



# עולים לאוויר

## איכות האוויר במפרץ חיפה

### תכנית אוריינות



ד"ר אורית הרשקוביץ

ד"ר מרינה טל

ייעוץ פדגוגי: פרופ. יהודית דורי

## צוות הפיתוח – הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון

ד"ר אורית הרשקוביץ: ריכוז, עריכה וכתביבה

ד"ר מרינה טל: כתיבה

סייעו: ד"ר צביה קברמן

ראש הפרויקט בטכניון וייעוץ פדגוגי: פרופ. יהודית דורי

### ייעוץ מדעי ותכני

ד"ר דן גוטליב, מרכז חינוך סביבתי וקיימות, איגוד ערים מפרץ חיפה להגנת הסביבה

ד"ר דורית באום, מרכזת בכירה לחינוך וקהילה, המשרד להגנת הסביבה- מחוז חיפה

### פתח דבר

איכות האוויר במפרץ חיפה היא סוגיה סביבתית משמעותית ומורכבת, הקשורה באיכות חיים ובפרט בבריאות הציבור. נתוני איכות אוויר זמינים באתרי האינטרנט של איגוד ערים והמשרד להגנת הסביבה. אם קיים רקע מדעי מתאים, אזרחים ותלמידים יכולים לבחון נתונים אלו לאורך שנים ולהשוות אותם לתקני איכות אוויר ולאזורים אחרים בארץ.

למרות השיפור לאורך זמן של איכות האוויר במפרץ חיפה, השיח הציבורי בנושא זה לא יורד מסדר היום. אזרחים ובפרט אזרחים לעתיד – תלמיד ותלמידה בעלי ידע והבנה בנושא ויכולת חשיבה ביקורתית, הם אזרחים בעלי מודעות לזכותם לאוויר נקי ומוכנות לפעילות סביבתית במטרה לחיות באזור נקי מזיהום ומסיכונים בריאותיים.

תכנית "עולים לאוויר" מאפשרת הכרות עם מידע מהימן אודות סוגיית איכות האוויר במפרץ חיפה. התכנית מפתחת מגוון מיומנויות חשיבה המאפשרות הסתכלות ביקורתית ורציונלית, על נושא איכות האוויר בכלל ובמפרץ חיפה בפרט, המבוססת על עובדות ואיתור נתונים הזמינים באתרים הרשמיים הרלוונטיים לנושא (איגוד ערים, המשרד להגנת הסביבה וכדומה).

**חומרי הלימוד** מבוססים על למידה פעילה באמצעות מגוון משימות לתלמיד. נושאי הלימוד העיקריים כוללים: חשיפה לסוגיית זיהום האוויר במפרץ חיפה, הכרות עם סוגי מזהמים והמקורות להיווצרותם, דרכים לניטור מזהמים, הכרות עם תחנת ניטור וניתוח נתוני זיהום אוויר, חוק אוויר נקי וסוגי תקנים, זיהום אוויר ותחלואה.

חומרי הלימוד כוללים מגוון מיומנויות חשיבה כגון: שאילת שאלות, איתור מידע וניתוחו, בחינת אמינות מקור מידע, מיון, ייצוגי מידע ומעברים בניהם, קריאה ביקורתית, העלאת טיעונים והנמקות, הבעת דיעה מבוססת מידע מדעי ומיומנויות חקר. פרויקט סיכום התוכנית כולל הכנת עלון מידע לציבור, מצגת פירסומית והכנת מיכתב למשרד להגנת הסביבה. הפעילות מבוססת על תכנית החומש של המשרד להגנת הסביבה לצמצום זיהום האוויר במפרץ חיפה וכוללת תהליך של הערכה חלופית.

התוכנית היא פרי שיתוף פעולה בין איגוד ערים מפרץ חיפה והפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה בטכניון בעידוד של המשרד להגנת הסביבה.

---

**תוכן עניינים**


---



---

**בעיית זיהום האוויר במפרץ חיפה – מיתוסים ועובדות**


---

סערה במפרץ חיפה – רקע

משימה 1 – מקורות, נזקים ופתרונות לזיהום אוויר – צפייה מודרכת בסרטוני אנימציה

משימה 2 - מה קורה בערים אחרות בעולם?

משימה 3 - זיהום אוויר במפרץ חיפה – מיתוס לעומת מציאות

---



---

**מזהמי אוויר - סוגים, מקורות ונזקים**


---

מהו זיהום אוויר?

משימה 1 – מיון מזהמים

חלקיקים

משימה 2 – גודל חלקיקים

משימה 3 – פליטת חלקיקים לאוויר

משימה 4 – חקר אירוע - שריפת הענק ביערות הכרמל – לא מה שחשבתם!

תחמוצות החנקן -  $\text{NO}_x$

משימה 5 – פליטת תחמוצות חנקן לאוויר

תחמוצות גופרית -  $\text{SO}_x$

משימה 6 – פליטת תחמוצות גופרית מתחנות כוח

זיהום אוויר ותחלואה

משימה 8 – מי מזהם יותר – מפעלים או כלי רכב?

משימה 9 - זיהום אוויר : בראי הקריקטורה

---

**ניטור אוויר - תחנות ניטור וסוגי נתונים**


---

מערך הניטור בישראל - מבוא

משימה 1 – משמעות המושג ניטור וסוגי ניטור אוויר

מערך ניטור אוויר ארצי (מני"א) בישראל

משימה 2 – הרקע להקמת מני"א

משימה 3 – הכרות עם אתר מני"א

הכרות עם תחנת ניטור

משימה 4 – מבנה תחנת ניטור

מדד איכות האוויר במפרץ חיפה והסביבה

משימה 5 – הפקת מידע ממפה דינמית של איכות האוויר באזור מפרץ חיפה

משימה 6 - הפקת דוח מתחנת ניטור באתר איגוד ערים מפרץ חיפה והסביבה

משימה 7 - הפקת דוח מתחנת ניטור באתר מני"א

הפקת דוח תחנה בשילוב נתונים מטאורולוגיים

משימה 8 - חקר אירוע בשילוב מידע עבור ריכוזי מזהמים ושימוש במידע על שושנת הרוחות

---

**חוק אוויר נקי - משמעות וחשיבות החוק**


---

חוק אוויר נקי לשיפור איכות האוויר בישראל

משימה 1 – חשיבותו של חוק אוויר נקי

משימה 2 – משמעות חוק אוויר נקי לאיכות האוויר בישראל

תקנים של איכות אוויר

משימה 3 - עושים סדר במושגים

---

**משימות סיכום – עלון לציבור, מצגת פרסומית ומכתב למשרד להגנת הסביבה**

---

**מקורות**

---

בעיית זיהום האוויר במפרץ חיפה -  
מיתוסים ועובדות

---



צילום: גלעד יוגב, הקואליציה לבריאות הציבור, לקוח מ: <http://news.nana10.co.il/Article/?ArticleID=1121735>

## סערה במפרץ חיפה - רקע

זיהום אוויר הוא אחד מתחומי הליבה של תחום איכות הסביבה, המייצג את הקונפליקט עליו מבוסס תחום איכות הסביבה: מצד אחד הרצון באיכות חיים חומרית גבוהה יותר הגוררת צריכה מוגברת, ייצור מוגבר ולכן זיהום אוויר מוגבר ומאידך מודעות הולכת וגדלה להשפעות השליליות של זיהום האוויר והרצון לאוויר נקי.

המשרד להגנת הסביבה הוא המשרד המרכזי לתחום זה ותפקידיו מתחילים בקביעת מדיניות ותקנים, דרך הסדרה ופיקוח על פליטות מתחבורה, תעשייה, ייצור חשמל ושאר המגזרים, וכלה בניטור איכות האוויר.

אזור מפרץ חיפה נחשב לאחד ממוקדי זיהום האוויר בישראל מכמה סיבות:

- ריכוז גדול של מפעלי תעשייה הגורמים לזיהום אוויר,
  - תשתיות ארציות ליבוא, יצוא ואחסון חומרים מסוכנים בכלל ודלק בפרט, בעיקר באזור הנמל והמתחם הפטרוכימי,
  - קירבה פיזית לריכוזי אוכלוסייה גבוהים המרוכזים בחיפה, קריות, נשר, טבעון וטירה
  - עומס של כלי רכב הן פרטי והן משאיות,
  - נתוני טופוגרפיה ואקלים המקשים על פיזור מזהמים.
- לאור זאת, קיים מזה מספר עשורים, מערך ניטור מזהמים נרחב במקומות רבים באזור וכן מופקים דוחות סיכום של מצב זיהום האוויר הן על ידי המשרד להגנת הסביבה והן על-ידי איגוד ערים מפרץ חיפה, הנגישים כולם לציבור הרחב.
- עם זאת, נושא הזיהום באזור מטריד מאוד את תושבי המקום והנושא לא יורד מסדר היום הציבורי בארץ. מידע רב ולעיתים סותר מופץ בכלי התקשורת השונים חדשות לבקרים ומותיר את הציבור מבולבל ומבלי יכולת לקבוע מה מידת המהימנות של המידע המופץ ומה משמעותו עבורם.

סוגיית זיהום האוויר במפרץ חיפה היא חלק ממגמה עולמית של קונפליקטים סביבתיים, כאשר מצד אחד ניצב גידול האוכלוסין והרצון לאיכות חיים חומרית גבוהה יותר, הגוררת ייצור מוגבר, שמביא לזיהום מוגבר, ומצד שני מודעות וידע הולכים וגדלים בנושאים של בריאות ואיכות סביבה הנתפסים גם הם כחלק מאיכות החיים.

## משימה 1 – מקורות, נזקים ופתרונות לזיהום אוויר – צפייה מודרכת בסרטוני אנימציה

שני סרטוני האנימציה הקצרים הבאים מציגים את נושא זיהום האוויר מנקודת מבטו של ילד. סרקו את קוד הסרטונים וצפו בהם בסמארטפון או היכנסו לקישורים במחשב שלכם. עצרו את הסרטונים בשלבים שונים ומלאו את הטבלה שלהלן.

[קישור לסרטון 1](#)



[קישור לסרטון 2](#)



למורה: הצפייה המודרכת והממוקדת בשני סרטוני האנימציה מציגים את נושא זיהום האוויר בעולם המודרני דרך עיניו של ילד וסביבתו. מומלץ לאפשר לתלמידים לעבוד בזוגות או בקבוצות ולמלא את הטבלה בכיתה. אחרי שנציגים של הקבוצות יציגו את תשובותיהם, ניתן לערוך דיון מסכם בהתאם לשאלות בהמשך. אלו הן שאלות המעוררות מחשבה ואין להן תשובות חד-משמעיות.

