

עבודה מסכמת בקורס

218135 – פיתוח ת"ל בביולוגיה

בנושא:



מגיש: ר.פ

תוכן העניינים

מבוא.....	3
יחידת הלימוד והרציונל.....	4
מערכי השיעור.....	5
מחווני הערכה.....	13
הפעלת יחידת הלימוד.....	14
תוצאות הערכה.....	18
ביבליוגרפיה.....	19
נספחים.....	20

מבוא

מדע אזרחי מתבסס בעיקרו על תחום ההולך ומתרחב בקרבנו – חכמת ההמונים. חברות רבות, ביניהם גוגל, Waze, TripAdvisor, ועוד רבים אחרים הבינו שכמות המשתמשים בהם הולכת וגדלה למדגמים בסדר גודל עצום והחליטו לנצל את החוכמה של האנשים. הרי אם במסעדה מסוימת עוברים כ-500 סועדים ביום ומספיק שעשרה מתוכם כותבים ביקורת, הרי שבתוך זמן קצר יתקבל מדגם מאוד מייצג של המסעדה, וניתן לדרג אותה על פי נתונים אלה, בניגוד לדעה הרווחת עד לתחילת המאה ה-21, בה תפקיד זה יועד לאדם ספציפי, מבקר מקצועי אשר מונע, בין השאר, על פי תחושתו וטעמו האישיים בלבד ובהכרח אינו קולע לכלל האוכלוסייה.

עם זאת, הרבה לפנייהם, כבר בשנות ה-60, הבינו מכוני מחקר רבים, המתבססים בעיקר על תצפיות רבות וניתוח של מידע רב, כי ניתן אולי להשתמש בקהל הרחב, הצמא להיות חלק מהעולם כחלק ממחקרם. כך למשל הוקם הפרויקט "Birds", אשר השתמש בין השאר במאות הצפרים החובבים הנמצאים באזור צפון אמריקה וצופים בציפורים להנאתם. החוקרים ב-Nest Record Card Program הבינו את התרומה האדירה שיכולים חובבים אלה להציע. למכוני מחקר לא היה את כוח האדם הדרוש על מנת לערוך תצפיות בצפון אמריקה, אך הצפרים החובבים, הנמצאים שם בין כה וכה – יכולים בהחלט לספק "עיניים" עבור החוקרים, וכך היה.^[1]^[2]

כך למשל הוקם עמוד הפייסבוק "מדוזות בעם" המשתמש בתצפיותיהם של אלפי רוחצים מדי יום, אשר חלקם ניאותים לחלוק את תצפיותיהם הישירות מהמים – האם קיימות מדוזות, אילו מינים, אילו כמויות ועוד נתונים משמעותיים.^[3]

כיום, מדע אזרחי הוא חלק נכבד מקבוצות המחקר העולמיות, החל מנאס"א המשתמשת בממשקי משחק על מנת לנתח תמונות לוויינים^[4], ועד תצפיות בעלי חיים, מחקרים בתחום הביולוגיה ועוד.

המקום הבא אליו עתיד המדע האזרחי להכנס במלוא עוצמתו הוא ענף החינוך. תלמידים רבים נמצאים בתוך כיתות, לעיתים קרובות משתעממים ולא מוצאים את העניין בתחומים אותם הם לומדים. הם לומדים בביולוגיה על סביבות גידול, אך מעולם לא חוו סביבת גידול. הם לומדים על מערכת השמש, אך מעולם לא ידעו שאת מאדים ונגה ניתן לראות כמעט בכל לילה, והם צמאים לידע המעשי החשוב כל כך.

היות ומדע אזרחי ברובו לא מסתמך על ידע קודם, וגם אם כן – לרוב הוא בסיסי מאוד וניתן ללימוד תוך סרטון אחד או שניים ביוטיוב, הוא מתאים ככפפה ליד עבור התלמידים הללו. הוא יכול לתת להם את הסיפוק שקיים בידיעה שאתה חלק ממחקר גדול, שאתה תורם ועושה משהו משמעותי חוץ מלשבת בכיתה וללמוד, אתה באמת רואה את השינוי – לרוב גם בחיך שלך.

בפרק הלימוד עליו אכתוב אתייחס לשימוש האפשרי במדע האזרחי "חשים את האוויר" המתמקד בניטור איכות האוויר באיזורים שונים בארץ ובתרומתו ההדדית הן לתלמידים והן לקבוצות המחקר.

יחידת הלימוד – חשים את האוויר.

הרציונל:

איכות הסביבה היא לעיתים מילה גבוהה עבור מבוגרים, ולכן, על אחת כמה וכמה עבור תלמידים צעירים שטרם מודעים לחשיבות הנושא.

כיום, מופיעים כתבות רבות סביב הנושא והמודעות אליו הולכת וגוברת. אנו נתקלים ביותר ויותר מקומות עבודה ירוקים, בתי ספר ירוקים, נושא המיחזור ההולך ומתרחב, חוק השקיות בסופר ובמקרים רבים – השינויים מתקבלים בברכה, הן על ידי האוכלוסייה והן על ידי בתי העסק והגופים השונים.

השינוי הזה נובע מההבנה כי כדור הארץ הולך ומשתנה מתחת לרגלינו, הולך ומזדהם, כך שאפילו לנו יהיה קשה לחיות בו. הצרה הגדולה בסיטואציה הזו היא שאנחנו הגורם העיקרי. החל בזיהום כלי הרכב ההולך וגדל, הן מבחינת שטחי הערים ההולכים וגדלים, האוכלוסייה המתרחבת, כריתת היערות, החמצת האוקיינוסים ובגולת הכותרת – ההתחממות הגלובלית של כדור הארץ.

יאנוש קורצ'אק אמר "הדואג לימים זורע חיטים, הדואג לשנים נוטע עצים, הדואג לדורות מחנך אנשים", ומתוך כך הושגה ההבנה שעל מנת ליצור שינוי שיאריך ימים, עלינו להתחיל אותו בחינוך מגיל צעיר. כיום התלמידים בבתי הספר לומדים על אקולוגיה, איכות סביבה וחשיבות השמירה על איכות הסביבה^[7].

פרויקט "חשים את האוויר" משתמש במנטרי איכות אוויר חדשניים המסוגלים לקלוט חלקיקים זעירים נשימים, ריכוזי פחמן דו חמצני, וחלק מהחיישנים גם יכולים לזהות קבוצות נוספות הגורמות לזיהום.

שילוב פרויקט מסוג זה בתוכנית הלימודים של כימיה וביולוגיה, בפרק העוסק באיכות הסביבה, עבור תלמידי כיתות י'-י"ב יכול להוות גורם משמעותי בקידום העולם שלנו לקראת דור המבין את חשיבות השמירה על איכות האוויר שאנו נושמים, ואף אולי יהיה זה שיביא את השינוי הבא.

תלמידי חטיבת הביניים והיסודי אף הם יכולים לקחת חלק בפרויקט זה כיוון שהוא אינו מצריך ידע רב. עם זאת, ביחידה זו אתמקד בתלמידי מגמת הכימיה בכיתות י'-י"ב אשר לומדים את ההרכבים הכימיים של האוויר, את מקורותיהם ואת דרכי מניעתם.

יחידת ההוראה מתחלקת על פני 8 שעות לימוד פרונטליים המחולקים לארבעה חלקים ועוד מספר שעות (כתלות אישית בהערכת המורה) של עבודה בבית.

היחידה תתחיל בשיעור הסבר, בחלקו פרונטלי ובחלקו קבוצתי ויתפרש על מספר תפקודי לומד על מנת לגייס את כל הכיתה לצורך שיתוף פעולה הדרוש ליחידה זו. בשלב השני ילמדו התלמידים על החיישנים עצמם ואף יתנסו בהם בגבולות בית הספר על מנת להבין את אופן פעולתם ואולי אף להסיק מסקנות ראשוניות על אופי עבודתם העתידית. בפרק הזמן שבין החלק השני לחלק השלישי יעבדו התלמידים באופן

עצמאי בביתם יחד עם מכשירי ניטור האוויר ויאספו תוצאות רבות ככל הניתן, כך שיהיה ניתן להסיק מסקנות על סמך מדגם מייצג ולא משהו מקרי.

בחלק השלישי ידונו התלמידים בקבוצות על ממצאיהם וינסו להבין את מקורות הזיהום האפשריים ולצורך כך יעזרו בכל כלי העומד לרשותם, את הכלים השונים אפרט בהמשך במערך השיעור.

בחלק הרביעי והאחרון תתבצע הצגה של הממצאים בפני הכיתה במטרה לקבל ביקורת עמיתים בונה ועין חיצונית העשויה לראות דברים שהקבוצה עצמה לא ראתה. ישנה חשיבות מכרעת בידיעה איך לקבל ביקורת עמיתים וכיצד להציג את ממצאך ולהגן עליהם בפני קהל מבקר, הן לחיים האישיים והן לצרכים אקדמיים.

מערכי השיעור

את מבנה פירוט מערכי השיעור אחלק לשלבים הבאים:

- תכנון זמנים בהתבסס על שיעורים כפולים, שעה וחצי בסה"כ.
- מטרות השיעור מבחינה קוגניטיבית, חברתית ורגשית
- פירוט מהלך השיעור
- נספחים (יוצגו בסוף היחידה)

מערך שיעור ראשון – היכרות עם איכות הסביבה, מערכת החיישנים וחשיבותה

התוכן	זמן נדרש	אמצעי עזר
מצגת פתיחה, כוללת סרטון יוטיוב בנוגע לזיהום אוויר במאה ה-21	10 דק'	מקרן, מחשב
העלאת נקודות חשובות בנושא איכות האוויר – מוקדי זיהום, חומרים מזehמים, תעשיות מזהמות ועוד, על פי התלמידים	15 דק'	לוח, כלי כתיבה
חלוקה על פי המורה לקבוצות הטרוגניות ומתן דפי מידע על קבוצות זיהום שונות, למידה בקבוצות על מוקדי הזיהום (נספח 1)	20 דק'	דפי מידע מודפסים מראש
על פי שיטת ג'יגסו – חלוקה מחדש לקבוצות כך שבכל קבוצה קיים "מומחה" לכל קבוצת זיהום. קבלת סיפור מקרה ופענוח הסיבה. (נספח 2)	20 דק'	דפי מקרה מודפסים מראש
הצגת הממצאים והמקרים על ידי הקבוצות (בתמצית)	20 דק'	לוח/מצגת/מחשב
סיכום על ידי המורה	5 דק'	

מטרות השיעור:

קוגניטיבית:

- קבלת מידע חדש המסתמך בחלקו על ידע קודם
- עירור העניין וסקרנות התלמיד

חברתית:

- יישום תרבות דיבור וכללי ויכוח
- ריבוי דעות וגישות
- רלוונטיות לחיי היום יום

רגשית:

- תחושת רלוונטיות לחברה

פירוט מהלך השיעור:

1) מצגת פתיחה הכוללת הסבר כללי על מהות הרכב האוויר – מה אנחנו מכירים לעומת מה קורה באמת?

המצגת תכלול מעט מהידע הקודם של התלמידים על הגזים השונים באוויר, ותציג את האחוז הבודד של מה שנקרא עד לרגע זה "גזים אחרים", תוך כדי הצגת כל קבוצות הזיהום. בסוף המצגת הקצרה (5 שקפים) יוצג סרטון של חברת National Geographic – סרטון באורך כ-4 דקות. הסרטון אמנם באנגלית אך הוא מאוד מובן והמורה מוזמן לעזור לתלמידיו להבין את הנאמר. (מצגת מופיעה כקובץ נפרד).

2) בשלב זה על המורה לעורר דיון על סמך הסרטון והמצגת ולרשום על הלוח בצורה הבאה:

<u>זיהום אוויר סביבנו</u>		
<u>פתרונות אפשריים</u>	<u>מקורות לזיהום</u>	<u>כימיקלים מזהמים</u>
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

מטרתו של שלב זה הוא לעורר את מוחם של התלמידים ולגרות אותו להשתמש בזיכרון, בידע הכללי שלהם ו"להכניס אותם לעניינים".

- דגש חשוב – על המורה לא להוביל את הדיון, אלא רק ללבות אותו במידת הצורך. חשוב מאוד שהלוח יתמלא על סמך התלמידים ולא המורה

(3) חלוקה לקבוצות הטרוגניות. חשוב מאוד שהמורה יבחר או בצורה אקראית או בצורה משכילה את הקבוצות. הסיבה היא שהקבוצות האלה **לא יהיו** קבוצות העבודה הקבועות, ולכן התלמידים עלולים להצטער על כך ולאבד חלק מהמוטיבציה שלהם.

