לראות בטבלאות 1 ו-2 בעמודה השמאלית ביותר.

2. שיטות הניתוח הסטטיסטיות

2.1 ניתוח קו המגמה

כדי להעריך את קו המגמה (trend) השתמשנו בשיטת Theil-Sen[3]. זו שיטה שאינה פרמטרית בניגוד לרגרסיה הלינארית שנמצאת לרוב בשימוש. בשיטות רגרסיה "מנחשים" את הפרמטרים של קו המגמה ומנסים לשפר אותם על ידי איטרציות תוך הפחתת השגיאה הממוצעת בין קו המגמה לבין המדידות. שיטות אלו נותנות משקל רב מדי לנתונים קיצוניים וחריגים (outliers) ואינן תמיד משקפות את קו המגמה העיקרי. לעומת זאת בשיטת Theil-Sen מחושב החציון של השיפוע בין כל זוג נקודות מדידה דבר שמייצג את המגמה במאגר הנתונים בצורה יותר אינטואיטיבית. בעבודה זו נציג את השיפוע Sen slope ביחידות של מיקרוגרם למ"ק לשנה. לדוגמא: שיפוע של 1 $\mu g/m^3$ per year משמעותו עליה של ממוצע הזיהום במיקרוגרם למ"ק בתוך תקופה של שנה אחת. קו המגמה חושב עבור שני ערכים יומיים: ממוצעים יומיים (ממוצע כל המדידות השעתיות באותו יום) וערכי מקסימום יומי. הן מוצגות בטבלה 1 ו-2.

2.2 הערכת המובהקות הסטטיסטית והמונוטוניות של השיפוע המתקבל

כדי להעריך את מידת המובהקות הסטטיסטית השתמשנו בערך ה- p-value [4] שבשפה כוללנית ניתן לומר שקובע מה הסיכוי שהטרנד שחושב יכול היה להיות מקרי בלבד. ניתן לראות בטבלאות 1 ו-2 שרוב ערכי ה- p-value היו נמוכים מאוד דבר שמרמז על מובהקות סטטיסטית גבוהה. בתחנות בהם ה-p-value גבוה מ-0.05 (כגון ניר גלים, עפולה וערד) המשמעות היא שהטרנד כמעט אפסי.

כדי להעריך את המונוטוניות של הירידה/העליה של קו המגמה השתמשנו בערך ה- Kendall's Tau (ז)[5]. בלי להיכנס לנוסחת החישוב של המדד הזה, מדד טאו של קנדל משמש למדידת חוזק וכיוון הקשר בין שני משתנים סדרתיים. מדד שווה 1 משמעותו עליה מונוטונית קבועה, 1- מוגדר כירידה קבועה, 0 משמעותו ללא מגמה, ערכי הביניים מציינים את עליה/ירידה כמעט קבועה או בד"כ קבועה בהתאם לערך האבסולוטי. לדוגמא ז=-0.3 משמעותו ירידה קונסיסטנטית אבל לא לגמרי מונוטונית. מהתבוננות בטבלאות 1 ו-2 ניתן לראות שהערך האבסולוטי המקסימלי של ז היה פחות מ-0.16 מה שמראה על מונוטוניות קטנה.

2.3 הערכת אירועי הקיצון

במשרד להגנת הסביבה הגדירו את הערך 130 $\mu g/m^3$ בתור ערך עם זיהום גבוה. כדי להעריך את מספר אירועי הקיצון מעל ערך סף זה חושבו אחוז הנתונים השעתיים שעברו סף זה. כדי לראות מגמה לאורך השנים חושבו אחוזי האירועים האלה בשלוש תקופות בנות 5 שנים 2010-2014, 2015-2019, 2020-2024. בטבלה 3 מוצגים נתונים אלו. הערכים הגבוהים מבין שלוש התקופות סומנו באדום.

בצבע כחול סומן הערך הנמוך ובשחור הערך האמצעי עבור כל תחנה בנפרד (כשהיו נתונים באותה תחנה בכל שלוש התקופות).

3. תוצאות

בטבלאות 1 ו- 2 מוצגות תוצאות הניתוח הסטטיסטי לנתוני הממוצע היומי והמקסימום היומי בהתאמה. בטבלה 3 מוצג הניתוח התקופתי לערכי קיצון כפי שהוסבר בסעיף 2.3 לעיל. עבור כל התחנות מוצגים תרשימים המציגים את נתוני המדידות היומיות לאורך התקופה. תחנת אוניברסיטת תל-אביב מוצגת כדוגמא למגמות (איורים 1 ו-2).