שאלה	נושא	זמן
		סרטון 1
מה מאפיין את העולם כפי שהיינו רוצים לחיות בו?	העולם "האידיאלי"	0: 50 – 0: 00
שמש זורחת, עצים פורחים, ציפורים מצייצות, בתים נבנים		
למה גורמים המפעלים? היכן מצטבר עיקר הזיהום ומדוע לדעתכם?	בניית מפעלים	1: 13 – 0: 50

שאלה	נושא	זמן
זיהום רב, עלייה בטמפרטורה, עיקר הזיהום מצטבר באזור אירופה כי המדינות שם הן מדינות מפותחות ויש להן תעשייה רבה.		
מה קורה עם התרבות כלי הרכב? זיהום נוסף, רעש, עלייה בטמפרטורת העולם	שימוש בכלי תחבורה	2: 17 – 1: 13
<b>סרטון 2</b>		
מה תפקידם של העצים בעולם? הם קולטים תחמוצות פחמן ופולטים חמצן לאוויר – תהליך הפוטוסינתזה.	צמיחת עצים	1: 28 – 1: 13
מה משותף לכל אחד מגורמים אלו? כריתת עצים גורמת לכך שמצטבר יותר פחמן דו-חמצני בעולם ופחות חמצן, שריפת עצים ודלק משחררת כמויות גדולות של פחמן דו-חמצני לאוויר. פליטת עשן מתעשייה וכלי רכב משחררת גם כמויות גדולות של פחמן דו-חמצני לאוויר ומזהמים נוספים. כולם הם מעשה ידי האדם.	כריתת עצים, שריפת עצים, שריפת דלק, עשן ממפעלי תעשייה ומכלי רכב	2: 46 – 1: 28
אילו מחלות מוזכרות בקטע? אסטמה, ברונכיט (מחלות בדרכי הנשימה), סרטן ומחלות עור.	השפעת זיהום אוויר על האדם, הצומח והדומם	3: 40 – 2: 10
היעזרו בידע קודם שלכם או העלו השערה כיצד נפגעים הצמחייה והמבנים? צמחייה נובלת ומבנים מתכסים בפיה וכן מתפוררים לאורך השנים (כתוצאה ממגשם חומצי)		
אילו פתרונות האדם יכול לעשות אשר יכולים להשפיע ולסייע בהפחתת זיהום אוויר? לשתול עצים וצמחים, להימנע משימוש בזיקוקים ונפצים, שימוש גדול יותר בתחבורה ציבורית, לטפל בקביעות בכלי הרכב הפרטיים וכך למנוע שריפה לא טובה של הדלק.	פתרונות להקטנת זיהום האוויר	4: 45 – 3: 40



איזה פתרון קשור למפעלים ולתחנות כוח?

בניית מפעלים ותחנות כוח במקומות הרחוקים מאוכלוסייה וכך להרחיק את הזיהום ממקומות צפופי אוכלוסייה כדי להקטין את הפגיעה בהם.

### שאלות לדיון:

בסרטון השני, הילד מעיין בעתון וקורא חדשות (ניתן לראות כי העיתון מכיל תמונה המציגה את המחלות השונות). מכאן, ניתן לשער כי הילד נחשף לקשר בין תחלואה וזיהום האוויר מהעיתונות. האם עיתונות (כתובה או משודרת) מהווה מקור מהימן לידע בנושא? עד כמה אתם מתעניינים בנושא וחשופים אליו?

האם לדעתכם ניתן לקבוע בונדאות כי תמותה ותחלואה בבני אדם הם תוצאה ישירה של זיהום האוויר? איך ניתן להוכיח קשר זה לדעתכם?

למורה: בעקבות הדיון המסכם, מומלץ להתייחס למחקרים אפידימיולוגיים – מחקרים העוסקים בחקר מחלות באוכלוסייה: סוגים, דרכי המחקר, קשיים, משמעות ממצאים וכדומה. להרחבה מומלץ לקרוא באתרים הבאים:

מחקרי אוכלוסייה, סוגי מחקרים אפידימיולוגיים ומצגות שונות אותן ניתן למצוא באינטרנט.

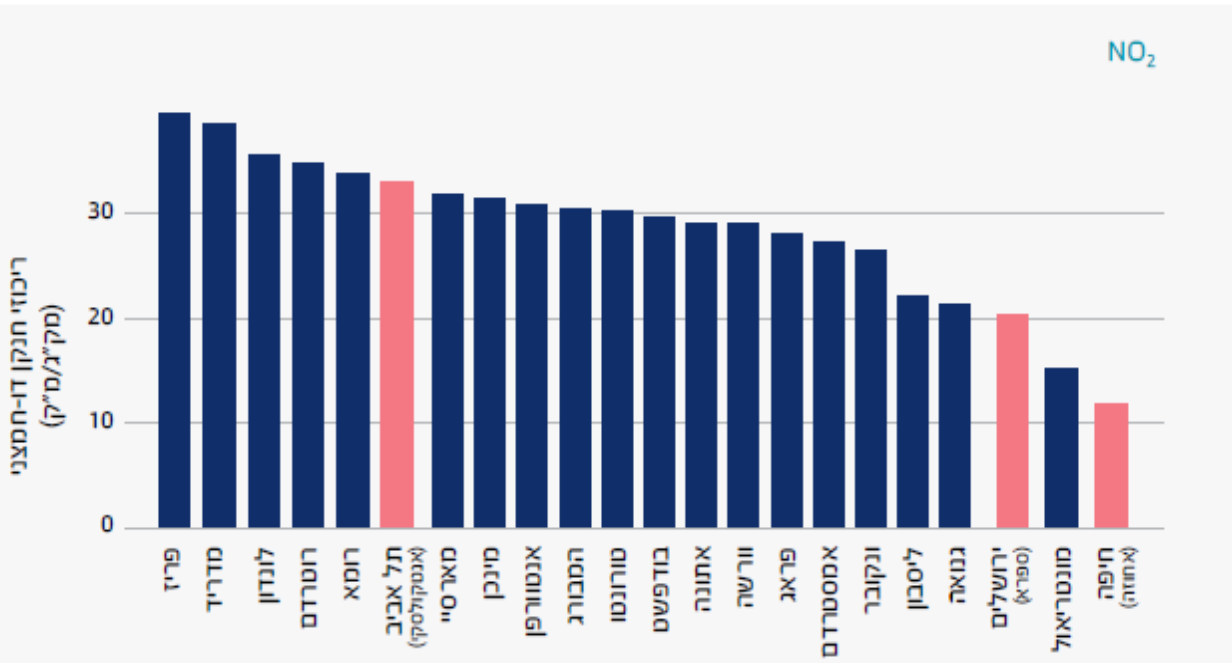
### משימה 2 – זיהום אוויר בערים בעולם – מי העיר המזוהמת ביותר?

במטרה להעריך את רמות מזהמי האוויר בשלוש הערים הגדולות בישראל: תל-אביב, חיפה וירושלים ביחס לרמות הנמדדות בערים אחרות בעולם, ערך המשרד להגנת הסביבה השוואה של הריכוזים הממוצעים השנתיים של מספר מזהמים בתחנות ניטור נבחרות. מידע זה פורסם בדוח מקיף של איכות האוויר בישראל שפרסם המשרד.

למורה: פעילות זו מבוססת מיומנויות של ייצוגי מידע: גרף וטבלה. המיומנויות כוללות: איתור וניתוח מידע מגרף וטבלה, השוואה, הסקת מסקנות וחשיבה ביקורתית.

1. אחד מזהמי האוויר הנפוצים הנגרמים מתחבורה הוא תחמוצות חנקן ובעיקר התחמוצת חנקן דו-חמצני שסימנה הכימי: NO<sub>2</sub>. בדוח משנת 2014 (עמ' 60) הוצג הגרף הבא:

#### איור 4.1 | ריכוזים שנתיים של מזהמי אוויר בתחנות ניטור כלליות (רקע עירוני) בערים נבחרות



א1. בהתבסס על הנתונים המוצגים, מי העיר בה פליטת תחמוצת החנקן היא הגבוהה ביותר?

תשובה: פריז

ב1. מהסתכלות על הערים בעולם המוצגות בגרף, מה ניתן ללמוד על ערים אילו מבחינת זיהום ומדוע?

תשובה: הערים הגדולות באירופה: פריז, לונדון, רומא וכדומה מובילות ברמות הזיהום. ניתן להניח כי מכיוון שבהן צפיפות גבוהה של כלי רכב, רמת הזיהום בהן גבוהה. בערים קטנות יותר ופחות צפופות כגון: פראג, ליסבון, גנואה - רמה הזיהום נמוכה יותר. אפשרות נוספת היא שבערים בהן רמת הזיהום נמוכה יש מדיניות מחמירה יור לגבי בקרת זיהום אוויר מותרת.

ג1. מבין שלש הערים בישראל, מי העיר בה פליטת תחמוצת החנקן היא הגבוהה ביותר? כיצד תסבירו את ההבדל המשמעותי בין עיר זו לשתיים האחרות בישראל? תשובה: יש להניח כי בתל-אביב הצפיפות הרבה ביותר של כלי רכב בארץ, ומכיוון שחנקן דו-חמצני מייצג מזהם הנפלט מכלי רכב יש הבדל משמעותי בריכוזו בין תל-אביב לבין חיפה וירושלים.

ד1. בהתייחס לרמות מזהם זה בשלש הערים בישראל, האם תוכלו להסיק כי רמת התחלואה מזיהום אוויר גבוהה יותר בעיר המזוהמת מבין השלש? נמקו. תשובה: לא ניתן להסיק זאת מהגרף! הקשר בין זיהום אוויר לתחלואה הינו מורכב ובוודאי קשור בגורמים רבים ובמזהמים שונים וללא מחקר מבוקר לא ניתן לקבוע זאת.

ה1. האם ניתן להסיק מהגרף כי חיפה איננה עיר מוכת זיהום אוויר כפי שיש כאלו הטוענים לכך? תשובה: לא ניתן להסיק זאת מהגרף! הנתונים הם רק עבור מזהם אחד הנמדד בתחנות ניטור כלליות (עירוניות).

11. האם תוכלו לשער באלו מהערים הזיהום גבוה מהמותר?  
 תשובה: אין דרך לדעת זאת מהגרף. הגרף מציג נתונים יחסיים בלבד. יש צורך לדעת מה הריכוז המהווה את הסף המותר מבחינת סכנה בריאותית. ללא נתון זה אין דרך לדעת האם ריכוז המזהם חורג מהמותר.

2. מזהם אוויר נוסף הוא חלקיקים נשימים. בטבלה הבאה מרוכזים נתונים של חלקיקים נשימים קטנים<sup>1</sup> עבור מגוון ערים בעולם. הנתונים מתייחסים לריכוזים שנתיים ממוצעים (לשנת 2012) (מקור [דוח איכות אוויר – המשרד להגנת הסביבה -שנת 2014, עמ' 64](#)).

מדינה	עיר	חלקיקים נשימים קטנים (מק"ג/מ"ק)*
ישראל	תל אביב	20
ישראל	חיפה	15
גרמניה	מינכן	12.65
איטליה	רומא	18.14
איטליה	מילאנו	29.52
בריטניה	לונדון	11.17
צרפת	פריז	16.36
הולנד	אמסטרדם	15.14
ספרד	מדריד	12.52
צ'כיה	פראג	17.01
קנדה	טורונטו	7

\* הערה: יחידות המידה מתייחסות לריכוזי החלקיקים באוויר ביחידות של מיקרוגרם חלקיק בנפח של מטר מעוקב אוויר.