בשלב זה הכיתה תתחלקנה ל-6 קבוצות שונות וכל קבוצה תקבל דף מידע על קבוצת זיהום מסוימת. בסוף כל דף קיים ברקוד מסוג QR הניתן לקריאה על ידי כל טלפון חכם (אשר קיים ברשות התלמידים לרוב) ומקשר לסרטון יוטיוב המסביר אודות אותה קבוצה.

בדף יופיע המקורות העיקריים לזיהום, מה הסכנות הבריאותיות, וצורות המולקולה. כמו כן, קיים ברקוד QR נוסף המקשר לדף מידע על אותה קבוצה.

(4) בשלב זה תחולק הכיתה מחדש ל-4 או 5 קבוצות (תלוי בכמות התלמידים) כך שבכל קבוצה קיים **מומחה אחד ויחיד** לכל קבוצת זיהום. הקבוצות יקבלו דף מידע כללי אודות מקרה אקטואלי ורלוונטי לחיינו בימים אלה.

מטרת הפעילות היא שכל קבוצה תסיק לבד מה יהיו המזהמים העיקריים בפעולה זו, האם היא מסכנת בני אדם, בעלי חיים, תורמת לאפקט החממה וכו'. לאחר מכן תהיה משימתם למצוא פתרונות למזעור או נטרול הגורמים המזהמים.

המטרה של פעילות זו היא להראות את רלוונטיות הידע לחיים סביבנו, וכיצד כל אחד מאיתנו יכול לתרום את חלקו בשמירה על הסביבה.

(5) את הצגת הממצאים ניתן להראות בעזרת טושים על הלוח, בעל פה, להכין מצגת במידה וקיימים מחשבים בכיתה או כל דרך שעולה על דעת התלמידים. התלמידים למעשה יאלצו גם להגן על ממצאיהם ופתרונם אל מול ביקורת הכיתה. ביקורת עמיתים היא כלי חשוב שיש לדעת להתמודד איתו ולהתכונן אליו.

שיעור שני – התנסות בפעולת החיישנים

התוכן	זמן נדרש	אמצעי עזר
תזכורת קצרה על שיעור קודם, על סמך התלמידים	5 דק'	לוח
הצגת החיישנים העומדים לרשות הכיתה, אופן פעולתם ואופן השימוש	15 דק'	מכשירי ניטור אוויר
שליחת התלמידים בקבוצות עם החיישנים להסתובב בבית הספר ולחזור	30 דק'	שטח בית הספר, חיישנים
ניתוח הממצאים	30 דק'	מחשב, חיישנים
חלוקה לקבוצות עבודה וסיכום	10 דק'	

מטרות השיעור:

קוגניטיבית:

- התלמידים יתנסו במכשירים חדשים וילמדו את אופי פעולתם
- הפעילות תעורר את סקרנותם של התלמידים לסביבתם הקרובה

חברתית:

- שיתופיות והובלה של קבוצת תלמידים בפעילות פתוחה
- הילדים יבינו את רלוונטיות יחידת הלימוד על סמך סביבתם הקרובה והעיניים שלהם

רגשית:

- התלמידים יחושו תחושת שייכות כאשר יסתובבו ברחבי בית הספר כקבוצה בעלת מטרה משותפת
- הגברת תחושת הנאה בתהליך הלמידה משיטוט חופשי ברחבי בית הספר בזמן שיעור

פירוט מהלך השיעור:

- (1) המורה יפתח בשאלה מנחה אל התלמידים ויסכם את דבריהם בקצרה על סמך החומר שנלמד בשיעור הקודם. ישנה חשיבות מכרעת לשלב זה כדי לזרז את כניסתם של התלמידים לתוך השיעור. חשוב מאוד להמתין שהתלמידים יעלו את הנקודות בעצמם ולא יועלו על ידי המורה!
- (2) שלב זה תלוי בסוג החיישנים אשר עומדים לרשות הכיתה. ולפיהם על המורה לפעול.

דגשים חשובים בהצגת החיישנים:

 - יש להציג את כל הכפתורים הרלוונטיים לתלמידים, החל מכפתור הכיבוי וההדלקה ועד חיבור כבל החשמל להטענה או USB לצורך העברת מידע.
 - חשוב להראות לתלמידים מהו המידע אותו רואים על הצג, מה הוא מלמד וכו'.

- מומלץ מאוד להערך מבעוד מועד ולהראות דוגמה למידע הנשלף מהחיישן והצגתו בצורה הגרפית כפי שמצופה מהתלמידים בתום היחידה. מהלך זה יכול למנוע עיכוב גדול בהמשך.
- (3) בשלב זה יש לתת לתלמידים לבחור את הקבוצות בעצמם, בגדלים של 3 עד 4 תלמידים בקבוצה (תלוי במספר החיישנים הקיימים וכמות התלמידים בכיתה) ולשלוח אותם עם החיישן לנקודות שונות ברחבי בית הספר ולבקש מהם לתעד בדף את מיקומם בשעה מסוימת ואת קריאת המכשיר באותה נקודה.
- המלצה אישית: להקציב לתלמידים 20 דקות מכיוון שעד שהם חוזרים ומעבירים את המידע למחשב, לוקח עוד כ-10 דקות.
- (4) בזמן שהתלמידים מסתובבים עם החיישנים, מומלץ להשאר בכיתה (במידה ובהתאם להנחיות בטיחות בית הספר הדבר אפשרי) ולהכין קובץ אקסל ובו כבר להכין את המסמך לניתוח הנתונים. גם כאן קצרה ידי מלהנחות באופן מדויק מכיוון שכל חיישן שולח מידע בצורה אחרת.
- חיישן מסוג Dyllos לדוגמא ייתן מידע בצורה של כמות חלקיקים גדולים וקטנים ביחידות חלקיקים לרגל מרובע (גדולים עד 10,000 PCF וקטנים עד 100,000 PCF) לדקה כיוון שהוא דוגם את האוויר בכל דקה.
- את הממצאים יש להציג מול הכיתה כאשר הקבוצות מספרות היכן היו בכל זמן נתון ויתבקשו להסביר את התוצאות שהתקבלו, אם הן חריגות – מה גרם לחריגה? אם היה אזור נקי יותר או מזוהם יותר – כיצד ניתן למנוע או לצמצם זאת?
- כמובן שגם בשלב זה יש מקום לביקורת עמיתים מטעם הכיתה אך יש לשים לב היטב לזמנים כדי לא לחרוג וכן להראות כמה שיותר תוצאות.
- (5) יש לחלק את הכיתה לפי ראות עיניו של המורה – בין אם אקראי, יזום על ידי המורה או יזום על ידי התלמידים ולפי מספר החיישנים בכל קבוצה.
- ההנחיות הניתנות לקבוצות:
- להחליט על חלוקה מראש של מתי נמצא החיישן ואצל מי
 - עדיף שהחיישן יהיה צמוד כמה שיותר לתלמיד וידגום כמות גדולה ככל הניתן של נתונים
 - ברגע שנקראות חריגות – לתעד ביומן העובר בין התלמידים יחד עם החיישן (למקרה שהתלמידים ישכחו מדוע הייתה חריגה.
- בסוף החלוקה לסכם את השיעור.

מערך שיעור שלישי – ניתוח תוצאות והסקת מסקנות

התוכן	זמן נדרש	אמצעי עזר
התיישבות בכיתה בקבוצות, מומלץ בחדר מחשבים ופתיחת הנתונים	10 דק'	מחשבים, מקרן
ניתוח נתונים ראשוניים והסקת מסקנות ראשוניות לגבי מקורות זיהום	25 דק'	מחשבים
מציאת פתרונות למקורות זיהום באמצעות האינטרנט	45 דק'	מחשבים, סלולרים
סיכום	10 דק'	

מטרות השיעור

קוגניטיבית:

- חשיבה מסדר גבוה – התלמידים ינתחו מידע וינסו לקשר אותו לדברים שהם למדו בעבר
- התלמידים יתנסו בביטוי מילולי של התוצאות היבשות
- ניתוח הנתונים המוכרים להם מחיי היום יום שלהם יעורר אצל התלמידים סקרנות ועניין

חברתית:

- ריבוי הדעות והגישות האפשריות לניתוח המידע צצות כאן במלואן כיוון שניתן לנתח את הנתונים מהרבה גישות שונות
- יכולת ההובלה של דיעה מסוימת יכולה לבוא בשיעור זה לידי ביטוי בצורה משמעותית

רגשית:

- תחושת הרלוונטיות של המקצוע אצל התלמידים עשויה להתעורר בעקבות הנתונים הבאים היישר ממקום מגוריהם
- הביטחון להתבטא ולשאול – כאן גם תפקידו של המורה להבטיח כי הדיונים בתוך הקבוצות יהיו בעלי ביקורת בונה ותרבות הדיבור תשמר

פירוט מהלך השיעור:

- 1) מומלץ לסדר את הכיתה מבעוד מועד לישיבה בקבוצות סביב מחשבים. במידה ולא קיימת כיתה מחשבים או שאינה מתאימה לעבודה בקבוצות – אפשר לבקש מהתלמידים בסוף השיעור הקודם להביא את הסמארטפונים שלהם טעונים ומוכנים לעבודה.
 - 2) בשלב זה יש לבקש מהתלמידים להוריד את המידע שאספו למחשב, התלמידים יכולים להוריד אותו כבר בבית ולהביא אותו על כונן נייד כדי לקצר תהליכים.
- השלב הזה הוא שלב חשיבתי לא פשוט עבור התלמידים – הם לעיתים נתקלים במחסום חשיבתי ונוצרים משפטים כגון "מאיפה אני אמור לדעת", "אני לא יודע", "מה אני, מדען?". תפקידו של

המורה הוא מכריע ברגע זה – עליו לעודד את התלמידים, למקד את חשיבתם ולגרום להם לחשוב מעט יותר ממה שהם רגילים בבית הספר בדרך כלל.

את ניתוח הנתונים והסקת המסקנות התלמידים יכולים לבסס על מנועי חיפוש באינטרנט כגון "גוגל", להשתמש במפות שונות, כתבות רלוונטיות וכדו'.

את מסקונותיהם על התלמידים לרשום במצגת לצורך הצגה בכיתה.

(3) לאחר שהתלמידים מבינים את מקורות הזיהום ומדוע הם נוצרים, שלב חיפוש הפיתרון הוא לא פחות מאתגר משלב חיפוש הסיבות לזיהום.

בשלב זה התלמידים יכולים להשתמש גם בדפי המידע שקיבלו (נספח 1), גם בשירותי האינטרנט וגם במורים השונים בבית הספר או ההורים. למשל אם אחד ההורים או המורים מכיר או עובד במפעל או מכיר את מקור הזיהום – ייתכן ויוכל לספק מידע ממקור ראשון ויחסוך זמן ויש לאפשר לתלמידים להשתמש בקשריהם האישיים.

שיעור רביעי – הצגת הממצאים

התוכן	זמן נדרש	אמצעי עזר
פתיחת השיעור, רענון נהלי דיון והצגת סדר ההצגה	10 דק'	לוח/מקרן/מחשב
הצגת הקבוצות – לכל קבוצה כרבע שעה וחמש דקות מענה לשאלות	70 דק'	לוח, מקרן, מחשב, דגם, תמונות
סיכום היחידה	10 דק'	

מטרות השיעור:

קוגניטיבית:

- חשיבה מסדר גבוה – יכול להתרחש בשיעור זה תהליכים מטה-קוגניטיביים כאשר התלמידים יאלצו לדון ולחשוב בשנית על מסקנותיהם, כלומר – לחשוב על החשיבה שנעשתה
- ביטוי מילולי, אשר עלול להיות קשה לחלק מהתלמידים – ייקח כאן חלק בצורה משמעותית

חברתית:

- כללי ההקשבה, הדיון, הויכוח וריבוי הדעות. התלמידים יידרשו לעמוד בקריטריונים מחמירים בשיעור זה כיוון שהוא שיעור ארוך שברובו הוא הצגות, והצגתם שלהם היא רק חלק מתוך השיעור.

רגשית:

- תחושת הביטחון להתבטא, להביע ולשאול – בעזרת ההצגה והבנת המקום של התלמידים המציגים האחרים התלמידים יפנימו תחושות ביטחון.

(1) נוהל הדיון חייב להיות מוצג לתלמידים בתחילת השיעור, הנקודות החשובות הן להלן:

- אין להתפרץ לדברי תלמיד מציג
 - במידה ויש שאלה יש להרים יד – זכותו של התלמיד המציג לא לענות לשאלות במהלך ההצגה ואין להתווכח עימו על כך
 - יש להשאר רלוונטיים כל הזמן, לא לסטות מהנושא המוצג
 - אין לקלל, להשמיץ או להעיר הערות לא נאותות
- המורה רשאי ואף מומלץ להוסיף דגשים אשר מותאמים יותר לאופי הכיתה

(2) התלמידים יציגו את העבודות לפי סדר שנקבע מראש ויכלולו להציג זאת בכל דרך שתעלה על רוחם: מצגת, דגם, פוסטר מדעי, סרט (שהוכן על ידם) ועוד.