איור 3 מציג ניתוח של מגמת משבי הרוח הממוצעים בתחנות מטאורולוגיות בדרום הארץ אשר מייצגות את האזורים בהם שכיחות סופות האבק בישראל גבוהות יחסית. סופות אבק הינם פונקציה של סוג הקרקע והתנאים המטאורולוגים אשר מאפשרים לריכוזי האבק להתרומם לאטמוספרה. שינוי בדפוסי סופות האבק יהיה קשור לשינויים בשימושי הקרקע ולשינויים סינופטיים הגוזרים שינויים בווקטור הרוח (כיוון ועוצמת הרוח). עלייה בעוצמות הרוחות יכולה לתמוך במגמת עלייה בריכוזי האבק ולהיפך. האיור מציג את מגמות ריכוזי ה- PM10 בתחנת צומת הנגב ותחנת הבשור בנגב המערבי. ניתן לראות באיור שב-20 השנים האחרונות נרשמה ירידה קלה בעוצמות משבי הרוח, אך לא בצורה מובהקת. תוצאות אלו עולות בקנה אחד עם מגמות ריכוזי האבק (נתוני מדידות PM10) שהוצגו בטבלאות והתרשימים הקודמים.

תחנה	מגמה	Sen's slope µg/m³/year	Kendall_tau	p_value	מספר ימי מדידות	תחילת מדידות
אילת	ירידה	-0.004	-0.144	0.000	3954	26/11/2013
אלון שבות	ירידה	-0.001	-0.033	0.002	4088	06/06/2013
אריאל	עליה	0.000	0.023	0.018	4561	01/01/2010
אשלים	ירידה	-0.002	-0.050	0.000	2614	01/10/2017
באר-שבע	שיפוע אפסי	0.000	0.018	0.073	4417	01/01/2010
בית-שמש	ירידה	-0.001	-0.069	0.000	4659	01/01/2010
בית חשמונאי	ירידה	-0.006	-0.085	0.000	1466	11/01/2016
בית חשמונאי נשר	ירידה	-0.009	-0.135	0.000	1397	01/03/2021
בת הדר	שיפוע אפסי	0.000	0.015	0.124	4970	01/01/2011
חדרה	עליה	0.012	0.091	0.000	709	16/06/2014
חוף הכרמל טורבינה	עליה	0.000	0.023	0.013	4990	01/01/2011
חוף הכרמל שפיה	ירידה	-0.004	-0.168	0.000	3224	03/01/2016
חיפה אחוזה	ירידה	-0.001	-0.063	0.000	2810	26/03/2017
חיפה נוה שאנן	ירידה	-0.002	-0.125	0.000	4201	01/12/2011
חיפה צ'ק פוינט	עליה	0.001	0.033	0.002	4118	29/12/2011
יבנה	עליה	0.000	0.030	0.002	4630	14/07/2011
יד רמב"ם	ירידה	-0.001	-0.045	0.000	3194	20/12/2015
ירושלים בקעה	ירידה	-0.001	-0.055	0.000	4455	01/01/2010
ירושלים ספרא	ירידה	-0.002	-0.098	0.000	5255	01/01/2010
כסייפה	שיפוע אפסי	0.005	0.040	0.050	1064	16/01/2022
כרמיאל	ירידה	0.000	-0.032	0.001	4525	01/01/2010
מודיעין	עליה	0.001	0.042	0.000	5030	01/01/2011
מצפה נטופה	ירידה	-0.002	-0.043	0.005	1980	07/01/2019
ניר גלים	שיפוע אפסי	0.000	0.008	0.409	4916	01/01/2011
נשר	ירידה	-0.003	-0.167	0.000	3956	26/12/2011
סדום	עליה	0.001	0.038	0.001	3209	18/09/2015
עפולה	שיפוע אפסי	0.000	0.001	0.904	5223	01/01/2010
ערד	שיפוע אפסי	0.000	0.000	0.982	4009	03/01/2013
קציר	ירידה	-0.002	-0.067	0.000	2723	13/06/2017
קרית אתא בנימין	ירידה	-0.004	-0.145	0.000	2496	10/08/2017
קרית אתא מרכז	שיפוע אפסי	0.000	-0.020	0.066	3723	26/12/2011
קרית ביאליק	ירידה	-0.002	-0.079	0.000	2661	29/06/2017
קרית חיים	שיפוע אפסי	-0.001	-0.031	0.064	1616	22/07/2020
קרית טבעון	ירידה	-0.002	-0.095	0.000	2657	29/08/2017
קרית מוצקין	ירידה	-0.002	-0.084	0.000	2549	30/07/2017
רחובות	ירידה	-0.002	-0.141	0.000	5098	01/01/2010
תל-אביב אוניברסיטה	ירידה	-0.002	-0.159	0.000	5349	01/01/2010