א2. באיזו עיר ריכוז החלקיקים הנשימים היא הגבוהה ביותר ובאיזו עיר היא הנמוכה ביותר?

<sup>1</sup> נהוג לסמן חלקיקים קטנים בסימון: PM2.5. על משמעות סימון זה נרחיב בפרק של מזהמי אוויר

תשובה: בטורונטו ריכוז נמוך של ( מק"ג/מ"ק) 7 ובמילנו באיטליה ריכוז הגבוה ביותר, פי 4 ומעלה (29.52).

למורה: מומלץ גם לבקש מהתלמידים להכין גרף של נתונים הטבלה באמצעות תוכנת Excel בהתאם לרמ התלמידים.

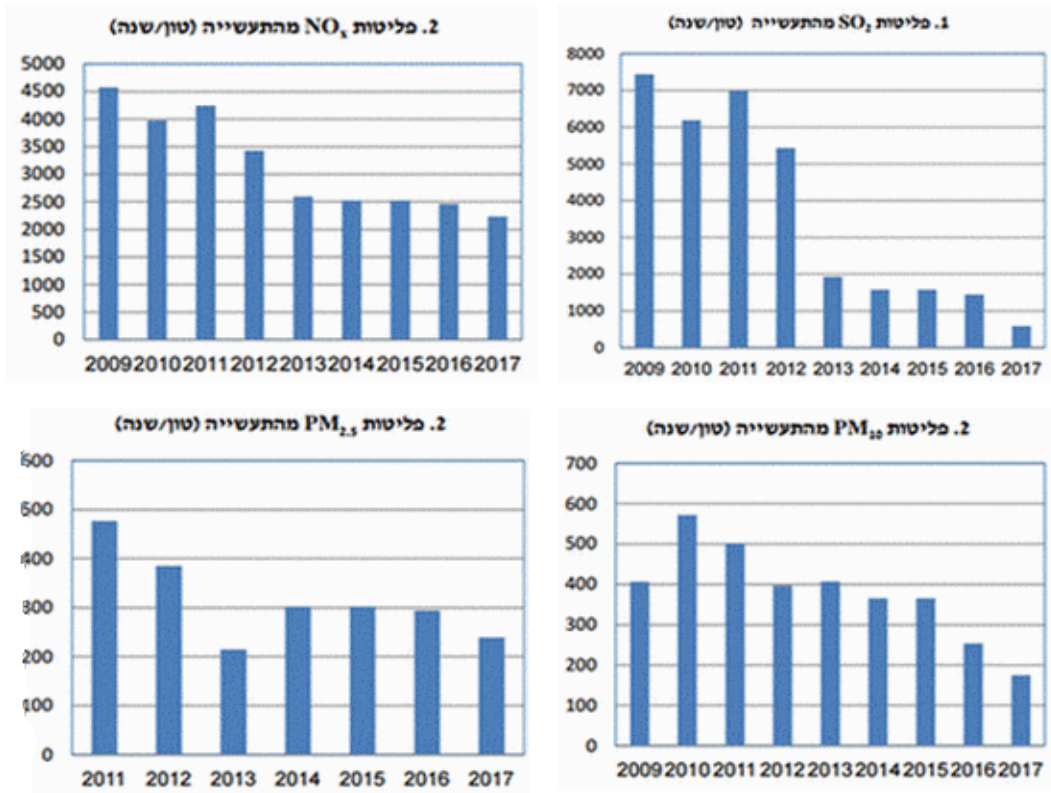
ב. מלבד שתי ערים חריגות בעלות ריכוז גבוה במיוחד וריכוז נמוך במיוחד, היכן ממוקמת ישראל מבחינת מזהם זה ביחס לערים אחרות בעולם?  
תשובה: בישראל ערכים גבוהים יחסית משאר הערים לגביהן יש מידע בטבלה אך בהפרשים לא גדולים.

ג. מה תוכלו להסיק מטבלה זו לגבי מצב זיהום האוויר בערים תל-אביב וחיפה?  
תשובה: מהטבלה אפשר רק להסיק על מצב יחסי של תל-אביב ושל חיפה לעומת ערים אחרות בהקשר למזהם זה בלבד. אין להסיק דבר לגבי מצב זיהום כללי ולא האם ערכים אלו חורגים מהתקן המותר.

### משימה 3 – זיהום אוויר במפרץ חיפה – מיתוס לעומת מציאות

המקורות המרכזיים לזיהום אוויר במפרץ חיפה הם תעשייה ותחבורה. המשרד להגנת הסביבה הציג נתונים עדכניים לפיהם זיהום האוויר מתעשייה במפרץ חיפה פחת משמעותית בשנים האחרונות, גם כתוצאה מיישום חוקים ותקנות המחייבים יישום של הפתרונות המוכחים המתקדמים ביותר בעולם לצמצום זיהום האוויר, אך גם כתוצאה מהמעבר לגז טבעי. בדו"ח מפורט של המשרד להגני"ס לעניין זה, ניתן לראות ירידה משמעותית במרבית המזהמים העיקריים הן מתעשייה והן מתחבורה. יש לזכור שהתעשייה אינה הגורם הבלעדי האחראי על זיהום האוויר במפרץ חיפה, גם לתחבורה יש תרומה מהותית לזיהום האוויר באזור בדומה לערים הגדולות האחרות בישראל.

[לפניכם, ארבעה גרפים של מזהמים עיקריים מתעשייה](#) באזור מפרץ חיפה המתארים את סך הפליטות שלהם בשנים האחרונות.



3א. מהי המגמה המסתמנת בכל הגרפים לגבי היקף פליטת המזמים העיקריים מתעשייה בשנים האחרונות באזור מפרץ חיפה?  
 תשובה: יש מגמה ברורה של ירידה בפלטה של כל המזהמים

3ב. השלימו את הטבלה הבאה בהתאם לגרפים:

המזהם* המוצג בגרף	ערך הפליטה** בשנת 2011 (טון לשנה)	ערך הפליטה** בשנת 2017 (טון לשנה)	מידת השינוי (טון לשנה)	אחוז השינוי
גפרית דו-חמצנית SO <sub>2</sub>				
תחמוצות חנקן NO <sub>x</sub>				
חלקיקים PM <sub>10</sub>				
חלקיקים PM <sub>2.5</sub>				

\* פרוט על משמעות מזהמים אלו תלמדו בפרק הבא המתמקד במזהמי אוויר

\*\* ערכים מקורבים בהתאם לדיוק בגרפים

תשובה:

המזהם* המוצג בגרף	ערך הפליטה בשנת 2011 (טון לשנה)	ערך הפליטה בשנת 2017 (טון לשנה)	מידת השינוי (טון לשנה)	אחוז השינוי
גפרית דו-חמצנית SO <sub>2</sub>	7000	~ 500	6500	93%
תחמוצות חנקן NO <sub>x</sub>	~ 4200	~ 2200	2000	48%
חלקיקים PM <sub>10</sub>	500	~ 190	310	62%
חלקיקים PM <sub>2.5</sub>	~ 480	~ 240	240	50%

הסעיפים הבאים מתייחסים לטבלה:

ג. לאיזה מזהם/ים הפליטה הגבוהה ביותר (בטון לשנה) מתעשייה ולאיזה הפליטה הנמוכה ביותר? מה משמעות הדבר לדעתכם?  
תשובה: מידת הפליטה של גפרית דו-חמצנית היא הגבוהה ביותר ואחריה תחמוצות חנקן. המשמעות היא שאלו הגורמים העיקריים לזיהום אוויר מתעשייה וניתן לראות זאת גם לפי ארבעת הגרפים המוצגים.

ד. ניתן לראות כי מידת השינוי בטון לשנה הייתה שונה בין המזהמים השונים. למי הייתה הירידה המשמעותית ביותר? העלו השערה כללית לסיבה לכך.  
תשובה: הירידה המשמעותית ביותר הייתה בגפרית דו חמצנית. ניתן לשער כי נערך שינוי משמעותי בגורם לפליטת מזהם זה.

ה. תחמוצות גפרית נפלטות בעיקר משריפת דלק פוסילי (נפט, פחם) בתחנות כוח. בהתייחס לירידה בפליטת תחמוצות אלו, מה תוכלו להסיק לגבי השימוש בדלקים בתעשייה במפרץ חיפה? תשובה: הירידה מעידה על הפחתה משמעותית בשימוש בדלקים אלו והסיבה היא מעבר לשימוש בגז בתחנת הכוח בחיפה.

ו. האם העובדה שהיקף הפליטה של חלקיקים קטן משמעותית לעומת היקפי הפליטה של תחמוצות גפרית וחנקן יכולה להעיד על סכנה פחותה ממזהמים אלו? נמקו.  
תשובה: היקף פליטה קטן יותר לא מעיד על מידת הנזק מהמזהם. יש מזהמים שהסכנה הבריאותית שלהם גדולה ולכן גם היקפי פליטה נמוכים מהווים סכנה משמעותית. לכן אין להסיק מכך דבר לגבי היקפי הסכנה הבריאות מהם.

ז. למרות העובדות העולות מתוך הגרפים לפיהן יש ירידה בהיקפי זיהום האוויר מתעשייה, השיח הציבורי לגבי הזיהום המפרץ חיפה מתמקד בתעשייה כגורם המשמעותי ביותר לבריאות הציבור. מה דעתכם בעניין זה בעקבות העובדות שניתחתם ומדוע לדעתכם זו הדיעה הרווחת בציבור?

למורה: שאלה זו מהווה סיכום לפרק הפתיחה וממנה עולה כי ההתמקדות בתעשייה כגורם העיקרי לזיהום האוויר במפרץ חיפה איננה נכונה. לתחבורה תפקיד משמעותי לא פחות בזיהום האזור – דבר אשר כמובן ולא מפחית את הבעייתיות. כדאי לכוון את הדיון להיבטים השונים הנובעים מתפיסה לא מדויקת זו לגבי התעשייה – מצד אחד, מפעלי תעשייה הם גורמים אשר ניתן לאכוף עליהם את האחריות לזיהום ולחייבם להקטינו ומצד שני בכלי רכב כולנו משתמשים ואין כתובת ברורה לאכיפה. היבט נוסף קשור במזהמים הנפלטים מתעשיות שונות המהווים סכנה בריאותית אך הם לא מנוטרים ואין עליהם מידע מספיק.

מקור טוב להעמקה ולקבלת תתמונת מצב עדכנית היא באתר המשרד להגנת הסביבה בהקשר לבדיקות זיהום אוויר במפרץ חיפה [בקישור](#).

מומלץ לעורר דיון בקרב התלמידים ולעודדם להעלות היבטים שונים.

מומלץ לעודד את התלמידים גם להעלות שאלות אשר אין להם תשובה הן לגבי המזהמים השונים והן לגבי דרכי אכיפה, פתרונות אפשריים וכדומה. את השאלות כדאי לרכז על הלוח ובהמשך לתת תשובה לחלק משאלות אלו בהתאם לנלמד בפרקים הבאים.