עם זאת – על הקבוצות להציג באופן גורף:

- עיקרי הנתונים חייבים להיות מוצגים
- על הקבוצות להציג באופן הגיוני את טענותיהם
- במידה ויישאלו – על הקבוצות להשיב בצורה עניינית ומכבדת אך תנתן להם הזכות לענות על השאלות רק בסוף ההצגה

- על הקבוצות להציג את מקורות המידע שלהן ואת ההיגיון בדרך למסקנותיהם ופתרונותיהם מבחינת זמנים יש להגביל את הקבוצות לזמן של כרבע שעה (כתלות בכמות הקבוצות) ולהתריע להם לפני תום הזמן.

בסוף כל הצגה יש לתת זמן לשאלות, ביקורות ותגובות מצד הקהל. מומלץ שהמורה בסוף שלב השאלות יוסיף שאלה או שתיים ברמה גבוהה יותר על מנת לאתגר את הקבוצה.

(3) סיכום הפעילות של יחידה זו יתבצע על ידי סיקור הפעילויות הקודמות, סיכום הידע הנלמד, המסקנות של הקבוצות והפתרונות האפשריים.

במידה והפתרונות הם ברי קיימא ניתן אף לעודד את התלמידים ואולי אף להנחותם לביצוע פתרונות אלו. חשוב מאוד שהתלמידים יבינו כי הכוח לשינוי טמון בהם ומתחיל שם, שלכל אחד מאיתנו הכוח והיכולת לקום ולעשות מעשה שישפיע על חיי כולנו, גם אם זה נראה מעט – כפי שאמרה מרגרט מיד "לעולם אל תטיל ספק בכך שקבוצה קטנה של אנשים מתחשבים ומחויבים יכולה לשנות את העולם. למעשה, זה הדבר היחיד שאי פעם שינה את העולם".

מחווני הערכה

את מחוון ההערכה אפרק לשני שלבים:

שלב ראשון:

היחידה	פירוט	משקל
עבודה בקבוצות על מוקדי הזיהום (שיעור ראשון)	התלמידים יוערכו על ביצועיהם בקבוצה והצגתם בכיתה	30%
פעילות עם החיישנים	התלמידים יוערכו על פי מסקנותיהם מהסיוור, התנהלותם כקבוצה ויכולתם להסיק מסקנות	30%
ניתוח נתונים	קיבוץ הנתונים והסקת המסקנות	20%
הצגה בכיתה	התנהלות ואופן ההצגה	20%
סה"כ:		100%

שלב שני:

כל אחד מיחידות ההערכה הנ"ל יפורק לתת מחוון כמפורט בנספח 3^[5].
חלקים 1+2 יהוו את המדד ההערכה העיקרי מכיוון שהם יבדקו את מוטיבצית התלמיד להשתתף, להראות נכונות ולקחת חלק בפעילות.
חלקים 3+4 למעשה יעריכו בצורה מקיפה את ההצגה של העבודה הסופית.
הרציונל העומד מאחורי פירוק המחוון לשני חלקים הוא הפרדה בין יכולתם החשיבתית והמדעית של חברי הקבוצה לבין יכולתם להציג אותו. ישנם חוקרים רבים בעלי שם עולמי אשר אינם יודעים לעמוד על במה אך אין זה גורע מהיותם חוקרים מעולים ולהפך, ישנם אנשי במה מעולים שאינם יודעים להסיק מסקנות באופן אישי. על פי רציונל זה פירקתי את המחוון של ההצגה לשני חלקים.
המחוון בנוי באופן קבוצתי ולא אישי מכיוון שחלק זה הוא ברובו עבודה כקבוצה ולא כפרט. אך במידה וישנם מקרים חריגים בקבוצה – ניתן לראות זאת כמחוון אישי.

הפעלת יחידת הלימוד

קהל יעד: תלמידי כיתה י' 5 יח"ל בכימיה

מבנה הכיתה: 27 תלמידים, מתוכם 14 בנות ו-13 בנים

פירוט העשייה

במסגרת שיעורי כימיה בכיתתי, התלמידים למדו מתחילת השנה את כל נושא הבסיס "מבנה וקישור". הידע שרכשו שימש כבסיס ליחידת הלימוד.

לרשות התלמידים עמד גלאי מסוג Dylos אחד. לאור זאת בחרתי מתוך הכיתה 6 תלמידים, מתוכם 4 בנות ו-2 בנים שהתנדבו לקחת חלק בפרויקט. עם זאת, העברתי לכיתה כולה את השיעור הראשון בו למדו התלמידים על קבוצות הזיהום השונות.

במהלך השיעור עלו שאלות רבות, התלמידים הביעו עניין רב בעיקר בפרטי המקרה, התלהבו מאוד מקודי ה-QR ושיתפו פעולה ביניהם.

אחת הקבוצות, אשר התמקדה במקרה אסדת הגז, שילבה בין מפות זרמים, מפות רוחות ועוד והעריכה את רמת הזיהום הנפלטת מאסדת גז על סמך קריאה באינטרנט אודות אלו. קבוצה אחרת, אשר קיבלה את מקרה נתיבי איילון, השתמשה במאגר הניטור באתר "חשים את האוויר" על מנת להבין מהם הגזים העיקריים הנפלטים בשעות העומס. הם השוו את הממצאים עם תחנות ניטור שונות ברחבי הארץ הנמצאות בסמוך לתנועות ערות של רכבים ובדקו את רמות הזיהום של הקבוצות השונות בשעות העומס אשר אותם, הוציאו מאפליקצית "וייז".

את שלושת השיעורים הבאים העברתי לקבוצה בשעות שאחרי השיעור שלנו בימי רביעי כיוון שזוהי שעת קצה והתלמידים משתחררים הבייתה לאחר מכן. התלמידים התנדבו להשאר אחרי השיעור ולבצע את המטלות ועלי לציין אותם לשבח.

את השיעור השני בו הם בודקים את החיישן בשטח בית הספר עשינו ביחד והסתובבנו במסדרונות בהפסקות, באולם הספורט הבית ספרי, ברחבת בית הספר הפתוחה, חדר המורים הראשי ורחבת שכבה י'. הממצאים היו כלדהלן:

המקום המזהם ביותר בחלקיקים קטנים היה אולם הספורט. בזמן שהייתנו שם התקיימו שיעורים עבור שכבה י"א והיו באולם כ-60 תלמידים בפעילות גופנית. ההנחה של התלמידים הייתה שעקב הפעילות הגופנית המאומצת, עולה אחוז פליטת הפחמן הדו חמצני ולכן זיהום האוויר של חלקיקים קטנים עולה. נרשמה גם עליה קלה בכמות החלקיקים הגדולים וזאת להערכתם מתרחש בעקבות הזיעה המתנדפת, שכן גם היה ניתן להריחה בחוזקה.

ברחבת בית הספר נרשמה גם עלייה מתונה ביחס לשאר המקומות הסגורים, וזו כיוון שהייתה רוח ואילת נמצאת באזור מדברי ולכן ככל הנראה מעיפה חלקיקי אבק קטנים אשר מסוגלים לחדור למערכת הנשימה.

בחדרים הסגורים (רחבת השכבה, חדר המורים והמסדרון בהפסקה) מופעלת מערכת מיזוג שככל הנראה מסננת את החלקיקים הקטנים. את הגרף שהילדים הוציאו ניתן לראות בנספח 4. לאחר מכן, התלמידים לקחו את החיישן והעבירו אותו ביניהם במשך 7 ימים – כל תלמיד קיבל יום (כולל שישי ושבת) והוחלט להפריד את הגרפים. גילינו כי בכל פעם שמדליקים את המכשיר – הוא מתחיל לספור כאילו עכשיו חצות ולכן הגרפים המתקבלים מתחילים בשעה 00:00 ונגמרי ב-23:59. התלמידים ערכו יומן אירועים. את הגרפים ניתן לראות בנספח 5 ואת היומן ניתן לראות בנספח 6. אביא להלן דוגמאות:

- בשעה 19:00 ביום השני (אצל י'), אמא של י' החלה לטגן שניצלים, היה הרבה עשן בבית ולכן אמא של י' פתחה חלון והפעילה מאוורר, אך גילתה שהוא מכבה את הגז ולכן סגרה את החלון. לאחר שסיימה לבשל היא שוב פתחה חלון והדליקה מאוורר. אך לאחר מכן, בשעה 22:00, אחיו של י' אירח חברים והם הדליקו נרגילה ליד החיישן. י' העביר את החיישן לחדרו ובערב לקח אותו החוצה לשבת עם המשפחה.
- מ' קיבלה את החיישן מנ' והמעבר בין היום השני לשלישי התבצע ליד ביתה של מ' הנמצא על כביש ראשי בדרך לים בשעה 7:55, בזמן שיש פקק תנועה של רכבים בדרכם לחופים. נרשמה עליה חדה מאוד במספר החלקיקים הנשימים הקטנים.
- ביום מספר 5, בביתה של א', הוריה החלו לאפות לחם ולאחר מכן החלו לבשל במחבת. נרשמה עליה גבוהה בריכוז החלקיקים הנשימים הקטנים. לקח זמן עד שהחלקיקים נעלמו כיוון שהמזגן לא עבד.
- ביום מספר 6 החיישן היה אצל ת' אשר הייתה ביום שדה של של"ח. נרשמה עליה גבוהה במספר החלקיקים הקטנים והגדולים כאשר המכשיר היה בידה, וערכים נמוכים יותר כאשר היה בתוך התיק שלה.

כאמור, את היומן המלא ניתן לראות בנספח 6. לאחר מכן, התלמידים עבדו בקבוצה וניתחו את הנתונים. ראשית כל הם העבירו את המידע מהחיישן בעזרת התוכנה והעבירו את המידע לקובץ אקסל. מכאן והלאה התאימו התלמידים את היומן לאירועים. חלק מהאירועים לא נרשמו כלל על גבי החיישן, וחלק התאימו בצורה מדויקת. הבולטים שבהם:

- בישול – מעלה רמות חלקיקים נשימים קטנים בצורה קיצונית מאוד.
- רוחות חזקות המעיפות אבק גורמות לעלייה הן בחלקיקים נשימים קטנים והן בחלקיקים נשימים גדולים.
- סיגריות כמעט ואינן משפיעות כאשר מדובר במרפסת פתוחה.

- שעות העומס מתאפיינות בעלייה בכמות החלקיקים הקטנים אך לא בגדולים, וגם אינה מורגשת כמעט כלל כאשר הבית רחוק מעל 50 מטרים מהכביש הראשי, או מעל קומה 6.
 - לא קיים כמעט קשר בין הטמפרטורה בחדר לבין זיהום אוויר
 - מזגנים מסננים חלקיקים נשימים (גדולים וקטנים) ומורידים את ריכוזם.
- מכאן והלאה חשבו התלמידים על רעיונות והתחלקו באופן עצמאי כאשר כל אחד מקבל בעיה ומנסה לפתור אותה. את התוצאות הם הציגו שבוע לאחר מכן.
- שלב התוצאות הגיע בצורה דומה לתוכנית הלימודים הרשומה מעלה. כל תלמיד הציג את הפתרונות שלו בהסתמך על ממצאיו, ושאר הקבוצה הגיבה, שאלה, ביקרה ושיתפה את ממצאיה.
- הפתרונות העיקריים שהועלו:
- עבור גז הבישול: לעבור לפלטות חשמליות, צמצום שעות הבישול למינימום (למעט בבישולים ארוכים), שימוש נרחב יותר בזמן זית מאשר שמן קנולה עקב נקודת רתיחה גבוהה בהרבה של שמן הזית והתקנת קולטי אדים מעל הגז במטבח.
 - עבור רכבים: להתקין מסנן על האגזוז של הרכב (קיימים סוגים רבים אך רובם יקרים – החל מ-400 ש"ח למסנן מבדיקה שטחית), להמעיט נסיעה בשעות העומס, אם נוסעים בשעות העומס – לסגור חלונות ולהפעיל מזגן, לוודא שבכל טיפול שעובר הרכב – מוחלף פילטר האוויר ברכב.
 - רוחות המעיפות אבק: להמעיט יציאה מהבית בתקופות אובך כבדות, אם יוצאים – להניח מסנן על הפה או בד רטוב.
 - מזגנים: להשתמש בבית במזגנים בעלי דירוג אנרגטי A על מנת שיהיה אפשר להפעילו לאורך זמן מבלי לחשוש ממחירי חשמל גבוהים, התקנת מערכת מיזוג מרכזית לבית – זול יותר ויעיל יותר להפעלה מבחינה אנרגטית ומטהר את כל הבית.
 - עישון: אם מעשנים – רק באזור פתוח, מומלץ גם באזור מאוורר, ואם האזור לא מאוורר כראוי – להניח מאוורר אשר יעיף את העשן. או פשוט לא לעשן.
- התלמידים התקילו זה את זה בפתרונות, שאלו על מקורות המידע והתלמידים הציגו אותם.
- בין ההצגות השתמשו כל התלמידים במצגות מלוות בתמונות, גרפים, הסברים וסרטונים. בנוסף, שתי תלמידות (אחת הציגה את פתרון המזגן והשנייה את גז הבישול) הכינו דגם של בית ושל מטבח על מנת להדגים את אופי פעולתם של פתרונותיהם.
- עלי לציין כי במהלך ההצגות והפעילויות אני אינני עשיתי דבר. מדי פעם קיבלתי הודעה או טלפון מאחד התלמידים לגבי נקודה ספציפית גזו או אחרת שהם התלבטו לגביה מבחינה כימית, למשל: "האם רכבים פולטים בעיקר פחמן חד חמצני או דו חמצני?", "הגיוני שעשן סיגריות לא נקלט במכשיר?", "אמא שלי בישלה והמכשיר קפץ ממש, אני לא מצליח לחשוב למה" ועוד.