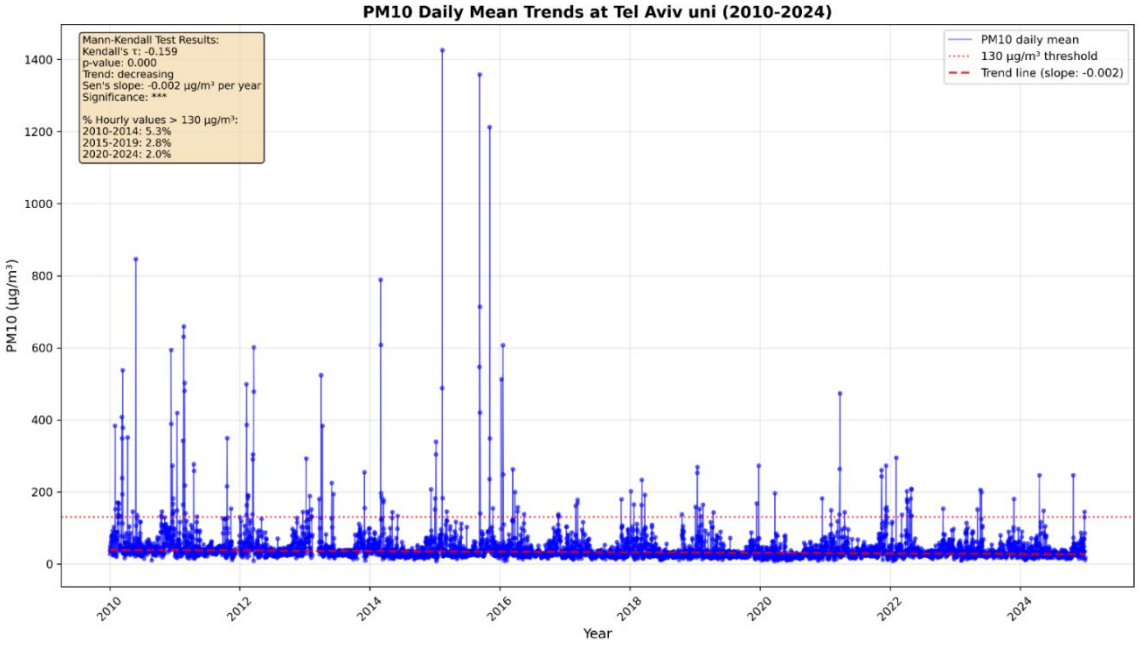
טבלה 1: שיפועי נתוני הממוצע היומי של מדידות PM10 בין השנים 2010-2024 ב-37 תחנות מדידה של המשרד להגנת הסביבה. הנתונים מתייחסים לערכי הממוצע היומי. העמודה השמאלית מציינת את תאריך תחילת המדידות באותה תחנה.