---

מזהמי אוויר -  
סוגים, מקורות ונזקים

---





## מהו זיהום אוויר?

אוויר נקי הוא למעשה מושג תיאורטי בלבד. זהו אוויר שהרכבו מתאים למצב שבו לא היו בני אדם על פני כדור הארץ. האוויר במדבריות, בקטבים ובימות מרוחקות נחשב כקרוב ביותר לאוויר נקי ובלתי מזוהם.

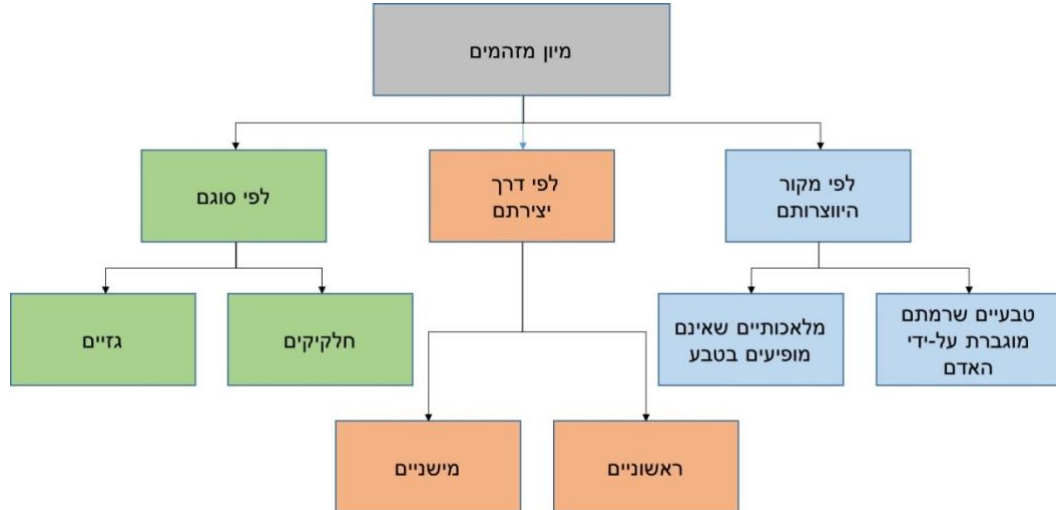
כאשר האוויר מכיל תוספות מלאכותיות למרכיביו הרגילים, בכמויות העלולות לגרום נזקים או מטרדים לאדם, לחי ולצומח, הוא נחשב לאוויר מזוהם.

מזהמי האוויר מופיעים כחלקיקים מוצקים, כטיפות, כגזים או כתערובות של צורות אילו.

## משימה 1 – מיון מזהמים

1. בכל יום ובכל שעה, כמויות עצומות של חומרים נפלטים לאוויר. מה המשמעות לגבי הרכב האוויר? האוויר הינו תערובת של גזים הכוללת בעיקר שני מרכיבים: חנקן המהווה כ- 78% מנפח האוויר וחמצן המהווה כ- 21% מנפח האוויר. האחוז הנותר כולל מגוון חומרים כגון: פחמן דו-חמצני, אדי מים, תחמוצות חנקן ועוד, אשר חלקם נחשבים כמזהמי אוויר. האם ואם כן, מה ניתן להסיק מכך לגבי מידת המסוכנות של מזהמי האוויר השונים? נמקו. תשובה: אחוז החומרים המזהמים קטן משמעותית מחנקן וחמצן המהווים את מרכיבי האוויר העיקריים. מכאן ניתן להסיק שכבר בריכוזים קטנים ביותר, חומרים מזהמים עלולים לפגוע בבריאות ולהוות סכנה.

2. באיור הבא מוצגות שלש דרכים עיקריות למיון מזהמים באוויר:



2.א. מיון לפי מקור היווצרות המזהמים מתייחס למזהמים טבעיים שרמתם מוגברת על-ידי האדם – לדוגמה: פחמן דו-חמצני (CO<sub>2</sub>) המופיע בטבע אך כמותו גדלה עקב פעילות האדם (בשרפת דלקים), דו-תחמוצת הגופרית (SO<sub>2</sub>) ומתכות כבדות כגון: כספית, עופרת ועוד.

לעומתם, מזהמים מלאכותיים שאינם מופיעים בטבע כוללים חומרים שהאדם יצר באמצעות הפיתוח הטכנולוגי והידע המדעי העומדים לרשותו. חומרים מלאכותיים אלו אינם עוברים תהליכי פרוק בטבע, הם מצטברים והופכים למזהמים (או שהם מתפרקים ותוצרי הפרוק רעילים

ומזהמים). דוגמאות לחומרים אילו הם: חומרי הדברה, דטרגנטים, תרכובות אורגניות שונות, מוצרי פלסטיק.

לפניהם מגוון מקורות טבעיים ומלאכותיים לפליטת חומרים לאוויר. מיינו אותם למקורות טבעיים ומקורות מלאכותיים.

הרי געש, שריפות יער, שריפת דלק פוסילי, כלי רכב ממונעים, ייצור חשמל, סופות אבק, אוקיננוסים, עצים וצמחים, אגמים מלוחים וגייזרים, תעשייה, צריכה אישית, פסולת תעשייתית וביתית

תשובה: מקורות טבעיים: הרי געש, שריפות יער, סופות אבק, אוקיננוסים, עצים וצמחים, אגמים מלוחים וגייזרים

מקורות מלאכותיים: שריפת דלק פוסילי, כלי רכב ממונעים, ייצור חשמל, תעשייה, צריכה אישית, פסולת תעשייתית וביתית

ב. מיון לפי דרך יצירת המזהמים מתייחס למזהמים ראשוניים שהם חומרים הנפלטים ישירות לאטמוספירה ממקורות מעשה ידי אדם, כגון: שריפת דלק לסוגיו ותהליכי ייצור תעשייתיים. בתהליך שריפת דלק נפלטים לאוויר חנקן חד חמצני (NO); גופרית דו-חמצנית (SO<sub>2</sub>); פחמן חד-חמצני (CO); פחמן דו-חמצני (CO<sub>2</sub>).

המזהמים המשניים נוצרים כתוצאה מתגובות בין המזהמים הראשוניים עם או בלי השפעת קרינת השמש. תהליכים אילו מושפעים מפיזור חלקיקים באוויר, מטופוגרפיה מקומית, מלחות יחסית, מתנאים אקלימיים מסוימים ועוד. דוגמה למזהם משני הינו אוזון.

מה תוכלו להסיק מכך לגבי הדרכים למנוע או להקטין את היווצרות המזהמים המשניים? תשובה: ככל שנקטין את פליטת המזהמים הראשוניים לאוויר, תיקטן כמות המזהמים המישניים הנוצרים מהמזהמים הראשוניים.

ג. מיון לפי סוג החלקיקים המזהמים מתייחס למזהמים מוצקים (חלקיקי אבק ועשן) ומזהמים גזיים הכוללים בעיקר תרכובות חנקן - מסומנות באופן כללי כ- NO<sub>x</sub>, ותרכובות גפרית - מסומנות באופן כללי כ- SO<sub>x</sub>. הרחבה למיון זה מוצגת בסעיפים הבאים.

## חלקיקים מזהמים באוויר

חלקיקים מזהמים באוויר הם תערובת של מוצקים ונוזלים בעלי תכונות שונות וגדלים שונים, מחלקיקי פיח ועד חומרים אורגניים ומתכות כבדות. מקורם של חלקיקים אלו הוא בתהליכים המתרחשים בטבע ובפעולות מעשה ידי אדם.

מקורות טבעיים כוללים: אבק נישא ברוח, שריפת יערות, רסיסי מי-ים, אבקנים הנישאים באוויר וחומר הנפלט מהרי געש.

מקורות מעשה ידי אדם כוללים: פעולות שונות של עיבוד חומר גלם כגון גריסה, טחינה והתזה. שריפת דלקים הגורמים לחלקיקים הנפלטים מארובות מפעלי תעשייה ותחנות כוח, וכן מצינורות פליטה של כלי רכב (בעיקר כלי רכב בעלי מנוע דיזל), עישון, וחימום ביתי (בעיקר חימום בעץ ובמידה פחותה בסולר).

החלקיקים נפוצים באוויר בכל ישראל, ומופיעים בריכוז גבוה במיוחד בימי סופות אבק (כ-18 ימים בשנה) ובאזורים בעלי עומס תחבורה גדול.

## משימה 2 – גודל חלקיקים

גודל החלקיקים הוא תכונתם החשובה ביותר. גודלם קובע:

- א. את משך שהותם באוויר - ככל שהם קטנים יותר הם שוהים זמן רב יותר באוויר.
  - ב. את מידת פיזורם מהמקור ממנו נפלטו - ככל שהם קטנים יותר, טווח פיזורם באוויר גדול יותר.
  - ג. את מידת חדירותם לדרכי הנשימה של אורגניזמים חיים - ובהתאם את מידת הנזק שהם גורמים - ככל שהם קטנים יותר הם חדירים יותר לדרכי הנשימה.
- מקובל למיין את החלקיקים לשני גדלים עיקריים:

PM10 - חלקיקים הקטנים מקוטר של עשרה מיקרומטר (מיקרומטר = מיליונית המטר או אלפית המילימטר, כמאית מקוטר שיערה אנושית). כאשר נושמים אותם הם נעצרים לרוב בדרכי הנשימה העליונות באף או בגרון.

PM2.5 - חלקיקים הקטנים מקוטר של שניים וחצי מיקרומטר. להשוואה, קוטר שיערת ראש של אדם הוא בערך עשירית מילימטר שהם 100 מיקרומטר. כאשר נושמים אותם הם מסוגלים לחדור לעומק דרכי הנשימה ולריאות.

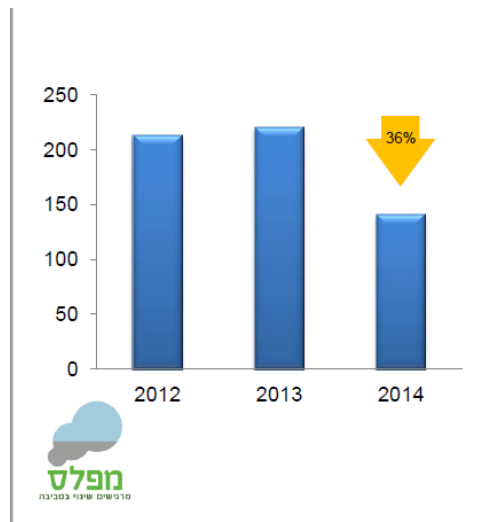
1. הערכים המותרים בארץ (לפי חוק אוויר נקי) של חלקיקים מסוג PM2.5 קטנים משמעותית מהערכים המותרים עבור חלקיקים מסוג PM10. מה לדעתכם הסיבה לכך?

תשובה: הסיבה היא ההשפעה הבריאותית של החשיפה. ככל שהחלקיק קטן יותר, הוא יחדור עמוק יותר למערכת הנשימה, יעבור לדם ואף יוכל להגיע למוח. החלקיקים הקטנים עלולים גם להכיל מתכות ולספוח תרכובות אורגניות מסרטנות. לכן הסכנה הבריאותית מחלקיקים קטנים גדולה יותר וכמותם המותרת קטנה יותר.