עצמאיותם של התלמידים ותושייתם לבדוק, לברר, לחקור ולרדוף אחר פתרונות מעשיים נגעה לליבי והרשימה אותי מאוד. ידעתי שהתלמידים שהתנדבו הם תלמידים רציניים אך לא ידעתי כמה – הם הפתיעו אפילו אותי.

בתמורה לפעולתם, הם הציגו את הפרויקט בשיעור האחרון של השנה, קיבלו תעודת הערכה על פועלם, ועבודתם הוצגה בחדר המורים בגאווה. הייתי נותן להם גם בונוס בתעודה, רק שהם כולם כבר עם ציון 94 ומעלה והעדיפו לקבל את הבונוס למבחן הראשון של שנה הבאה, וכך יהיה.

קשיים שעלו במהלך הפעילות:

אף על פי שהתלמידים ניחנו במוטיבציה גבוהה ויכולת פתרון בעיות שאיננה מוטלת בספק – הם עדיין תלמידים ולעיתים התקשו במציאת הפתרונות ולעיתים גם שכחו לבצע מטלות שונות. עומס העבודה (שניתנה במשך 3 שבועות בנוסף למטלות הרגילות שלהם) נתן את אותותיו ולעיתים הייתי צריך להזכיר להם להגיש לי משימה כזו או אחרת.

שלב מציאת הפתרונות היווה אתגר רציני עבור 2 מהתלמידות אשר לא ידעו כיצד להתחיל ונזקקו למעט יותר הכוונה מהאחרים, אך גם הן בסופו של דבר מצאו פתרונות על ידי עזרה מהוריהם וחברים של הוריהם (פתרון הרכבים והרוחות).

תוצאות ההערכה:

את הציון קיבל כל תלמיד בנפרד כאשר בתום הפעילויות הם קיבלו בהודעה לסמארט סקול (המערכת הבית ספרית, על מנת שלא להדפיס את הדפים) את מחוון הערכתם עבור כל פעילות בנפרד ואת המחווון הסופי המובא להלן. במקום להעתיק לכאן את כל המסמך עבור כל תלמיד (24 עמודים בסך הכל), אני מביא את ממוצע הציונים עבור הציון הסופי (שלב ו):

היחידה	פירוט	משקל
עבודה בקבוצות על מוקדי הזיהום (שיעור ראשון)	התלמידים יוערכו על ביצועיהם בקבוצה והצגתם בכיתה	28
פעילות עם החיישנים	התלמידים יוערכו על פי מסקנותיהם מהסיור, התנהלותם כקבוצה ויכולתם להסיק מסקנות	28
ניתוח נתונים	קיבוץ הנתונים והסקת המסקנות	15
הצגה בכיתה	התנהלות ואופן ההצגה	19
סה"כ:		91

כאמור – הקשיים העיקריים היו בניתוח הנתונים, משם הסקת המסקנות וכל הדרך עד למציאת פיתרון הגיוני והולם את הבעיה.

ריפלקציה אישית:

הפעילות היוותה עבורי אתגר מעניין ומרתק. בתור מורה הגעתי למקצוע על מנת לשנות, לחולל שינוי מבפנים, מההתחלה. בפרויקט הזה הרגשתי שאני עושה את זה. אף על פי שביצעתי את המטלה בסך הכל עבור 6 תלמידים – אלה שישה תלמידים שהפנימו והתנסו בניטור אוויר וסביר להניח שמעתה הם יחשבו עוד קצת בכל פעם שהם יוצאים לרחוב בשעות העומס, רוצים לנסוע לסידורים כאשר יש אובך כבד, או כאשר הם מבשלים. מבחינתי זהו השינוי, כאן הוא מתחיל.

יכולת המדע האזרחי לעודד תלמידים להעלות את ממצאיהם יכול לתרום רבות לעולמנו, עולם שבו כולם מחוברים לרשת וסופגים ממנה מידע ופתרונות, לקבוצת תלמידים יש כוח בלתי נדלה שלא יסולא בפז. אם נתמיד בפרויקט הזה ונוכל להבטיח חיישני ניטור עבור כיתות מלאות, מי יודע אילו תגליות נוכל לגלות? אולי נוכל לשפר את אורח חיינו ואת אורח חייהם של אנשים כה רבים.

אני חושב שמדע האזרחים פותח פה דלת שאין להתעלם ממנה. היום זה איכות האוויר, מחר זה יהיה מחזור פלסטיק, אחר כך אולי שמירה על החי והצומח ומי יודע איפה זה ייגמר? ייתכן וכאן טמונה האפשרות לפתוח את הדלת לתלמידים למתרחש סביבנו, להראות להם שבית הספר זה לא רק בית חרושת לציונים, זה מקום שבו לומדים, לומדים על הסביבה, על החברה שלנו ויכולים כבר מכאן לחולל שינוי. אני חושב שהידע התיאורטי שלי שנבע מהתואר בכימיה עשה את עבודתו. מקרים שבהם נתקלתי גם אני באתגרים לא קטנים, יכולתי לקרוא ולמצוא מאמרים תרמה מאוד לתלמידים, ואף ניתנה לי ההזדמנות להכיר להם, בזעיר אנפין כמובן, את העולם האקדמי העשיר. כל התלמידים הללו אגב, יחלו את עבודות הגמר שלהם בשנה הבאה, מי מהם בכימיה ומי מהם בביולוגיה, ואני חושב שהפרויקט דחף אותם עוד צעד לכיוון זה.

ביבליוגרפיה

- [3] – אנג'ל ד., אדליסט ד., (2018) – *אתר המדוזות הישראלי*, נדלה מ-www.meduzot.co.il
- [5] – Association of American colleges and universities (2016), Retrieved from www.aacu.org/value/rubrics/teamwork
- [6] - Association of American colleges and universities (2016), Retrieved from <http://www.aacu.org/value/rubrics/creativethinking.cfm>
- [1] - Bonney, R. 1996. Citizen Science: A Lab Tradition. *Living Bird* 15(4):7-15
- [2] - Capps, D. K., B. A. Crawford, and M. A. Constatas. 2012. A Review of Empirical Literature on Inquiry Professional Development: Alignment with Best Practices and a Critique of the Findings. *Journal of Science Teacher Education* 23:291–318.
- [7] – Franz, X. B., 2010. The Influence of Short-Term Outdoor Ecology Education on Long-Term Variables of Environmental Perspective. *The Journal of environmental education* Volume 29 issue 4 P17-29.
- [4] – Sanchez A., Lucia G., Zamorano J., Gallego J., Gomez J., Lombrana D., Gaston K. (2018) – *Cities at night*, Retrieved from <http://citiesatnight.org>

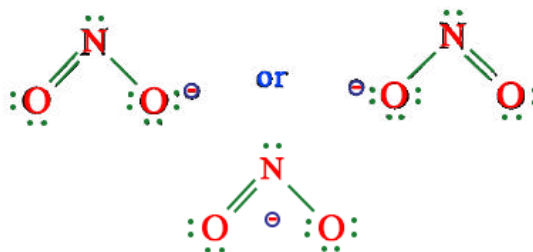
קבוצת תחמוצות החנקן - NO_x

מולקולות נפוצות:



Nitric oxide

גז חסר צבע



גז בצבע חום-כתום

מאפיינים כימיים: גז החנקן מהווה כ-70% מכלל האוויר שלנו ואינו יוצר אינטראקציות כימיות עמנו ולכן הוא נקרא "גז אינרטי". עם זאת, כאשר הוא עובר שריפה בטמפרטורות גבוהות, הוא נוטה להתחמץ וליצור תרכובות רעילות אלו.

מקור הזיהום: מכיוון שהחומר נובע מתהליכי שריפה שונים, המקורות העיקריים הם שריפת דלק במכוניות בתהליך הבעירה הפנימי. בסביבה זו נוצר בעיקר חנקן חד חמצני (שריפה לא מלאה) ומדי פעם חנקן דו חמצני (שריפה מלאה).

עם זאת, פליטת תחמוצות חנקן היא נפוצה גם במפעלים שונים אשר בהם יש ארובות ולפידים. גם בישול ביתי מפיץ תחמוצות חנקן, הן מהלהבה החשופה והן מתנורים ביתיים.

בעיות בריאותיות: ריכוזים גבוהים של תחמוצות חנקן נכנסות למערכת הנשימה שלנו, מגדילות את רגישות הריאות למחלות דרכי הנשימה, כאבי ראש וגירוי של ריריות העיניים (מדמיע).

הגז הבעייתי בעיקר הוא החנקן הדו חמצני, והוא זה שבריוח גבוה יכול ליצור תגובות דלקתיות, גם אצל אנשים בריאים. הוא עלול לגרום להתקפי אסטמה עבור אנשים מועדים למחלה (COPD), וחשיפה בשלב הריון מוקדם (שליש ראשון) בריכוזים גבוהים – מעלה את הסיכון למומים בלב בקרב העובר.



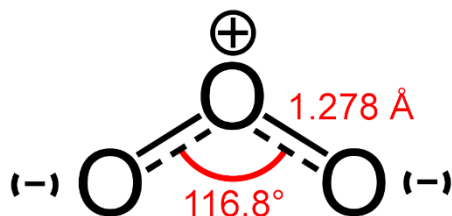
לינק לסרטון הסבר



לינק לדף מידע

קבוצות האוזון

המולקולה:



מאפיינים כימיים: בטמפרטורת החדר, האוזון נמצא במצב צבירה גז והוא חסר צבע. כאשר הוא מתעבה (בטמפרטורה -112°C), הוא הופך לנוזל כחול כהה.

האוזון נמצא בסטרטוספירה – השלב האמצעי של אטמוספירת כדור הארץ, והוא בולע קרני UV ומתפרק בעקבותם למולקולות של חמצן (O_2). החור באוזון, הנוצר בחלקו בעקבות אפקט החממה, מוריד את ריכוז האוזון וגורם לקרינת UV חזקה לחדור לכדור הארץ ובכך להזיק לחיים על פניו.

מקור הזיהום: האוזון בעל ריח חזק בריכוזים גבוהים והוא יכול להיווצר תחת מתחים חשמליים מאוד גבוהים העוברים באוויר והופכים את החמצן (O_2) לאוזון (O_3). כמו כן, ניתן לייצר אוזון בעזרת הקרנת קרני UV חזקות אך לא בריכוז גבוה.

בנוסף, בשריפה של חומרים אורגניים, בין השאר שריפת דלק, יכולה להיווצר שרשרת תגובות שסופה הוא אוזון. תופעה זו אופיינית כאשר יש ערפיח כבד.

השפעות בריאותיות: עקב היותו מחמצן חזק – הוא עלול לגרום לפגיעה בקרומי התא, פגיעה בתפקוד הריאות, גירויים באף ובעיניים. אוכלוסייה חלשה מבחינה נשימתית עלולה להפגע באופן חריף משאיפת אוזון בריכוזים מסוימים. הנזק, דומה ברובו לנזק הנגרם לריאות מעישון.