תחנה	מגמה	Sen's slope µg/m³/year	Kendall_tau	p_value	מספר ימי מדידות	תחילת מדידות
אילת	ירידה	-0.005	-1.0446E-01	0.000	3954	26/11/2013
אלון שבות	ירידה	-0.001	-3.0138E-02	0.004	4088	06/06/2013
אריאל	עליה	0.001	3.2441E-02	0.001	4561	01/01/2010
אשלים	שיפוע אפסי	-0.001	-8.1907E-03	0.530	2614	01/10/2017
באר-שבע	עליה	0.002	5.9611E-02	0.000	4417	01/01/2010
בית-שמש	עליה	0.001	4.0297E-02	0.000	4659	01/01/2010
בית חשמונאי	ירידה	-0.010	-7.1947E-02	0.000	1466	11/01/2016
בית חשמונאי נשר	ירידה	-0.011	-8.8668E-02	0.000	1397	01/03/2021
בת הדר	שיפוע אפסי	0.000	1.2560E-02	0.184	4970	01/01/2011
חדרה	עליה	0.083	2.7843E-01	0.000	709	16/06/2014
חוף הכרמל טורבינה	שיפוע אפסי	0.000	1.5126E-02	0.109	4990	01/01/2011
חוף הכרמל שפיה	ירידה	-0.011	-2.2489E-01	0.000	3224	03/01/2016
חיפה אחוזה	שיפוע אפסי	0.000	-1.3546E-02	0.282	2810	26/03/2017
חיפה נוה שאנן	ירידה	-0.006	-2.2226E-01	0.000	4201	01/12/2011
חיפה צ'ק פוינט	ירידה	-0.003	-8.2275E-02	0.000	4118	29/12/2011
יבנה	שיפוע אפסי	0.000	6.8344E-03	0.486	4630	14/07/2011
יד רמב"ם	ירידה	-0.002	-2.6850E-02	0.023	3194	20/12/2015
ירושלים בקעה	ירידה	-0.001	-2.3312E-02	0.020	4455	01/01/2010
ירושלים ספרא	ירידה	-0.001	-4.0466E-02	0.000	5255	01/01/2010
כסייפה	עליה	0.045	1.4845E-01	0.000	1064	16/01/2022
כרמיאל	שיפוע אפסי	-0.001	-1.9366E-02	0.051	4525	01/01/2010
מודיעין	עליה	0.001	3.0978E-02	0.001	5030	01/01/2011
מצפה נטופה	שיפוע אפסי	0.000	1.0768E-02	0.474	1980	07/01/2019
ניר גלים	שיפוע אפסי	0.000	-1.1295E-02	0.235	4916	01/01/2011
נשר	ירידה	-0.008	-2.4557E-01	0.000	3956	26/12/2011
סדום	ירידה	-0.003	-6.0603E-02	0.000	3209	18/09/2015
עפולה	שיפוע אפסי	0.000	-1.1752E-03	0.899	5223	01/01/2010
ערד	שיפוע אפסי	0.001	1.5442E-02	0.143	4009	03/01/2013
קציר	ירידה	-0.003	-5.8746E-02	0.000	2723	13/06/2017
קרית אתא בנימין	ירידה	-0.006	-1.4823E-01	0.000	2496	10/08/2017
קרית אתא מרכז	ירידה	-0.006	-1.5360E-01	0.000	3723	26/12/2011
קרית ביאליק	ירידה	-0.004	-9.3889E-02	0.000	2661	29/06/2017
קרית חיים	ירידה	-0.002	-3.7214E-02	0.025	1616	22/07/2020
קרית טבעון	ירידה	-0.004	-1.1204E-01	0.000	2657	29/08/2017
קרית מוצקין	ירידה	-0.006	-1.0469E-01	0.000	2549	30/07/2017
רחובות	ירידה	-0.002	-7.4049E-02	0.000	5098	01/01/2010
תל-אביב אוניברסיטה	ירידה	-0.004	-1.6530E-01	0.000	5349	01/01/2010

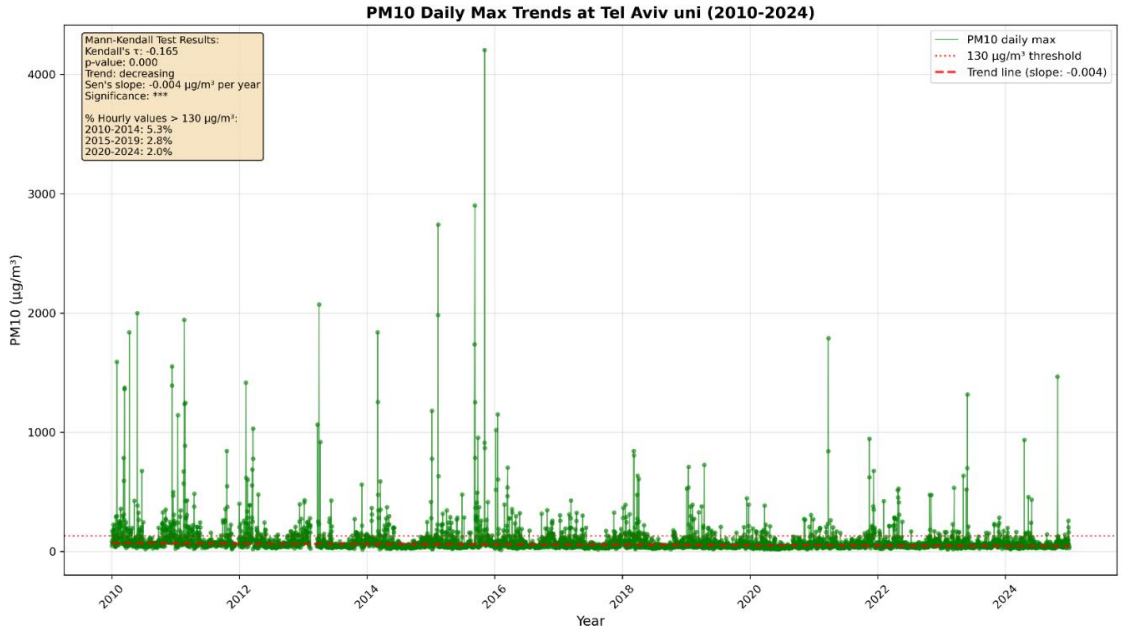
טבלה 2: שיפועי נתוני המקסימום היומי של מדידות PM10 בין השנים 2010-2024 ב-37 תחנות מדידה של המשרד להגנת הסביבה. הנתונים מתייחסים לערכי המקסימום היומי. העמודה השמאלית מציינת את תאריך תחילת המדידות באותה תחנה.