### משימה 3 – פליטת חלקיקים לאוויר

1. הגרף הבא<sup>2</sup> מציג פליטת חלקיקי PM10 (טונות/שנה) ממפעל הנשר ברמלה בשנים 2012-

2014



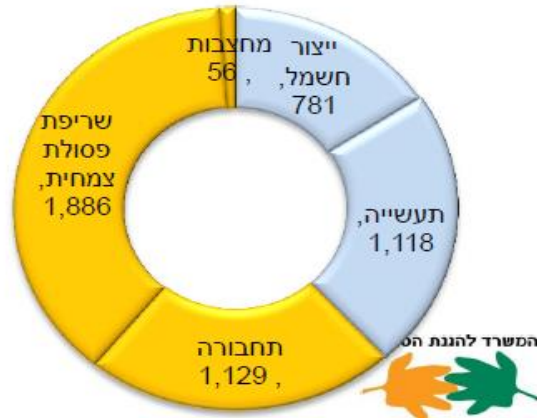
1א. מה תוכלו להסיק מהגרף לגבי פליטת חלקיקים ממפעל נשר במהלך 3 השנים 2012-2014? תשובה: בין השנים 2012 ו-2013 אין הבדל משמעותי בערכים. ב-2014 יש ירידה משמעותית של 36% בכמות החלקיקים.

1ב. מה לדעתכם יכולה להיות הסיבה לממצאים המוצגים בגרף? תשובה: סביר כי מפעל נשר רמלה ביצע פעולות שונות ליעול מתקני הפחתת פליטות החלקיקים. חלקן בתחום המכני, חלקן בתחום החשמלי, וחלקן באופן ההפעלה והבקרה. פעולות אלה הביאו להפחתה של 36% בפליטות החלקיקים.

1ג. הגרף המוצג הינו גרף עמודות. האם ניתן להעביר את המידע הנתון בו לגרף פיזור רציף XY? אם לא, הסבירו מדוע. אם ניתן, אמדו את הערכים וציירו את הנתונים על גרף רציף. תשובה: לרוב נצייר גרף פיזור רציף כאשר הערכים של המשתנים הם כמותיים רציפים. משתנה כמותי רציף הוא משתנה שערכיו הינם תוצאה של מדידה. הערכים מציגים רצף כמותי, כך שבין כל שני ערכים ניתן להוסיף אינסוף ערכים נוספים, בעלי משמעות כמותית. משתנה כמותי בדיד הוא משתנה שערכיו הינם תוצאה של ספירה, או חלוקה ליחידות ולא של מדידה. במשתנה מסוג זה לא ניתן להוסיף בין ערכיו ערכים נוספים, בעלי משמעות כמותית. בגרף הנתון, בציר ה-X מתוארת השנה בה נמדדו ערכי הפליטה במפעל. זהו משתנה בדיד ולכן נהוג לתאר את הנתונים בגרף עמודות. אם זאת, כיוון שיש סדר עולה של השנים ניתן להשתמש גם בגרף רציף אשר יכול להראות את מגמת השינוי עם השנים אך אין ערכים בעלי משמעות בין שנה לשנה.

<sup>2</sup> לקוח מ: אתר המשרד להגנת הסביבה – מרשם הפליטות לסביבה – מפלט, דיווח 2015

2. בגרף הבא מתוארת על ידי המשרד להגנת הסביבה, הפריסה של פליטת חלקיקי PM<sub>2.5</sub> על פי גורמים מזהמים שונים בשנת 2014 בארץ. הנתונים הם ביחידות טון לשנה. (בצבע תכלת מוצגים נתונים מדיווח מפעלים. בצבע צהוב מוצגים נתונים מתוך חישובי מצאי של המשרד להגנת הסביבה).



א2. מהו הגורם המזהם ביותר, כלומר מביא לפליטה של כמות החלקיקים הגדולה ביותר בשנה? תשובה: הגורם המזהם ביותר על פי גרף 2 הינו שריפת פסולת צמחית.

ב2. חקלאים בוחרים לסלק מצבורים של גזם ממטעים או מחממות ע"י שריפתם מאחר וזו הדרך המהירה והקלה להיפטר מכמויות פסולת גדולות. שריפה זו גורמת למפגעי ריח, עשן ולזיהום אוויר. שריפות בלתי מבוקרות עלולות להתפשט ולגרום לדליקות בשטחים פתוחים. הציעו פתרון אפשרי להפחתת גורם מזהם זה.

תשובה: הפיתרון המתאים הוא לאסוף את הפסולת הנוצרת ולרכוזה עד הצטברות כמות המתאימה לשינוע ולפינוי לאתר בו הפסולת עוברת תהליך עיבוד פיסיקלי, כימי או ביולוגי שהופך אותה למוצר כל שהוא המאפשר את הטמנתה או שריפתה בצורה מבוקרת.

ג2. מחצבות מייצרות כמויות גדולות של אבק וחלקיקים. עם זאת, חלקם כמקור לזיהום של חלקיקים PM<sub>2.5</sub> הוא הקטן ביותר. מה הסיבה לדעתכם?

תשובה: יתכן שממחצבות ניפלטם בעיקר חלקיקים גדולים יותר ולכן אין לכך ביטוי בגרף. כמו כן, כמות המחצבות בארץ קטנה ולכן למרות שהן גורם מזהם מאוד, חלקן היחסי בכלל מקורות הזיהום קטן.

ד2. נהוג להשתמש בגרף מסוג זה – גרף עוגה, אם הערכים מייצגים התפלגות של חלקים מתוך שלם אחד. מהו השלם במקרה של גרף זה?

תשובה: השלם במקרה זה הוא כל מקורות הזיהום לחלקיקים מזהמים אלו.

ה2. הערכים בגרף הם הכמויות המספריות של פליטת החלקיקים מהמקורות השונים. כדי להשוות את הערכים השונים, נהוג להציג את האחוז הכמותי של החלקיקים לכל מקור. (אחוז זה מחושב לפי חלקו היחסי של הכמות המספרית של כל מרכיב בתוך סך הכמות הכללית של כל המרכיבים).

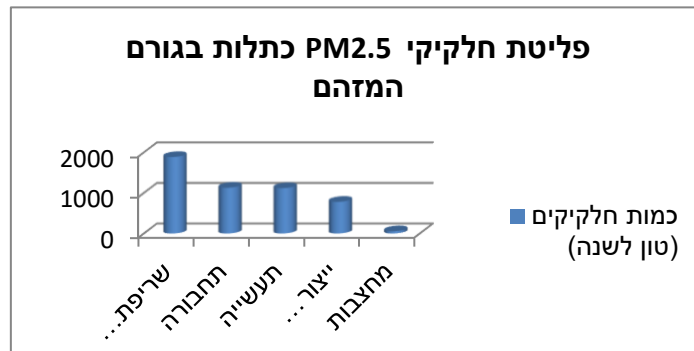
חשבו את אחוזי החלקיקים הניפלטים מכל מקור מזהם והציגו את ממצאיכם בטבלה. ציינו גם מהו סך הכמות הכוללת של פליטת החלקיקים בשנת 2014. תשובה: סך כל הפליטה הינו: 4,970 טון לשנה.

הגורם המזהם	% פליטת חלקיקים
מחצבות	1.3
ייצור חשמל	15.7
תעשייה	22.5
תחבורה	22.7
שריפת פסולת צמחית	37.8

סך אחוזי הפליטה צריך להסתכם ל- 100%

12. הציגו את נתוני הפליטה (המופיעים באיור של הפתיח לסעיף ב) כגרף עמודות. איזה יתרון חזותי יש לגרף זה?

תשובה: בגרף עמודות ניתן לראות מיידית מבחינה חזותית את ההשוואה בין הכמויות השונות.



### שריפת הענק ביערות הכרמל – לא מה שחשבתם!

השרפה שפרצה ביערות הכרמל בשנת 2010 הייתה אסון השרפה הכבד ביותר בתולדות מדינת ישראל, וגבתה את חייהם של 44 בני אדם וכן מחיר אקולוגי כבד מן החי והצומח. לשרפות מסדר גודל כזה עשויות להיות גם השלכות בריאותיות שיימשכו הרבה לאחר שהכרמל יחזור לפרוח, ואת ההשפעות של אירועים כאלו בחנו מדענים המתמחים בתחום הבריאות הסביבתית.

מחקר כזה נערך באוניברסיטת חיפה, ואחד הממצאים הצביע על כך שהאסון לא הביא לעלייה משמעותית של זיהום אוויר באזור חיפה, למרות כמויות העשן המשמעותיות. החוקרים טענו כי בזמן השרפה בכרמל לא היה זיהום אוויר גבוה, ודווקא שבועיים לאחר מכן היה אירוע של זיהום אוויר עקב סופת אבק שחדרה לאזורנו.

כיצד יתכן ששריפת הענק לא גרמה לזיהום אוויר משמעותי בחיפה? ומה קרה לכל הפיח שבכל זאת נוצר במהלך השרפה? כנראה שתנאי מזג האוויר – אשר גרמו לשגשוג האש במקור – תרמו גם לסילוק מהיר של ענני האפר והפיח לעומק הים. אולם, האנשים שנחשפו לעשן ולפיח בזמן השרפה עצמה, בעיקר הכבאים, בכל זאת עלולים לסבול מפגיעתו.

מעובד מתוך "ריאות סביבתית – עשן בריאותיך", דורית פרנס, סיינטיפיק אמריקן ישראל, <http://sciam.co.il/archives/3396>, 26.05.2011

1. נסחו שאלה המעוררת בכם עניין בעקבות קריאת המידע.

למורה: ניסוח שאלות על ידי התלמידים מהווה אסטרטגיית קריאה הדורשת קריאה מעמיקה וחשיבה. מומלץ לרשום את מגוון השאלות שמעלים התלמידים על הלוח ולמייין לשאלות ברמת חשיבה נמוכה (שאלות שהתשובה מצויה בקטע) ושאלות ברמת חשיבה גבוהה (שהתשובה אינה בקטע). העלאת שאלות על-ידי התלמידים הינה בעלת חשיבות מרובה גם כחלק מיכולתם לחקור במטרה להבין את המידע המוצג. חשוב להעביר את המסר שיש חשיבות לשאלות שמעוררות בהם עניין ואין להם תשובה בקטע. הם יכולים לאתר את המידע המתאים במקורות מידע מחוץ לקטע או לפנות למומחים אשר יכולים להשיב. אין צורך להשיב בשלב זה על שאלות אלו. החשיבות היא בהעלאת השאלות.

2. לפי המידע בקטע, כיצד יתכן כי השריפה ביערות הכרמל לא גרמה לעלייה משמעותית בזיהום האוויר בחיפה?

תשובה: כפי הנראה הייתה רוח שפיזרה את העשן ותוצרי השריפה לכוון הים וכך לא נגרמה עלייה משמעותית בזיהום האוויר לאורך זמן.

3. אם שריפה מסדר גודל כזה הייתה מתרחשת באזור אחר בארץ – אזור ירושלים לדוגמה, האם גם שם היא לא הייתה גורמת לעלייה משמעותית בזיהום האוויר? נמקו.