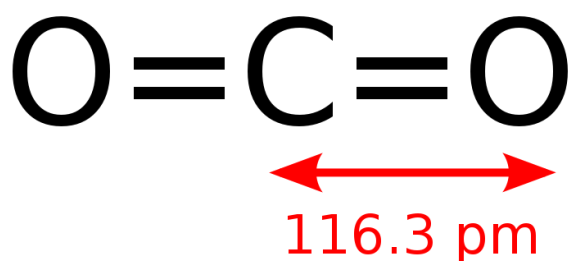
מרטינוס ון מארום וג'ון קאתברטסון ערכו ניסוי בשנת 1785 ויצרו מתח חשמלי הקרוב ל-750 מיליון וולט. בעקבות כך, הם חשו "תחושה מוזרה של מעין קורי עכביש העוטפים אותם". למעשה – הם היו הראשונים להתקל בגז האוזון. מאוחר יותר, הכימאי כריסטיאן שנביין מצא שוב את האוזון בשנת 1840, אך בניגוד לון מארום וקאתברטסון – הוא התעניין בו, חקר אותו ונתן לו את שמו – אוזון, ביוונית אוזיין=להריח.



לינק לסרטון הסבר



לינק לדף מידע



מאפיינים כימיים: הפחמן דו חמצני והחד חמצני הם גזים חסרי צבע או ריח ונוצרים שניהם מתהליכי שריפה. פחמן חד חמצני נוצר כאשר השריפה איננה מלאה ואילו פחמן דו חמצני נוצר כתוצאה משריפה מלאה.

מקור הזיהום: רכבים מבצעים תהליכי שריפה ששואפים להיות בעלי שריפה מלאה, אך לרוב, בעיקר רכבים ישנים – אינם עומדים במשימה זו ופולטים פחמן חד חמצני לאוויר. כמו כן, מפעלי תעשייה רבים פולטים פחמן דו חמצני כאשר ישנם תהליכים הקשורים לחום, חלק מהמפעלים מבצעים שריפות לא נקיות – פולטים גם פחמן חד חמצני.

בעלי החיים כולם פולטים פחמן דו חמצני בנשימתם, בין אם מדובר בבני אדם, כלבים, פרות, נחשים, עופות וכו'. תהליך הפוטוסינתזה הנוצר בצמחים מוריד את ריכוז הפחמן הדו חמצני על ידי צריכתו לצורך הכנת סוכר, ובתמורה פולט חמצן. כריתת יערות, השמדת אזורים מיוערים וזיהום נחלים מוריד בצורה ניכרת את אוכלוסיית הצמחים וגורם לעלייה בריכוז הפחמן הדו חמצני אשר גורם בין השאר לאפקט החממה.

סכנות בריאותיות: הרעלת פחמן חד חמצני איננה גורמת לפגיעה משמעותית בריאות אך מקטינה בצורה משמעותית את יכולת נשיאת החמצן על ידי תאי דם אדומים על ידי היקשרות ליון ברזל במולקולה בקבוצת הם (החלק בהמוגלובין הנושא את החמצן) ובכך לא מאפשר לא להקשר ולנוע ברחבי הגוף. חשיפה לריכוזים נמוכים גורמת לסחרחורות, בחילות וכאבי ראש. ריכוזים גבוהים באים לידי ביטוי ביכולות ריכוז, פגיעה בעירנות ופגיעה ביכולות הפיזיות.

מכיוון שפחמן דו חמצני הוא כבד מהאוויר, הוא לעיתים קרובות גורם לחנק במקומות נמוכים, אטומים וסגורים – דוגמאות מכרות, מקלטים אטומיים וכדומה.



לינק לסרטון הסבר



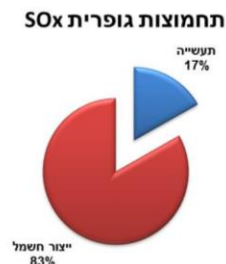
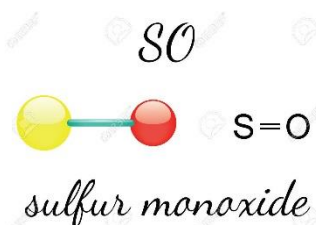
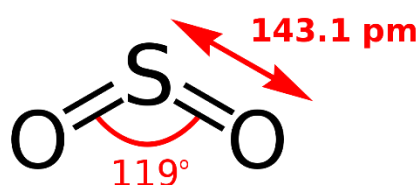
לינק לדף מידע
פחמן דו חמצני



לינק לדף מידע
פחמן חד חמצני

תחמוצות גופרית

המולקולה:



מאפיינים כימיים: תהליך יצירת תחמוצות הגופרית נפוץ בעיקר בתהליכי שריפה המערבים דלקים מזהמים. דלקים אלה הם פחם, מזוט (דלק המשמש לספינות כבדות) וסולר.

בתהליך השריפה, הגופרית הנמצאת בנוכחות גבוהה בדלקים אלו מתחמצנת עקב החום הגבוה. היא גם נפלטת ביתר שאת תחת פיצוץ גרעיני היוצר גשם חומצי – חלק ממרכיבי הגשם החומצי הוא חומצה גופריתית (H₂SO₄).

גופרית גם נמצאת הרבה באזורים חמים כגון הרי געש, מרחצאות חמים טבעיים וכדומה, אך אין הם מייצרים כמות המספיקה להרעלה.

מקורות הזיהום: עיקר תחמוצות הגופרית נוצרים בהפקת חשמל. מכיוון שתחנות חשמל עדיין משתמשות בדלקים לא מתחדשים כגון נפט, פחם וכדומה – התוצאה היא שעבור כל שריפה נפליטים תחמוצות גופרית לאוויר.

בנוסף, נמלים גדולים, בהם עוגנות מכליות וספינות גדולות אחרות, המשתמשות בדלק מסוג מזוט, מזהמות את הסביבה ופולטים באזורים אלה תחמוצות גופרית רבות.

השפעות בריאותיות: על פניו, חשיפה קצרת מועד לתחמוצות גופרית אינה מזיקה מעבר לאי נעימות בסיסית. אך חשיפה ממושכת לתחמוצת עלולה לגרום לבעיות תפקוד בריאות, בעיקר בקרב ילדים וקבוצות סיכון שונות.

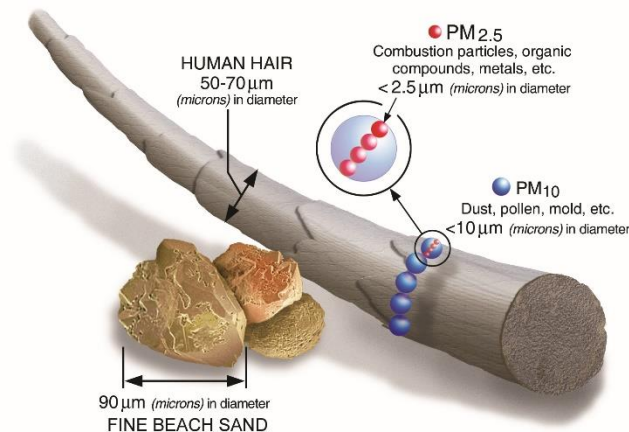


לינק לסרטון הסבר



לינק לדף מידע

חלקיקים נשימים



מאפיינים כימיים:

חלקיקים נשימים הם למעשה חלקיקים קטנים מאוד המסוגלים להכנס למערכת הנשימה. הם מורכבים מאבק, מלחים, נזלים ומוצקים הנמצאים באוויר באופן שוטף מכיוון שהם קטנים ונישאים ברוח.

לדוגמא, באזורי ים יש הרבה מלח בישול (NaCl) הנפלט מהגלים על ידי הרוח והופך לחלקיק המסוגל להכנס למערכת הנשימה.

החלקיקים הנשימים מתחלקים לשלוש קטגוריות עיקריות: PM2.5, PM5, PM10. כאשר בעיקר מסתכלים על רמות ה-PM2.5 וה-PM10. המספרים מתייחסים לקוטר המולקולות במיקרו מטר.

מקורות לזיהום: חלקיקים נשימים נמצאים כל הזמן באוויר, אך בסביבות מסוימות ריכוזיהם עלולים לעלות בצורה משמעותית ולגרום לסכנות בריאותיות. מקומות כאלה הם שריפת דלקים (פיח), עישון, שריפות פסולת גזם, מחצבות, אתרי בנייה וכו'. עם זאת, יכולים להיווצר ריכוזים גבוהים של חלקיקים אלו גם על ידי תהליכים טבעיים כגון שריפות, התפרצויות הרי געש, פליטת אבקה מפרחים וכדו'.

השפעות בריאותיות: ככל שהחלקיקים קטנים יותר (PM2.5 בעיקר) כך הם יחדרו עמוק יותר לדרכי הנשימה. כניסתו עלולה לגרום לזיהומים ואף לסרטן אם קיימות מתכות או תרכובות אורגניות. אוכלוסיות צעירות ומבוגרות רגישים יותר לזיהומים הנגרמים על ידי חלקיקים אלה, כמו גם אוכלוסיית סיכון ונשים בהריון.



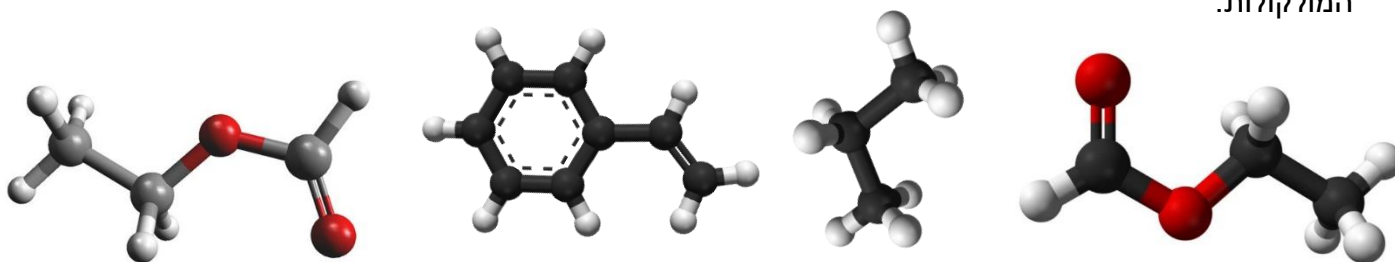
לינק לסרטון הסבר



לינק לדף מידע

פחמימנים ותרבות אורגניות

המולקולות:



מאפיינים כימיים: תרכובות אורגניות מתבססות על הקשר פחמן-מימן ומצטרפים אליו אטומים אל מתכתיים אחרים כגון חנקן, חמצן, משפחת ההלוגנים וכו'.

הבסיס לכל המולקולות האלה זה הקשר הקוולנטי בין הפחמנים היוצרים שרשרת והמימנים הקשורים אליהם גם הם בקשר קוולנטי.

עקב העובדה שרובם אינם מייצרים קשרי מימן – התוצאה היא שמרבית המולקולות הן נדיפות – כלומר, יהיו גזים בטמפרטורת החדר. מכיוון שהן גם קטנות מאוד, הן חודרות למערכת הנשימה בקלות ומגיבות עם התאים בגוף שלנו.

בתוך הקבוצה הזו, לרוב קיימת הפרדה בין משפחת הפחמימנים, המבוססים על קשרי פחמן-מימן בלבד, לבין תרכובות אורגניות אשר אליהם יכולים להסתפח אטומים אחרים.

מקור זיהום: מרבית הנמלים ואזורי התעשייה המתעסקים בתעשייה כימית, כמו גם מחקרים בנושאים הנוגעים לכימיה (הן מכיוון הכימיה, הן מכיוון הביולוגיה והן מכיוון הרפואה), פולטים תרכובות אורגניות נדיפות אלה כחלק מהחומרי לוואי היוצאים בסינתזות כימיות.

כמו כן, תעשיות הפלסטיק מככבות בקטגוריה זו – כל הפולימרים המרכיבים את הפלסטיקים, בדי הדקרון והניילון וכו' – מתבססים על תרכובות פחמימניות ואורגניות וכתוצאה – פולטים גזים אלו.

השפעות בריאותיות: לכל קבוצת חומרים במשפחה זו השפעות בריאותיות שונות. בנזן הוכח כחומר מסרטן והוא נמצא בבשרים רבים, תרכובות נפט גם הן גורמות לסרטן. טולואן, בנזן וקסילן משפיעים על מערכת העצבים באדם ואף עלולות לגרום למוות בחשיפה לריכוזים גבוהים. חשיפה לחומרים אורגניים עלולה לגרום לגירוי בעיניים (מתרחש הרבה בעת הדברה), גירוי אף וגרון, כאבי ראש, בחילות, עייפות ועוד.



לינק לסרטון הסבר



לינק לדף מידע
תרכובות אורגניות



לינק לדף מידע
פחמימנים

מפעלי בז"ן ותחלואת הסרטן באזור הקריות

מידע כללי:

מתוך מגזין האינטרנט The Marker:

חברת "בתי זיקוק לנפט בע"מ" (בזן) הייתה מונופול בתחום זיקוק נפט גולמי ובייצור מוצרי דלק בישראל. ברשותה של בז"ן החברות הבת הבאות: "כרמל אולפינים", "גדיב", "תעשיות פטרוכימיות" "שמנים בסיסיים חיפה" ועוד.