תחנה	אחוז מעל הסף 2010-2014	אחוז מעל הסף 2015-2019	אחוז מעל הסף 2020-2024
אילת	4.86	6.03	3.21
אלון שבות	2.98	4.60	2.64
אריאל	3.24	3.55	2.21
אשלים		6.39	4.18
באר-שבע	4.61	3.64	3.41
בית-שמש	4.68	4.30	2.99
בית חשמונאי		4.59	2.44
בית חשמונאי נשר			4.14
בת הדר	3.39	3.33	2.69
חדרה			3.52
חוף הכרמל טורבינה	2.78	3.13	2.03
חוף הכרמל שפיה		3.39	1.26
חיפה אחוזה		1.55	0.86
חיפה נוה שאנן	4.34	3.05	0.97
חיפה צ'ק פוינט	3.75	2.11	1.40
יבנה	3.41	3.51	2.71
יד רמב"ם		4.14	3.09
ירושלים בקעה	4.06	3.90	2.42
ירושלים ספרא	6.09	4.44	2.92
כסייפה			8.08
כרמיאל	3.05	2.39	1.41
מודיעין	4.20	5.61	3.57
מצפה נטופה		0.93	1.93
ניר גלים	3.67	4.04	2.94
נשר	4.14	2.97	0.82
סדום		3.29	3.21
עפולה	2.97	3.37	1.64
ערד	4.52	5.27	4.29
קציר		3.81	2.30
קרית אתא בנימין		1.77	0.91
קרית אתא מרכז	3.74	2.37	1.21
קרית ביאליק		1.89	1.08
קרית חיים			1.14
קרית טבעון		1.97	0.80
קרית מוצקין		2.74	1.08
רחובות	4.33	4.52	1.77
תל-אביב אוניברסיטה	5.32	2.83	2.03