תשובה: סביר להניח כי אפילו אם הייתה רוח המסיעה ומפזרת את המזהמים, ירושלים לא קרובה לים אלא מוקפת בהרים ובישובים וכך אומנם ריכוז המזהמים היה קטן עקב הרוח אך היה גורם לעלייה משמעותית בזיהום באזור.

4. הסבירו מדוע סופות אבק גורמות לעלייה ברמת זיהום האוויר?  
תשובה: סופות אבק מכילות כמות רבה של חלקיקים היכולים לספוח חלקיקים מזהמים הנמצאים באוויר כגון: חלקיקי מתכות כבדות, גזים וכדומה וכך להגביר את עוצמת הזיהום.

5. מדוע לדעתכם, הכבאים עלולים לסבול מפגיעת האפר והפיח שנפלטו בזמן השריפה בכרמל?  
תשובה: הכבאים שהו בזמן השריפה קרוב מאוד למקורות העשן ולכן נשמו אותו, דבר אשר עלול לפגוע בבריאותם.

### תחמוצות החנקן - $\text{NO}_x$

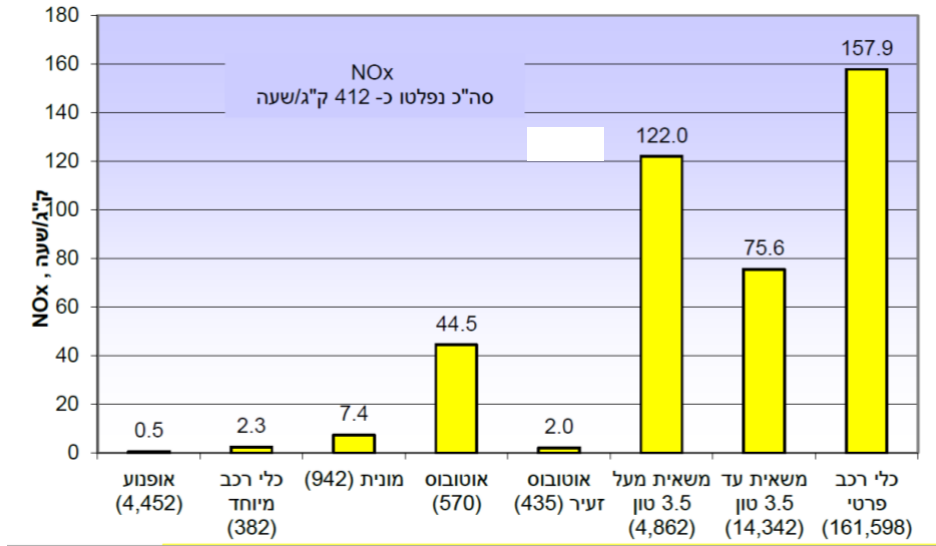
תחמוצות חנקן הן משפחת תרכובות גזיות ביניהן הגז חנקן חד-חמצני שנוסחתו הכימית: NO וחנקן דו-חמצני שנוסחתו הכימית היא:  $\text{NO}_2$ . אלו הן תחמוצות הנפלטות לאוויר בתהליכי שריפת דלקים בעיקר מתחבורה. תרכובות אלו נדגמות יחד באוויר ומסמנים אותן בצורה כללית על-ידי הנוסחה:  $\text{NO}_x$ .

תחמוצות חנקן נפלטות לסביבה כאשר גז החנקן, הנמצא באופן טבעי באוויר, מגיב עם החמצן שבאוויר בתהליך הנקרא: חימצון. תרכובות אלו נוצרות מכל תהליך שריפה בטמפרטורות גבוהות שמעורב בו אוויר, כמו מצינורות הפליטה של כלי רכב, מארובות של תהליכי שריפה תעשייתיים, מארובות של תחנות כוח, מכיריים של גז בישול ומתנורי חימום ביתיים הפועלים על שריפת דלק. לרוב, הגז הנפלט מהשריפה מכיל חנקן חד-חמצני, עם כמויות קטנות של חנקן דו-חמצני לאחר הפליטה, החנקן החד-חמצני מתחמצן במהירות לחנקן דו-חמצני, שהוא בעל ההשפעה הבריאותית המזיקה יותר. תחמוצות החנקן פוגעות במערכת הנשימה של האדם ושל בעלי-חיים וגורמות נזק קשה לצמחייה. המפגש של תחמוצות אלה עם אדי המים שבאוויר יוצר חומצה, הגורמת ליצירת גשם חומצי.



## משימה 5 – פליטת תחמוצות חנקן לאוויר

בגרף הבא מוצגים נתוני פליטת NO<sub>2</sub> באזור חיפה בשנת 2014 (ק"ג/שעה) על פי סוגי כלי הרכב השונים (על פי נתוני איגוד ערים מיפרץ חיפה).



1. לפי הגרף, מהו סוג כלי הרכב הגורם לזיהום הגבוה ביותר של תחמוצות חנקן? האם משמעות הדבר כי סוג זה של כלי רכב הוא גורם בעל יכולת מזהמת הגדולה ביותר? נמקו. תשובה: לפי הגרף כמות הפליטה הגבוהה ביותר היא של כלי רכב פרטיים. אין משמעות הדבר בהכרח כי כלי רכב פרטי הינו מזהם יותר מהאחרים מכיוון שאין נתונים על כמות כלי הרכב הפרטיים. יש להניח כי כמותם היא הרבה ביותר מבין כל סוגי כלי הרכב ולכן כמות תחמוצות החנקן שהם מייצרים היא הרבה ביותר.

2. בהתייחס לגרף, 29.6% מכמות הפליטות של תחמוצות החנקן, הינן ממשאיות מעל 3.5 טון, שחלקן היחסי הוא רק כ- 2.6% מכלל כלי הרכב הרשומים בשטח איגוד ערים מיפרץ חיפה. הסבירו את משמעות הדבר.

תשובה: המשמעות היא שמשאיות אלו הן גורם מזהם מאוד ולמרות שכמות המשאיות יחסית לכלי רכב פרטיים לדוגמה, נמוכה בהרבה, כמות הזיהום שהן מייצרות גבוהה מאוד.

3. אילו המלצות תוכלו לתת לבעלי חברות המשאיות כדי להפחית סכנות בריאותיות בקרב האוכלוסייה?

תשובה: המלצות אפשריות:

- לעבור לדלק פחות מזהם. משאיות משתמשות בעיקר בסולר והוא מזהם מאוד אפילו יחסית לבנוין. מעבר למשאית חשמלית (בדומה לאוטובוס חשמלי) או הנעה בגז יתרום מאוד להפחתת הזיהום.
- נסיעה בשעות מוקדמות מאוד או מאוחרות מאוד כדי להקטין את חשיפת אנשים לזיהום מהמשאיות

- בדיקה תכופה של מנוע המשאית ופתיח הפליטה. לעיתים יש שריפה לא טובה של הדלק שגורמת לעשן רב מהמשאיות ולזיהום מוגבר עוד יותר.
- התקנת מסננים והתקנים מתאימים למניעת פליטת הזיהום לסביבה.

4. להלן מספר פתרונות אפשריים להפחתת פליטת  $\text{NO}_x$  מכלי רכב:

- i. שימוש בגפ"מ (ראשי התיבות של גז פחמימני מעובה). גפ"מ מוכר יותר בשמו העממי גז בישול, והוא מורכב מתערובת של הגזים בוטאן  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  ופרופאן  $\text{C}_3\text{H}_8$ . הגפ"מ מיוצר בדרך כלל כתוצר לוואי של תעשיית זיקוק הנפט או עיבוד הגז הטבעי. לשימוש בגפ"מ כדלק חלופי לתחבורה יש עתיד מבטיח בשל היותו זול, זמין ובעל פליטת מזהמים נמוכה. בעולם יש כבר יותר ממיליון כלי רכב, המונעים בגפ"מ (בעיקר באיטליה). כאשר נעשה שימוש בגפ"מ במנועי שריפה פנימית, במקום סולר או בנזין, נפלטים פחות מזהמים כמו פחמן חד-חמצני, תחמוצות חנקן, חלקיקים ופחמימנים. רכב המונע באמצעות גפ"מ הוא שקט יותר מרכב, המונע בדזל.
- ii. כלי רכב היברידיים - כלי הרכב ההיברידיים מונעים בשני מקורות אנרגיה: מקור חשמלי ומקור של שרפה פנימית. ישנם סוגים שונים של רכבים היברידיים: רכבים שבהם משתמשים בשני מקורות האנרגיה - בכל אחד בנפרד או בשניהם יחד, ורכבים בהם מקור האנרגיה העיקרי הוא חשמלי. אחד היתרונות הבולטים בשימוש בכלי רכב היברידיים היא פליטת מזהמים קטנה פי שליש עד פי חצי מכמות המזהמים הנפלטת מכלי רכב המונע באמצעות בנזין בלבד.
- iii. ממיר קטליטי המותקן בכלי רכב - ממיר קטליטי הוא חלק צינורי במערכת הפליטה של כלי רכב, המהווה מקום לתגובה כימית שבה שאריות פחמימניות מתהליך הבעירה במנוע נשרפות עד תום, על מנת להקטין את זיהום האוויר. רכב עם ממיר קטליטי מזהם עד פי 10 פחות בהשוואה לרכב ללא ממיר קטליטי. תחמוצות  $\text{NO}_x$  הנוצרות במנוע כתוצאה מתגובת החנקן באוויר עם חמצן במנוע בטמפרטורה הגבוהה של המנוע, מומרות בחזרה לגז חנקן  $\text{N}_2$  המהווה כ- 79% מתערובת האוויר, כלומר, גז שאינו מהווה סכנה בריאותית.

הכינו טבלה של יתרונות לכל אחד מהפתרונות המוצעים.

תשובה:

יתרונות	הפתרון המוצע
<ul style="list-style-type: none"> <li>• זול לייצור, חומרי הגלם זמינים</li> <li>• בעל פליטת מזהמים נמוכה.</li> <li>• שקט</li> <li>• יש ניסיון מוצלח בעולם לשימוש בכלי רכב המונעים בגפ"מ</li> </ul>	לשימוש בגפ"מ כדלק חלופי

יתרונות	הפתרון המוצע
פליטת מזהים נמוכה בהרבה מכלי רכב המונעים בבניין	כלי רכב היברידיים
הקטנה זיהום האוויר בצורה ניכרת	ממיר קטליטי המותקן בכלי רכב

4. אם הייתם מתבקשים להמליץ לוועדה של משרד התחבורה בארץ על הפתרון אשר יתאים ביותר לארץ, באיזה פתרון הייתם בוחרים ומה היו הטענות שהייתם מעלים? שימו לב כי מומלץ לחזק טענות בעד הפיתרון שאתם בוחרים גם על ידי הצגת טענות נגד הפתרונות האחרים. טיפ: יש לשים לב בהכנת הטענות לכך, שהשימוש בגפ"מ מצריך תחנות דלק מתאימות והסבת המנועים בהתאם. בכלי הרכב ההיברידיים, המנוע החשמלי יקר יחסית ויש צורך בטעינה שלו. מצריך גם החלפת הסוללה מדי פעם. הממיר הקטליטי זול יחסית וקל להתקנה אך יש צורך להחליפו לאחר תקופה מכיוון שיעילותו יורדת וזה מצריך עכיפה משמעותית.