בנוסף החברה מחזיקה בבעלויות חלקיות בגופים עסקיים נוספים. החברה מייצרת מוצרים לתעשייה הפטרוכימית, חומרים ארומטיים, שמנים בסיסיים ושעווה. עד שנת 1972 היה שמם של בתי הזיקוק "בתי זיקוק חיפה" ואז שונה ל"בתי זיקוק לנפט" בראשי תיבות - בזן. המונופול של החברה הסתיים בשנת 2006, עם מכירתו של בית הזיקוק באשדוד לחברת פז.

הבעיה:

תעשיות בז"ן מספקים למדינת ישראל חומרים בעלי חשיבות אסטרטגית חשובה מאין כמוהה: הם מזקקים נפט גולמי לדלקים שונים, אחראים לייצור מרבית הפלסטיק בו אנו משתמשים בחיי היום יום, מספק עבודה לכ-2,500 עובדים, בהם כימאים, מהנדסים כימיים, ביולוגים, טכנאים ועוד.

תעשיות בז"ן גם אחראית על זיקוק הגז הטבעי של ישראל והפיכתו לתרכובות שונות ויעילות, חלקן נמכרות למדינות שונות ברחבי העולם, כמו למשל האמוניה, שמחירה נכון להיום עומד על \$290 לטון, לצורך השוואה – גז מתאן (בו אנו משתמשים בכיריים הביתיים עומד על \$2.85 לטון).

לפעילות המפעלים יש גם חיסרון משמעותי – הם יוצרים המון זיהום. אם כי, כמובן, זיהום האוויר ירד ב-15 השנים האחרונות בצורה משמעותית מאוד, אך עדיין נכונה עבודה רבה.

בעקבות התעשייה המזהמת, במהלך השנים תחלואת הסרטן באזור הקריות עלתה בעשרות אחוזים במהלך השנים וכיום, אף על פי שאיכות האוויר במפרץ חיפה טובה בעשרות אחוזים מאלה שלפני 15 שנים, עדיין מקרי הסרטן באזור חיפה, טבעון והקריות גבוהה משאר אזורי הארץ.

מצאו את החומרים המזהמים בעקבות התעשיות הנמצאות במפעלים אלו ומצאו פתרונות אפשריים.



מפעלי רמת חובב וסיכון הפזורה הבדואית באזור

מידע כללי:

נאות חובב היא אזור תעשייה בה נמצאים ארבעה מפעלים עיקריים: "אדמה-מכתשים" אשר מפתחת אמצעי הגנה לצמחים וחקלאות מודרניים. "כיל נאות חובב" המייצרת תרכובות ברום הדרושים לתעשיות רבות בארץ ובעולם, החל מקוסמטיקה ותרופות ועד תרכובות למניעת התלקחות, חומרי הדברה וחיטוי ועוד. "טבע-טק" – חברת תרופות המייצרת תרופות לכל הארץ והעולם, כימיקלים עדינים ומוצרים וטרינריים. "החברה לשירותי איכות הסביבה בע"מ ESP" – חברה המתמחה במתן פתרונות אקולוגיים מתקדמים ומפתחת טכנולוגיות לשמירה על איכות הסביבה.

הבעיה:

כל אחד מהמפעלים הנ"ל, מלבד חברת ESP, מייצר כימיקלים רעילים מאוד ורובם נדיפים או נספגים בקרקע.

למשל תרכובות הברום – היסוד ברום הוא חומר מסרטן מאוד, רעיל מאוד, ובשאיפה ישירה עלול לגרום לנזקים בלתי הפיכים, ביניהם סרטן הריאות. חברת טבע המייצרת כימיקלים עדינים – אלה חומרים מסוכנים וההכנה שלהם מלווה בשימוש בחומרים רעילים, טעות קטנה במהלך הייצור עלול לגרום לדליפה של חומרים מסוכנים לסביבה.

עם זאת, התעשיות הנ"ל חשובות מאוד, הן לכלכלת המדינה, הן לתעשיית ההייטק והן למקומה החשוב של ישראל כמעצמה טכנולוגית עצמאית. במפעלי רמת חובב עובדים אלפי מדענים מתחומים שונים: כימיה, ביולוגיה, פיסיקה, רופאים, מהנדסים ועוד.

רמת חובב הינה מועצה אזורית תעשייתית שהוקמה בשנת 1989 ואין בה תושבי קבע. תושביה היחידים הם בדואים הגרים בתתי תנאים, בפחונים הפזורים באזור המועצה. למען הסר ספק – למרביתם אין תעודת זהות כלל, והם אינם מכירים בישראל כמדינה או בחוקיה. למעשה – סוגיית הפזורה הבדואית היא אחת הסוגיות החברתיות הקשות ביותר בישראל ונכון להיום לא נמצאה לה פתרון.

עליכם לחשוב על הבעיה המוסרית – האם מותר להפקיר חיי אדם רק מכיוון שאינו מכיר בעליונתך? האם יש לנו בכלל אחריות כלפי אנשים שבוחרים להתיישב איפה שהם רוצים, ללא אישורים?

בנוסף – עליכם לזהות את החומרים המסוכנים הנפלטים מהמפעלים ולחשוב על פתרונות למניעתם.



מתוך אתר Ther Marker (קישור לכתבה בברקוד משמאל)



"זיהום האוויר הבולט בגוש דן נובע כמעט בלעדית מפליטות חומרים מזהמים מכלי תחבורה ■ ממצאי בדיקה שערך ארגון גרינפיס ישראל ויוצגו היום בכנסת מראים כי חלק משמעותי מהזיהום מגיע מהפקקים ■ הזיהום גורם למשק הישראלי נזק בהיקף של 12 מיליארד שקל בשנה"

הבעיה:

בישראל, נכון לשנת 2017 – קיימים 3.24 מיליון רכבים – גידול של כ-5% משנת 2016 והיד עוד נטויה. אף על פי שהרכבים שואפים להיות נקיים יותר ויותר וחברות הרכב בעולם מייצרות רכבים פחות מזהמים כגון רכבים היברידיים המשלבים חשמל עם דלק, או רכבים חשמליים וכו', עדיין בשעות העומס אנו עדים לזיהומים ברמות קשות באזורים בהם תנועת הרכבים מואצת, בעיקר בשעות הבוקר.

בכל יום עוברים בנתיבי איילון כ-750,000 רכבים, ביניהם רכבים פרטיים, אופנועים, משאיות ואוטובוסים. זהו ציר התנועה העמוס ביותר בכל ישראל.

לא בכדי הוא עמוס כל כך. נתיבי איילון מקשרים את כל גוש דן המרכזי בו מתקוררים כ-3.7 מיליון תושבים נכון לשנת 2013, מספר זה עוד עלה מאז. אי לכך ובהתאם לזאת, לא פלא שהוא עמוס כל כך.

עם זאת, לא ניתן להתכחש כי נתוני המשרד להגנת הסביבה מראים עלייה משמעותית מאוד ביחס לכל שאר חלקי הארץ ברמות המזהמים השונים באזור גוש דן, כאשר הדגש הוא על פקקי הבוקר הקשים מנשוא.

מכיוון שתל אביב לא תוכננה להיות עיר גדולה, היא איננה בנויה לכך ונוצר "צוואר בקבוק" בכל הכניסה אליה, כאשר נהגים מכל הארץ מגיעים בכבישים מהירים של 2 עד 4 נתיבים ומצטמצמים לכבישים צריר, חד סטריים ובעלי נתיב אחד, מה שגורם גם למצוקת חנייה קשה באזורים אלו.



אסדת הגז החדשה אל מול חופי ישראל

מידע כללי:

מתוך אתר "גלובס" (קישור לכתבה בברקוד משמאל):



"בימים הקרובים יגויס אחד מחופיה הבתוליים של ישראל, בעל כורחו, לעידן הפטרוכימי. הטרכטורים כבר שם ובקרוב תחל חברת נובל אנרג'י בבניית אסדת גז למאגר לוויתן, כ-10 קילומטרים בלבד מחוף דור. מדובר באסדת ענק, שנכון להיום תטפל בכל הגז במתחם הים הצפוני. אולם המתווה (תמ"א/37/ח') מאשר בנייה עתידית של 31 אסדות נוספות, מזיכרון יעקב עד נתניה. נשמע הזוי - הקמת תעשייה פטרוכימית לאורך אחד מנכסי הלאום האהובים ביותר - אך זו המציאות."

הבעיה:

בשנים האחרונות גילתה מדינת ישראל כי בקרקעית הים התיכון ישנם מספר מאגרי גז טבעי גדולים מאוד. גדולים עד כדי כך שהם יכולים להפוך את מדינת ישראל למדינה עצמאית לחלוטין מבחינת אנרגיה אשר לא תלויה באף מדינה חיצונית. אולי זה לא נשמע הרבה – אך עצמאות אנרגטית היא משאת ליבם של מדינות רבות בעולם. ארה"ב שלחה כוחות צבאיים רבים לכבוש שדות נפט בעיראק, אפגניסטן וכווית, רוסיה פלשה לחצי האי קרים הנמצא על גדת הים השחור ועשיר בשדות נפט ועוד כהנה וכהנה מהלכים צבאיים שנעו בעקבות האנרגיה.

עם זאת, התעשייה הפטרוכימית הינה תעשייה מזהמת, מסוכנת ותקלה רצינית בה עלולה לסיים את החיים בים התיכון כפי שאנו מכירים אותם. למעשה, מקרה שקרה לא מזמן, בשנת 2010, אסדת קידוח נפט במפרץ מקסיקו של חברת Deepwater Horizon, התפוצצה עקב התפרצות באר נפט ופיזרה נפט בקצב מדהים של בין 5 ל-10 מיליון ליטרים ביום וכיסתה בשיאה שטח של 180,000 קמ"ר (שטחה של מדינת ישראל הוא 22,000 קמ"ר) ונחשבה לאסון האקולוגי הגדול ביותר שהתרחש בהיסטוריה. גם במשך שנים לאחר האסון הופיעו כדורי זפת על החופים ובעלי חיים רבים נהרגו, בתי גידול של עופות רבים נהרסו כליל ובעלי חיים ימיים כגון לווייתנים, דולפינים, דגים, סרטנים ועוד נפגעו קשה בעקבות האסון.

עליכם לדון בסוגיה המוסרית של אסדת הגז ולחשוב על האסונות האפשריים, מי יפגע ואיך, מה יהיו המזהמים כאשר האסדה תפעל והאם ניתן למנוע אותם?



טרור העפיפונים

מידע כללי:

מתוך ויקיפדיה:

עפיפון תבערה הוא עפיפון שנושא חומרי הצתה ובעירה, דוגמת בקבוק תבערה וחומרים דליקים או מטען חבלה, שמטרתו לגרום להצתה ולשריפה. זהו אמצעי לחימה מאולתר שנמצא בשימוש ארגוני טרור ומיליציות לא-סדירות. בהיותו כלי אווירי, הוא יכול לעבור בקלות מעל גדרות, חומות, מחסומים ומכשולי גבול, המשמשים להגנה ואבטחת תשתיות ויישובים, דבר שקשה יותר למחבלים הנעים קרקעית. בנוסף, לשריפה יש פוטנציאל לגרום לנזק רב ואף לנפגעים בנפש. אמצעים דומים הם בלונים, כגון בלונים הממולאים בהליום הנושאים עמם חומרי הצתה ותבערה.

הבעיה:

עפיפוני תבערה משוגרים בימים אלו מרצועת עזה עם מטען נפץ או תבערה אל עבר ישראל. נכון ליולי 2018, טרם נהרגו או נפגעו אנשים מעפיפונים אלה אך אלפי דונמים של קרקעות פוריות, יערות, שדות ובעלי חיים רבים נשרפו כליל בשריפות שהשתוללו בשדות החיטה היבשים ובעשב היבש בעונת הקיץ.

מטרת טרור העפיפונים היא להפחיד, לגרום לנזק כלכלי גדול ככל האפשר ולזרוע הרס רב. מנהיגי החמאס צוטטו כאשר אמרו "טרור העפיפונים הוא בעיקר נגד היהודים הציונים, אך גם נגד העולם שמתעלם מאיתנו". כלומר, אין להם חשיבות ומחשבה כלל על מי נפגע במהלך טרור העפיפונים הזה, העיקר להשמיד כמה שיותר.