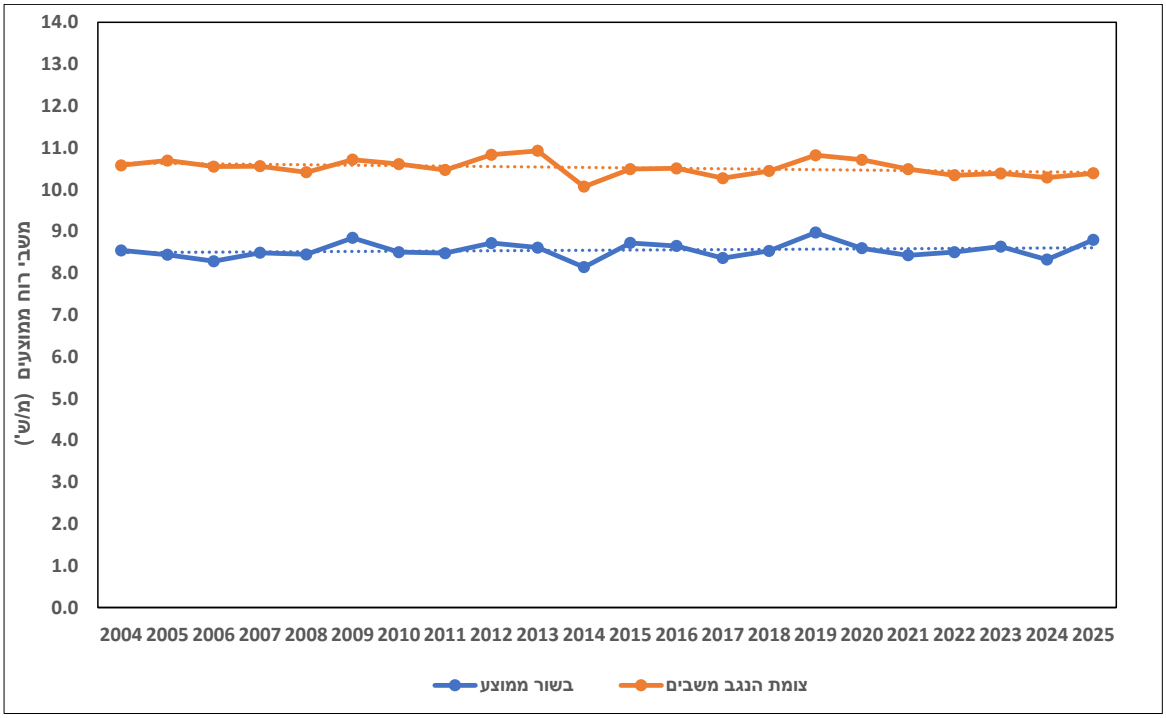
טבלה 3: אחוז הנתונים השעתיים שעברו את הסף של 130 $\mu g/m^3$ בשלוש התקופות המוצגות אדום מייצג את הערך הגבוה מבין שלוש התקופות. כחול מייצג את הערך הנמוך בין שלוש התקופות



איור 1: נתוני מדידות PM10 באוניברסיטת תל-אביב בין השנים 2010-2024. הנקודות מייצגות את הממוצע היומי. הקו המקווקו האדום מייצג את קו המגמה. הקו המנוקד באדום מייצג את הסף של 130 µg/m³



איור 2: נתוני מדידות PM10 באוניברסיטת תל-אביב בין השנים 2010-2024. הנקודות מייצגות את המקסימום היומי. הקו המקווקו האדום מייצג את קו המגמה. הקו המנוקד באדום מייצג את הסף של 130 µg/m³



איור 3: נתוני מדידות משבי רוח שנתיים ממוצעים בתחנות המטאורולוגיות בצומת הנגב (בכתום) ובבשור (בכחול)

4. סיכום ומסקנות

דו"ח זה מציג את מגמות ריכוזי האבק בישראל מתוך נתוני מדידות ב-37 תחנות PM10 של המשרד להגנת הסביבה. בתקופה 2010-2024 ניתן לומר שברמה הארצית אין עליה או ירידה ממשית בערכי הזיהום הנמדדים והמגמות הן מעורבות וברוב המקרים כמעט אפסיות. ניתן לומר בצורה די מובהקת שבשליש האחרון של תקופת המחקר ואולי אף קודם לכן, חלה **ירידה** בשכיחות האירועים שעברו את הסף שנקבע על ידי המשרד להגנת הסביבה כערך "גבוה" (130 $\mu g/m^3$). אף על פי כן מהסיבות שתוארו בהקדמה לדו"ח ובעיקר בגלל המחסור בנתונים לאורך שנים אחורה, לא ניתן לייחס את הירידה הזו לשינויי אקלים או להתחממות הגלובלית. אנחנו תקווה שהמודלים האקלימיים בעתיד יאפשרו הערכה יותר טובה יותר של תדירות ועוצמת סופות האבק עד סוף שנת 2100 בעולם ובפרט בישראל.

תודות:

אנו מודים לאיתן מאזה מהמשרד להגנת הסביבה על הכנת הנתונים בהם השתמשנו במחקר זה.

מקורות:

1. Ziqiang Meng, Bin Lu, Dust events as a risk factor for daily hospitalization for respiratory and cardiovascular diseases in Minqin, China, Atmospheric Environment, Volume 41, Issue 33, 2007, Pages 7048-7058
2. Domínguez-Rodríguez A, Báez-Ferrer N, Abreu-González P, Rodríguez S, Díaz R, Avanzas P, Hernández-Vaquero D. Impact of Desert Dust Events on the Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Clin Med. 2021 Feb 12;10(4):727. doi: 10.3390/jcm10040727. PMID: 33673156; PMCID: PMC7918944.
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Theil%E2%80%93Sen_estimator#CITEREFSen1968
4. https://en.wikipedia.org/wiki/P-value
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Kendall_rank_correlation_coefficient