*למורה: מומלץ להפנות את התלמידים לקראיה מעמיקה יותר של כל פיתרון ולהתייחס גם לחסרונות. אפשר להפוך את כל המשימה לפעילות בקבוצות כאשר כל קבוצה חוקרת פיתרון אחר, מציגה יתרונות וחסרונות ואז לקיים דיון בפני ועדת המומחים שתחליט מה הפתרון המועדף.*

5. לפניכם המלצות אחדות לגבי תרומה אפשרית שלכם להפחתת זיהום אוויר. לכל המלצה ציינו האם היא עשויה לסייע בהפחתת זיהום אוויר מחלקיקים (PM), הפחתת זיהום אוויר מתרכובות  $NO_x$ , או הפחתה משני סוגי המזהמים. נמקו את בחירתכם.

- I. הימנעו מעישון טבק על כל צורותיו (סיגריות, סיגרים, נרגילות וכו') ובמיוחד בתוך הבית, בחללים סגורים ובקרבת אוכלוסיות רגישות כגון: נשים בהריון, ילדים וקשישים.
- II. בבחירת אופן חימום הבית, הימנעו מהסקה בעץ.
- III. העדיפו הליכה ורכיבה על אופניים, על פני נסיעה במכונית.

תשובה: המלצות I ו-II יסייעו בהפחתת זיהום אוויר מחלקיקים (PM) מכיוון שעישון ושריפת עצים תשחרר חלקיקים לאוויר. המלצה III תסייע בהפחתת זיהום מחלקיקים ומתחמוצות חנקן מכיוון שהם נפלטם מכלי רכב והקטנת השימוש בכלי רכב תקטין את סך פליטתם.

6. חפשו במקורות מידע ומצאו:

- מהם הנזקים הבריאותיים הנגרמים לאוכלוסייה כתוצאה מחשיפה לתרכובות  $NO_x$ ?
- מהם הנזקים הסביבתיים כתוצאה מפליטת תרכובות  $NO_x$ ?

למורה: באתר המשרד להגנת הסביבה יש מידע לגבי השפעת מזהמים שונים. ניתן למצוא בקישור. כללית, תחמוצות חנקן גורמות לסימפטומים שונים של מחלות בדרכי הנשימה ולהקטנת עמידות הגוף בפני חיידקים. בריכוזים נמוכים הן גורמות לגירוי בראות ובעיניים. בחשיפה לריכוזים גבוהים

תחמוצות החנקן משפיעות עלינו בעיקר על ידי החלשת הגנות הגוף נגד מחלות נשימתיות כגון דלקת ראות.

מבחינה סביבתית, תחמוצות חנקן מתמוססות במי הגשמים וקשורות בהיווצרות גשם חומצי הפוגע במבנים ובצמחייה.

7. תחמוצות חנקן וחלקיקים הניפלטים מכלי רכב, גורמים בהשפעת קרינת השמש ליצירת תופעה הנקראת ערפיח. בערפיח זה נוצר הגז אוזון המהווה סכנה בריאותית. חפשו במקורות מידע והכינו דף מידע לציבור בו תסבירו בצורה פשוטה לציבור:

- מהי תופעת הערפיח וכיצד מבחינים בה
- מתי היא נוצרת ומה הגורמים לה
- מהן הסכנות הבריאותיות של תופעת הערפיח
- מי חשוף במיוחד לסכנה בזמן היווצרות הערפיח וכיצד ניתן להימנע מפגיעה בריאותית ככל האפשר.

ציינו בדף המידע את המקורות בהם השתמשתם.

לוו את דף המידע בתמונות מתאימות תוך שאתם מקפידים לציין מהיכן לקוחות התמונות.

### תחמוצות גופרית - $SO_x$

תחמוצות גופרית הינן קבוצה של תרכובות גזיות המכילות גופרית וחמצן. התחמוצת הנפוצה ביותר היא התרכובת גופרית דו-חמצנית שנוסחתה:  $SO_2$  ובמידה פחותה, התרכובת גופרית תלת חמצנית שנוסחתה:  $SO_3$ . נהוג להתייחס לשתי תרכובות אילו בצורה כללית כ:  $SO_x$ .

כאשר גופרית, הנמצאת בדלקים כמו פחם, מזוט וסולר תעשייתי, מתחמצנת בעת שריפה (מגיבה עם חמצן) נוצרות תחמוצות גופרית הנפלטות לסביבה. המקורות העיקריים לפליטת תחמוצות גופרית הם תחנות כוח, בתי זיקוק ומפעלי תעשייה שונים.

### משימה 6 – פליטת תחמוצות גופרית מתחנות כוח

1. תחנות הכוח מהוות גורם משמעותי בזיהום האוויר בסביבה בה הן נמצאות. שריפת הדלקים בתחנות כוח גורמת לפליטת תוצרי השריפה הכוללים גזים המכילים טיפות נוזל וחלקיקים מוצקים. התערובת הזאת נקראת גזי פליטה. גזי הפליטה מסולקים ממתקני ייצור החשמל באופן מבוקר דרך ארובות תחנות הכוח. המזהמים העיקריים הנפלטים מארובות תחנות הכוח הם: תחמוצות גופרית (בעיקר, דו תחמוצת גופרית), חומר חלקיקי, תחמוצות חנקן, פחמן חד חמצני ופחמימנים.

א. הציעו מספר פעילות שניתן לנקוט ברמה הארצית כדי להקטין את פליטת מזהמי האוויר בכלל ותחמוצות הגפרית בפרט מתחנות כוח?

תשובה: פעולות אפשריות:

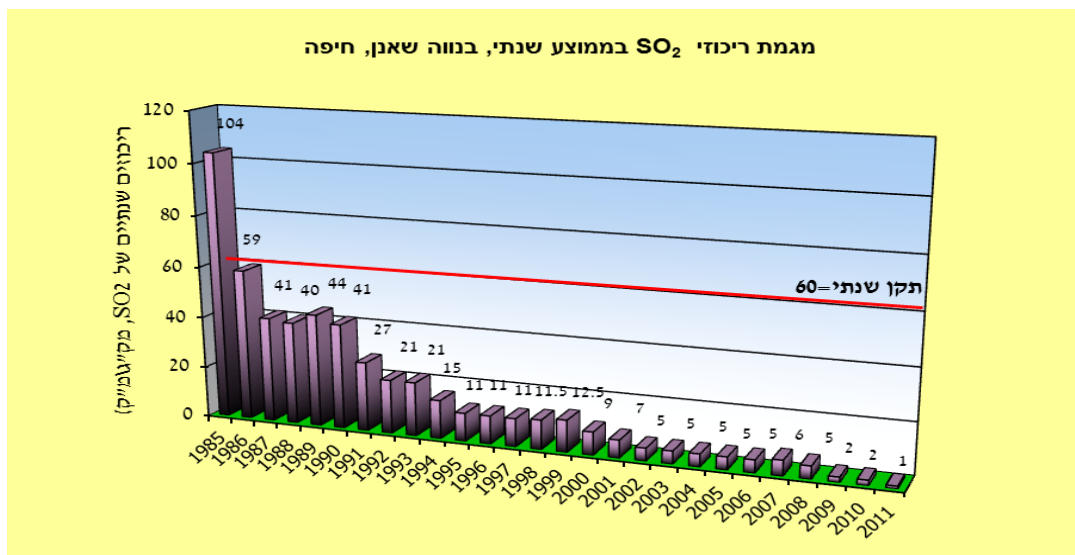
- חקיקה לגבי הצורך במעבר לשימוש בגז טבעי (פחות מזהם)
- סגירת תחנות כוח ישנות ומזהמות

- התקנת מתקנים להפחתת פליטת מזהמים בתחנות הכוח
- עידוד לייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות
- הגברת בקרה ופיקוח בתחנות הכוח

ב. ערכו דיון בקבוצתכם והתייחסו גם להיבט מרגש הקשור למאבק של ילד בתחנת הכוח הפחמית בתדרה ועודף התמותה באיזור שבעקבותיו הכריז שטייניץ על סגירת התחנה. [קישור לכתבה ולסירטון](#). חוו דעתכם על כך, האם היית מוכנים לפעול בצורה דומה במידת הצורך? אם כן, מדוע ובאיזה הקשר ואם לא, הסבירו מדוע.

*למורה: היבט זה חשוב כתוספת של הפן האנושי לכל העובדות והגרפים בנושא. העובדה שמדובר בילד צעיר, בגיל דומה לגי התלמידים הלומדים את הנושא יכול לעורר הזדהות וחשיבה שונה. מומלץ לכוון את הדיון לפעילות שעוסקת בהובלת שינוי, מאבק ואזרחות סביבתית.*

2. מאמצע שנות השמונים של המאה הקודמת, איגוד ערים חיפה פעל להגביל את תכולת הגופרית בדלקים שנצרכו בבתי זיקוק ובתחנת הכוח חיפה באמצעות מעבר לדלק דל גופרית. בשנת 2011 נכנס הגז הטבעי לשימוש, כתחליף למזוט דל-דל גופרית. הגז הטבעי מורכב בעקר ממתאן ( $CH_4$ ), כמעט ואינו מכיל גופרית ואף לא מתכות כבדות וחלקיקים. הגרף הבא מציג את ריכוזי ה- $SO_2$  באוויר שנמדדו בתחנות הניטור של איגוד ערים חיפה בממוצע שנתי בנווה שאנן משנת 1985 ועד לכניסת השימוש בגז טבעי בשנת 2011. הקו האדום האופקי מסמן את התקן השנתי לגופרית דו חמצנית.



א. תארו את מגמת הגרף והתייחסו לממדי השינוי הנראה.

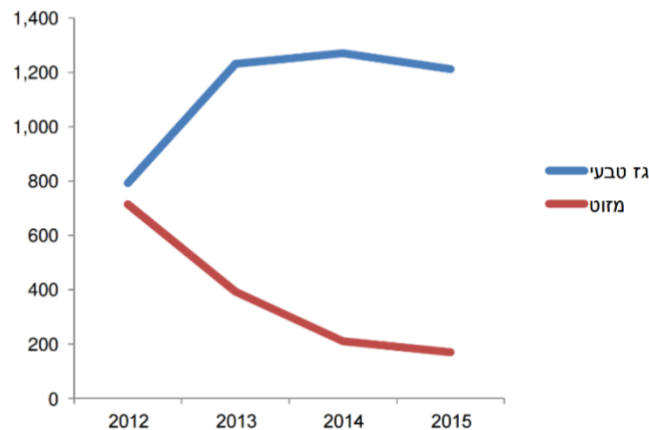
תשובה: בגרף רואים בברור ירידה בריכוז SO<sub>2</sub> לאורך השנים. הירידה המשמעותית הראשונה הייתה בשנת 1986, משנת 2000 הריכוזים היו נמוכים פי 10 מאשר בשנת 1985 ובשנת 2011 הריכוז ירד משמעותית והיה פי 100 נמוך מאשר בשנת 1985.