עליכם לנסות לזהות את הסכנות הסביבתיות העלולות להיגרם בעקבות השריפות וחומרי התבערה, לנסות למצוא פיתרון נגד העפיפונים או נגד זיהום האוויר והשריפות.



נספח 3 – יחידות מחוון מפורטות (שלב וו)

יחידת הערכה ראשונה – פעילות על קבוצות זיהום				
משקל	רמה טובה – עומד בדרישות בהצטיינות	רמה בינונית – עומד בדרישות באופן חלקי	רמה בסיסית – אינו עומד בדרישות	הקריטריון
30%	מעלה רעיונות משלו, מגיב לרעיונות אחרים ומציע פתרונות	חולק רעיונות משלו אך אינו מתייחס לרעיונות אחרים	אינו חולק רעיונות משלו ואינו מקדם את קבוצתו	תרומה לצוות
15%	מעודד את תרומתם של חברי הקבוצה ומזמין חברים לא פעילים להשתתף	משתתף בתורו ומאזין ללא הפרעה	אינו מתייחס לדברי חבריו	קידום תרומתם של חברי הקבוצה
15%	מעודד את הקבוצה ומתייחס בכבוד ובנימוס, מניע את הצוות לפעילויות באופן עקבי	מתייחס לחברי הצוות בכבוד, מניע את חברי הקבוצה באופן לא עקבי	אינו מתייחס לחברי הצוות בכבוד, מביע זלזול במשימה ובצוות, בעל עמדה שלילית	מקדם את האוירה בצוות
25%	מתייחס לקושי באופן ישיר ומלכד את הקבוצה לכיוון פיתרון	מקבל באופן פאסיבי נקודות מבט שונות	נוטה להתרגז ובונה אנטיגוניזם למשימה, רב עם חברי הקבוצה	תגובה לקשיים
15%	משתתף באופן מלא ומדבר באופן סוחף	משתתף באופן חלקי ובצורה לא נלהבת	אינו משתתף בהצגה כלל	הצגה בכיתה
100%	סה"כ:			

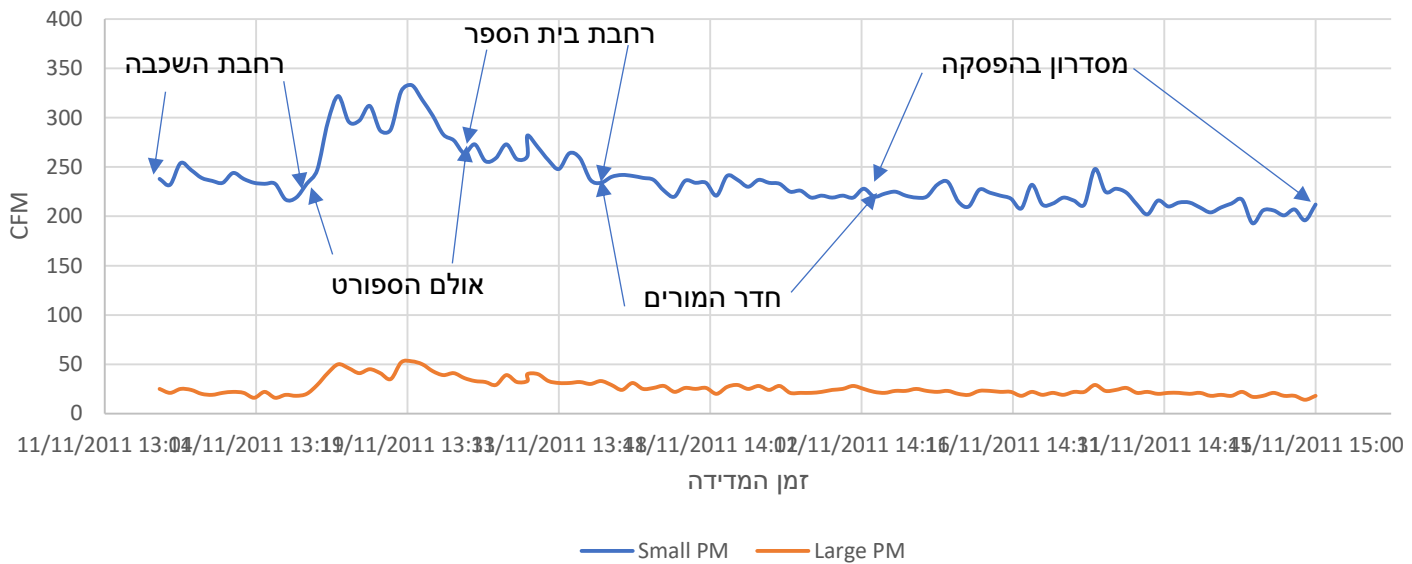
יחידת הערכה שנייה – פעילות עם החיישנים				
משקל	רמה טובה – עומד בדרישות בהצטיינות	רמה בינונית – עומד בדרישות באופן חלקי	רמה בסיסית – אינו עומד בדרישות	הקריטריון
30%	מציע רעיונות למקומות מדידה, מדרבן את הקבוצה ועובד באופן שוטף עם החיישנים	נע עם הקבוצה אך משתף פעולה באופן חלקי, אינו מציע רעיונות ועובד באופן פאסיבי	אינו משתף פעולה, אינו פועל עם החיישנים ורק נגרר אחרי הקבוצה	שיתוף פעולה
30%	מעלה מסקנות הגיוניות, מגיב למסקנות חברי הקבוצה ומעודד השתתפות של תלמידים	מגיב באופן מכובד למסקנות חברי הקבוצה אך אינו מעלה מסקנות משל עצמו או הפוך	אינו מסיק מסקנות, לא מגיב למסקנות העולות בקבוצה, מתייחס בזלזול למסקנות של אחרים	הסקת מסקנות
30%	מציג בצורה סוחפת, משתף את הקבוצה, מייצר דינאמיות בין חברי הקבוצה	מציג באופן חלקי, אינו תורם לאופן ההצגה	אינו מציג, עומד באופן פאסיבי ולא פעיל	הצגה בכיתה
10%	מעלה שאלות ענייניות, מקשיב בעניין ומעביר ביקורת בונה לחברי הקבוצה המציגה	מקשיב לקבוצות המציגות בעניין אך אינו מעלה שאלות או מעלה שאלות לא ענייניות	אינו מעלה שאלות כלל ואינו מקשיב לקבוצות המציגות	שאלת שאלות לקבוצות מציגות
100%	סה"כ:			

יחידת הערכה שלישית – ניתוח הנתונים ^[6]				
משקל	רמה טובה – עומד בדרישות בהצטיינות	רמה בינונית – עומד בדרישות באופן חלקי	רמה בסיסית – אינו עומד בדרישות	הקריטריון
20%	קיים קשר ברור בין הנתונים למסקנות	הקשר המוצג בין הנתונים למסקנות רופף או חלקי	לא קיים קשר בין הנתונים המוצגים לבין המסקנה הנובעת מהם	ניתוח הנתונים בצורה נכונה
15%	קיימים מושגים בצורתם המדעית הנכונה והקשרם להצגה הגיונית	מושגים חלקיים, לא מוצגים כהלכה או באופן שגוי בחלקו	אינו כולל מושגים הנלמדו או הקשורים לנושא	בקיאות בנושא
20%	שפה מדעית תקינה, לא קיימים שגיאות כתיב, סדר הצגה ברור והגיוני	שפה לא מדעית אך רשמית, אין שגיאות כתיב, סדר לוקה בחסר	שפת רחוב, הרבה שגיאות כתיב וללא סדר הגיוני	שפה
15%	חשיבה ביקורתית טובה, מבקרים את שיטת המדידה ואת יכולת הסקת המסקנות	חשיבה ביקורתית לוקה בחסר, מוצגים מגבלות המדידה	אין חשיבה ביקורתית על הסקת המסקנות, לא מוצגים מגבלות המדידה	חשיבה ביקורתית
20%	מציגים פתרונות הגיוניים, בעלי פוטנציאל מימוש גבוה	מציגים פתרונות לא ריאליים, דמיוניים או לא רלוונטיים	אינם מוצאים פתרונות כלל בטענות שווא	מציאת פתרונות
10%	התלמידים עונים בביטחון על שאלות, מבינים את המושגים המדעיים ויודעים להסבירם בצורה טובה	התלמידים מעורערים בקלות על ידי שאלות פשוטות אך עונים בצורה מספקת	התלמידים אינם מוכנים ומותקלים בקלות משאלות פשוטות	מוכנות
100%	סה"כ:			

יחידת הערכה רביעית – הצגה מסכמת בכיתה ^{[5],[6]}				
הקריטריון	רמה בסיסית – אינו עומד בדרישות	רמה בינונית – עומד בדרישות באופן חלקי	רמה טובה – עומד בדרישות בהצטיינות	משקל
העברת המסר	מדבר בהיסוס, בלחש, באופן חסר ביטחון, אינו יוצר קשר עין עם הקהל	יוצר קשר עין עם הקהל אך מדבר בלחש או לא ברור, מפגין חוסר ביטחון	מדבר באופן שוטף, ברור, ללא היסוס, יוצר קשר עין עם הקהל ללא חשש	15%
עמידה בזמנים	חורגים בהרבה מהזמן הניתן – לפחות או ליותר	חורגים במעט מהזמן הניתן	משתמשים בדיוק בזמן הניתן להם, מספיקים לסכם בזמן	10%
יצירתיות	דיבור פרונטלי לחלוטין ללא הצגת אף מיומנות	הצגה במצגת פשוטה, ללא סרטונים וללא עזרים	הצגה יצירתית, שימוש בעזרים רבים, משתמשים במדיות שונות	20%
חשיבה רפלקטיבית	אינם מתייחסים כלל לשלב העבודה	מתייחסים באופן חלקי לשלבי העבודה, אינם מעבירים ביקורת על שיטת העבודה	מתייחסים לכל שלבי העבודה, מעבירים ביקורת ומסקנות לעבודות עתידיות	15%
אסתטיקה	ההצגה איננה אסתטית, ללא ליטוש, לא נראית אטרקטיבית, רקע בשקופיות לא זהה, מקורות לא מוצגים	הצגה אסתטית בחלקה, אך אינך אטרקטיבית, מקורות מוצגים אך ללא כללי הציטוט	ההצגה אטרקטיבית, מושכת את העין ומוצגת בצורה נעימה, מקורות מוצגים על פי כללי הציטוט	15%
תוכן מצגת*	אין קשר בין הכותרת לתוכן השקופית, אין כללי תחביר פשוטים, עמוסה מבחינה ויזואלית, איננה אחידה	כותרות קשורות לתוכן השקופית, מצגת אחידה אך כללי התחביר חסרים, מצגת עמוסה מאוד	המצגת אחידה, הכותרות קשורות לתוכן השקופית, תחביר הגיוני, קיים קשר לוגי בין שקופית לשקופית, איננה עמוסה	5%
סיכום	לא קיימת שקופית סיכום	שקופית הסיכום אינה מציגה את הנושא בצורה ממצה	שקופית הסיכום ממצה בצורה עניינית את עיקרי העבודה	10%
100%	סה"כ:			

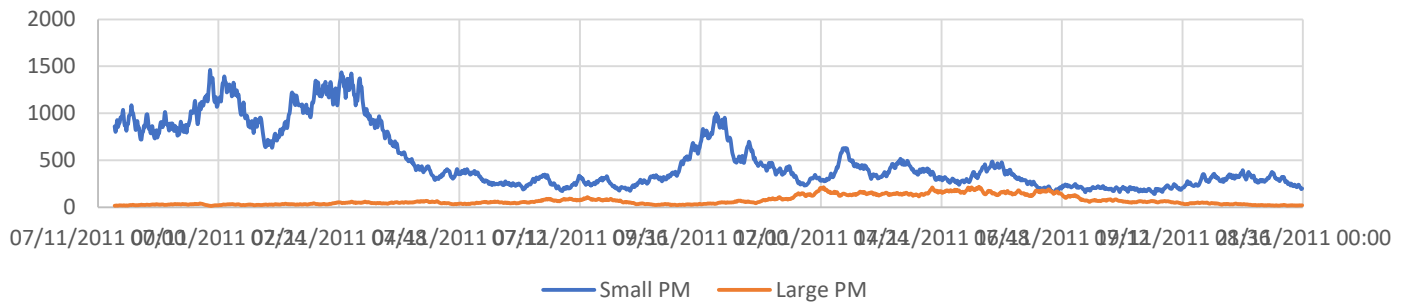
נספח 4 – טבלת מדידת התלמידים בניסיון בשטח בית הספר:

נספח 4 - טבלת מדידת התלמידים בניסיון בבית הספר



נספח 5 – גרפים המציגים את זיהום האוויר על פי מכשיר Dylos שנמדד על ידי התלמידים:

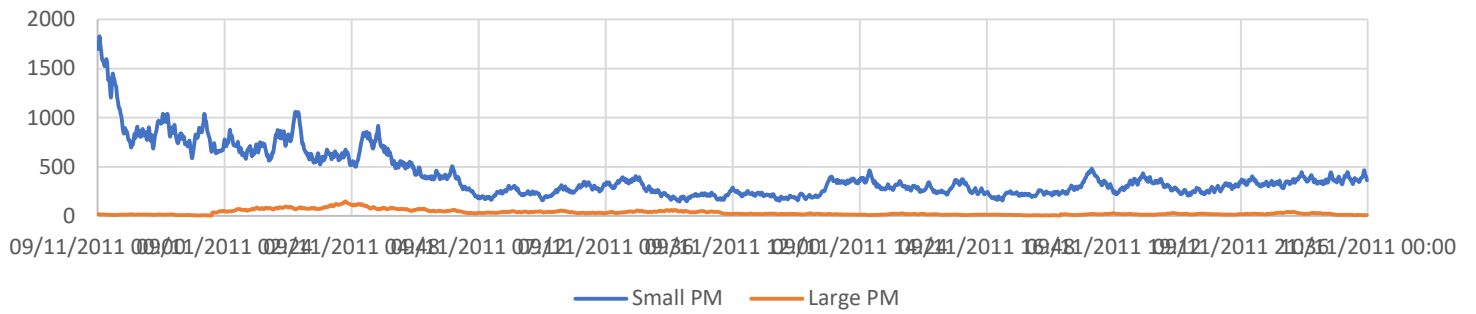
Day 1 - ר'



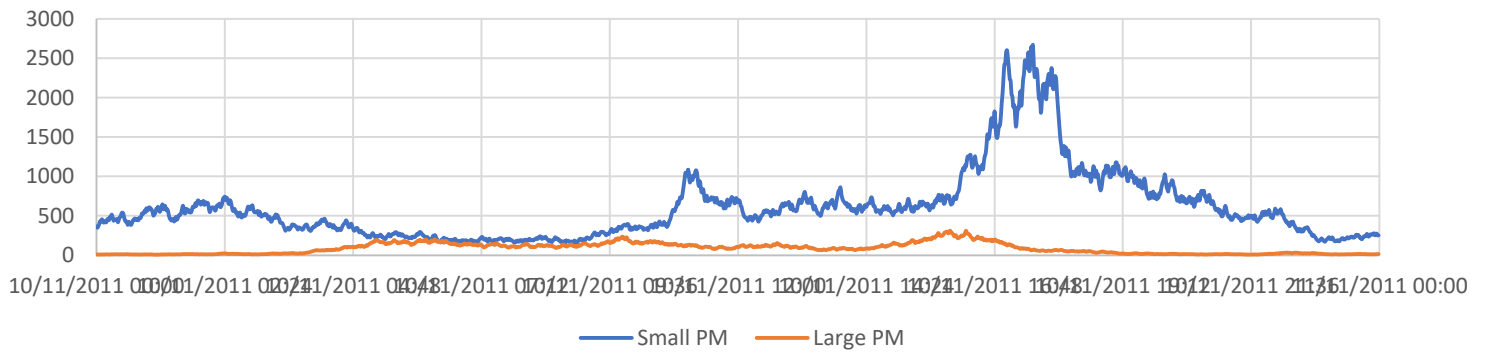
Day 2 - י'



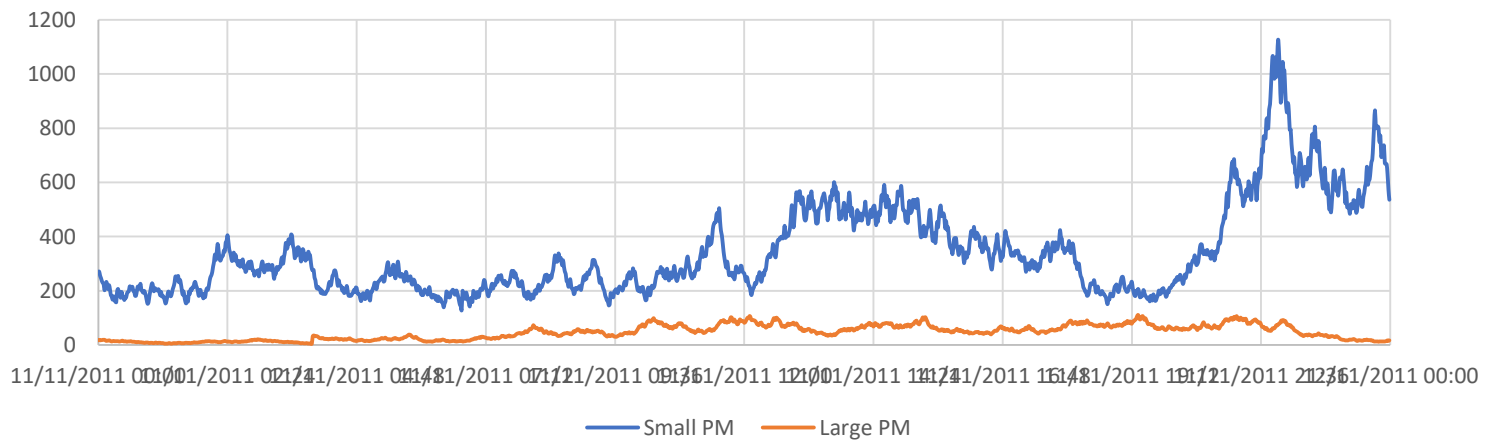
Day 3 - 'n



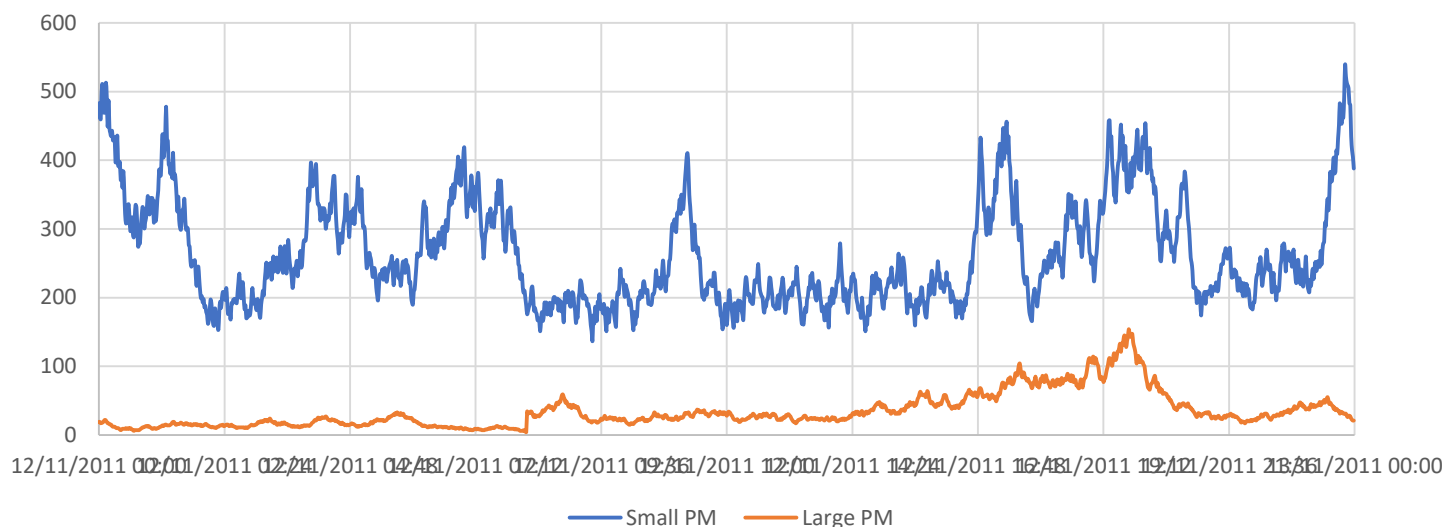
Day 4 - 'u



Day 5 - 'x



ת' - Day 6



נספח 6 – יומן אירועים שנכתב על ידי התלמידים

- השעות בגרפים מתחילת משעה 8:00 עד לשעה 7:59 למחרת

שם התלמיד	תאריך	שעה	אירוע
ר'	7/6/2018	10:48	שיעור חינוך גופני באולם סגור
		11:45	מעבר לשיעור בכיתה
		13:40	יצאתי מבית הספר דרך העיר, הייתה תנועה רבה של רכבים
		15:30	הפעלתי מזגן בבית
		19:30	מכינים ארוחת ערב
		20:30	התיישבתי בחדר ושיחקתי במחשב
י'	8/6	7:20	הגעתי לבית הספר לאחר שלקחתי מר' את המכשיר מדידה וחיכית בכיתה
		14:30	שיעור ספורט בחדר קטן, אימון אירובי קשה
		16:15	הגעתי הבייתה והדלקתי מזגן
		18:40	הרחתי ריח לא טוב מבחוץ, לא ברור של מה, ריח שרוף כזה אז סגרתי את החלון
		19:00	אמא התחילה לטגן שניצלים בשמן עמוק, היה הרבה עשן בבית.
		19:30	ביקשתי מאמא לפתוח חלון ולהפעיל מאוורר כדי שיוצא את העשן
		22:00	אח שלי הביא חברים והם הדליקו נרגילה, הנחתי את החיישן לידם כדי לבדוק מה נקלט
	9/6	7:45	יצאתי לכיוון הבית של מ' ברגל, היו הרבה רכבים בכביש בדרך לים
מ'	9/6	7:55	קיבלתי את המכשיר מל' מחוץ לביתי ונכנסתי לחדרי, היו המון רכבים וריח של אגוז של מכונית
		12:00	יצאתי לאכול ארוחת צהריים

		16:30	יצאתי לבריכה של הבית והייתי שם עם חברות
מ'	9/6	18:30	אבא הכין ירקות בתנור ואפה לחם במכשיר החדש
		22:30	הלכתי לישון
	10/6	7:30	אבא הקפיץ אותי לבית הספר, לא היה עדיין אף אחד אבל הוא היה צריך להגיע לעבודה מוקדם
ע'	10/6	8:00	מ' הביאה לי את המכשיר בכיתה
		11:35	שיעור ספורט בחוץ
		15:00	התחיל אובך ממש מגעיל, הייתי בדרך הבייתה
		16:30	חיממתי אוכל במיקרוגל ואכלתי מול הטלוויזיה
		23:30	אמא חזרה ממשמרת לילה ולמחרת לא הייתה לה עבודה אז היא הכינה אוכל לכל השבוע, השארתי את החיישן לידה והלכתי לישון
	11/6	7:40	יצאתי ברגל לכיוון בית הספר, החיישן היה בתיק
א'	11/6	7:40	קיבלתי את המכשיר מע' והלכתי לבית ספרי
		10:00	שיעור ספורט באולם, שיחקנו כדור עף
		כל הזמן בבית ספר עד 15:30	לא עבדו המזגנים בבית הספר, היה חם מאוד ומסריח, הייתה עלייה בכמות החומרים הקטנים ורק כשיצאתי מבית הספר זה נרגע
		20:00	אבא התחיל עם השגעונות שלו והתחיל לאפות לחם, ברגע שהוא הדליק את התנור, כעבור כמה דקות התחילה עלייה רצינית בכמות החלקיקים הקטנים ועד שהלכתי לישון זה לא נרגע
	12/6	5:00	יצאתי עם הכלבה לטייל והייתה רוח חזקה ליד הים, החיישן ממש השתגע ולדעתי זה בגלל כל החול שהיה באוויר והשאירות של האובך של אתמול, זה נמשך ככה עד שהגעתי לבית הספר
ת'	13/6	7:45	קיבלתי את החיישן מא', הייתה רוח חזקה והרבה רכבים ליד בית הספר
		כל היום עד 16:00	היינו בטיול של"ח יומי והייתי עם החיישן בטבע. שמת לי לב שהערכים גבוהים יותר כשאני מחזיקה אותו ביד וכששמת לי אותו בתיק הערכים ירדו בצורה משמעותית
		16:00	הגעתי הבייתה והפעלתי את המזגן והתקלחתי
		18:45	התחלתי להכין לי ולאחותי פנקייקים והחיישן היה לידנו, גיליתי מהר מאוד שרמות הזיהום עולות כשמטגנים עם שמן קנולה.
		23:00	הלכתי לישון והשארתי את החיישן במרפסת מחובר לחשמל, הייתה רוח חזקה וחול באוויר כשהלכתי לישון, היו ערכים מאוד גבוהים גם של חלקיקים קטנים וגם חלקיקים גדולים
	14/6	8:00	העברתי למורה את המכשיר בחזרה בבית הספר