ב. בחרו את הגורמים האפשריים, מבין הגורמים הבאים, אשר תרמו למגמת שינוי זו והסבירו את בחירתכם.

- ירידה בהיקף התעשייה באזור חיפה
  - שימוש בדלקים דלים בגופרית בתחנות הכוח ובבתי הזיקוק
  - הגברת הניטור של תחמוצות הגופרית הנפלטות לאוויר
  - שימוש בגז טבעי באופן מוגבר
  - העשרת הקרקעות באבן גיר
- תשובה: גורמים אפשריים הם:
- שימוש בדלקים דלי גופרית בתחנות הכוח ובבתי הזיקוק
  - שימוש בגז טבעי באופן מוגבר

3. בגרף<sup>3</sup> הבא מוצג השינוי בצריכת גז טבעי ומזוט בתעשייה ובתחנות כוח בשנים 2012-2015 בישראל.

אלפי שווה ערך טון נפט (שעט"ף) לשנה  
Kilo Ton Oil Equivalent (KTOE) /Year

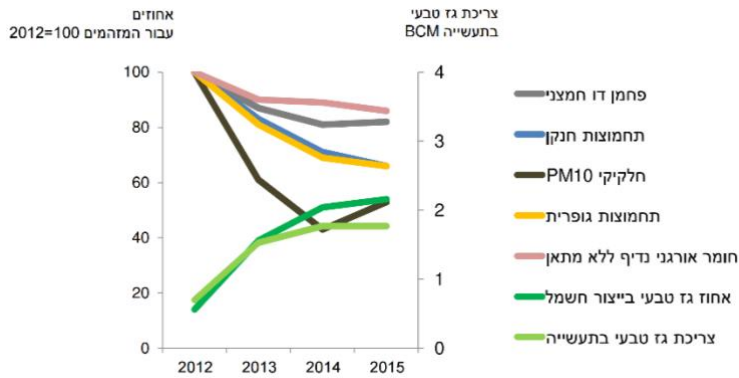


א. תארו את הגרף. התייחסו למגמת השינוי והן לערכים עצמם. בגרף רואים עלייה בשימוש בגז טבעי משנת 2012 עד שנת 2014 ואז התייצבות. העלייה החדה ביותר הייתה משנת 2012-2013. במקביל, יש ירידה מתמשכת בשימוש במזוט. בשנת 2012 היקף השימוש בגז טבעי ובמזוט הייתה דומה אך ב- 2015 ההפרש בשימוש משמעותי – בערך פי 6 יותר שימוש בגז טבעי לעומת מזוט.

1. <sup>3</sup> הגרפים בשאלה זו לקוחים מ: [אתר המשרד להגנת הסביבה – מרשם הפליטות לסביבה – מפלס](#).

ב. כיצד התופעה המתבטאת בגרף תשפיע על כמות תחמוצות הגופרית, חנקן וחלקיקים הנפלטים לאוויר?

תשובה: שריפת גז טבעי משחררת כמות פחותה בהרבה של מזהמים לאוויר ולכן כמותם תפחת.



ג. לפניכם גרף נוסף המתאר פליטות של מזהמים שונים מתחנות כוח ותעשייה בין השנים 2012-2015. האם הגרף תומך בתשובתכם לסעיף הקודם? נמקו תוך התבססות על נתונים מהגרף.

תשובה: מהגרף עולה כי אחוזי פליטת כל המזהמים יורדת בשנים אלו הודות למעבר לגז טבעי. הירידה המשמעותית ביותר היא של פליטת חלקיקים PM10.

### זיהום אוויר ותחלואה

לפי ארגון הבריאות העולמי, זיהום אוויר הוא גורם סיכון משמעותי במספר בעיות בריאות הכוללות: שבץ מוחי, מחלות לב, סרטן ריאות ומחלות נשימה מדבקות כמו דלקת ראות ושחפת. כשבעה מיליון אנשים מתים ברחבי העולם עקב בעיות זיהום אוויר (ביתי וסביבתי).

זיהום אוויר סביבתי גורם למוות מוקדם של 3.7 מיליון בני אדם בשנה. חוקרים בכל העולם בוחנים קשרים בין סוגים שונים של זיהום אוויר לבין בעיות בריאות נוספות כגון: אוטיזם, פגיעה בעוברים ובילדים, היפראקטיביות, הזדקנות תאים ועוד. ההשפעות של זיהום אוויר הן מרחיקות לכת ובעיקר משפיעות על מערכת הנשימה ועל מערכת הלב וכלי הדם. התגובה של כל אדם למזהמי אוויר תלויה בסוג המזהם שאליו חשוף האדם, רמת החשיפה, סטטוס הבריאות של האדם והגנטיקה שלו. התפלגות הסיכון מזיהום אוויר שונה בין מדינות. במדינות עניות עיקר הסיכון הוא מזיהום אוויר ביתי מתנורים. במדינות מתפתחות סיכון זה עדיין קיים ומתוסף לו זיהום אוויר חמור מתחבורה ותעשייה שמתפתחים במהירות. במדינות עשירות הזיהום הביתי פחות חמור אך עדיין קיימת בעיות של זיהום תעשייתי וזיהום אוויר מתחבורה.

### משימה 7 – מי מזהם יותר – מפעלים או כלי רכב?

הנושא של סכנה לציבור מזיהום אוויר מכלי רכב לעומת זיהום אוויר מתעשייה קיים במקומות רבים בעולם, בעיקר באזורי מגורים הסמוכים לתעשייה. בארץ, הדיון בנושא זה בהקשר למפרץ חיפה לא יורד מסדר היום הציבורי. מצד אחד המשרד להגנת הסביבה הציג נתונים של ירידה משמעותית בהיקפי הזיהום מתעשייה (ראו משימה 3 בפרק הפתיחה) ומצד שני ארגונים ירוקים שונים טוענים שהבעייה החמורה באזור היא ממפעלים.

א. לפניכם שתי כותרות היכולות לייצג את הדעות השונות בנושא זה:

## המכוניות שלכם הרבה יותר מזהמות ממפעלים

מדו"ח של המשרד להגנת הסביבה מתברר כי יש ערים עם בעיית זיהום חריפה יותר מחיפה ■ היקף זיהום האוויר מהתעשייה ירד בחיפה ל-32% מכלל הפליטות בעיר, בעוד הפליטות לאוויר מכלי רכב ומתחבורה ציבורית זינקו ל-61%

[פורסם בעיתון דה-מרקר, 13.12.16](#)

## המפעלים שלכם מזהמים יותר מהמכונית שלי

תעשיית האנרגיה משתמשת בטקטיקות תקשורתיות של האשמה והפחדה, וסלקטיביות בשימוש בנתונים

[פורסם ב"העין השביעית", 18.12.16](#)

- 1א. היכנסו לשתי הכתבות הנ"ל וסכמו את הדעות השונות ועל איזה מידע הן מתבססות.
  - 2א. הביעו דעה לגבי אמינות המידע המוצג בכתבות ונמקו.
2. המשרד להגנת הסביבה טוען כי: "הירידה בזיהום אוויר ביום כיפור מלמדת כי התחבורה היא גורם משמעותי התורם לזיהום במרכזי הערים".
 

קראו שתי כתבות בעניין זה:

[כתבה 1](#) - הירידה בזיהום אוויר ביום כיפור מלמדת כי התחבורה היא גורם משמעותי התורם לזיהום במרכזי הערים

[כתבה 2](#) - תעשייה או תחבורה? הקרב על זיהום האוויר ביום כיפור
- א. הסבירו את טענת המשרד להגנת הסביבה. התייחסו לנתונים עליהם מסתמך המשרד בטענתו.
  - ב. הסבירו את טענת המתנגדים והתייחסו לנתונים עליהם הם מסתמכים.
  - ג. מה דעתכם לגבי שאלה זו: מי מזהם יותר – מפעלי תעשייה או תחבורה? נמקו תוך התבססות על נתונים קיימים. התייחסו גם להיבט האישי שלכם כתושבים באזור מפרץ חיפה. מה אתם חשים בעניין זה?



למורה: משימה זו מסכמת את הפרק על מזהמי אוויר. לאחר הכרות עם המזהמים השונים, משימה זו מציגה את הדיון הציבורי הקיים בציבור בשנים האחרונות לגבי הסכנות מזיהום אוויר מתעשייה ומתחבורה באזור מפרץ חיפה. לדיון זה השלכות ישירות לדרכי הפעולה הנדרשות מהרשויות המתאימות. הדיון בעניין זה מציג את הדרכים השונות להצגת מידע, עובדות לעומת מיתוסים, אמינות מקורות מידע ועוד. מומלץ לערוך דיון פתוח עם התלמידים אחרי שהם ערכו דיונים בקבוצות.

### **משימה 8 – זיהום אוויר: בראי הקריקטורה**

בפרק זה הכרתם את מזהמי האוויר השונים והשפעתם על חיינו. כאזרחים בעלי תודעה ציבורית, נבחרתם על ידי עיתון ילדים מוביל להכין סידרת קריקטורות אשר יעבירו לילדים מסר של מודעות לנושא.

הציעו מספר קריקטורות או סיפור קצר בקריקטורות, אשר יתאים לילדים בגילאי בית ספר יסודי, ויעביר מסר של מודעות לנושא. צרפו "הסבר למבוגרים" בו תפרטו את המסרים אותם רציתם להעביר ומדוע הם חשובים לדעתכם.

למורה: פעילות סיכום זו מביאה את הצד הריגושי והחוויתי-אישי של התלמידים לנושא. מומלץ לעודד את התלמידים להתייחס להיבט אישי שלהם עם הנושא, מהכרות קודמת, מהכרות עם הסביבה בה הם חיים או מהדברים המשמעותיים ביותר שלמדו בנושא במהלך הפרק.

---

ניטור אוויר -  
תחנות ניטור וסוגי נתונים

---



## מעריך הניטור בישראל - מבוא

ניטור הינו מעקב אחרי תנאים או תהליכים, באמצעות מכשור שאינו משפיע על תנאים או תהליכים אלה, ובייחוד מעקב רצוף באמצעות מכשור מיוחד אחר מאפיינים סביבתיים כגון רמות זיהום אוויר, קרינה רדיואקטיבית וכדומה.

בישראל פועל מערך ניטור איכות אוויר ארצי המונה יותר מ- 100 תחנות ניטור הפזורות מהגליל בצפון ועד אילת בדרום. תחנות הניטור מופעלות על ידי הגופים הבאים: המשרד להגנת הסביבה, מספר איגודי ערים לאיכות סביבה, רשויות מקומיות, חברת החשמל, חלק ממפעלי תעשייה. תחנות הניטור מודדות את ריכוזי מזהמים באוויר באופן רציף בשני סוגי תחנות: תחנות כלליות ותחנות תחבורתיות.

תחנות כלליות הן תחנות הממוקמות באזור מייצג, בגובה של גגות הבניינים או בשטח כפרי פתוח ולא בקרבת מקורות פליטה ספציפיים, כדוגמת ארובות, מפעלי תעשייה או כבישים. תחנות אלה מאפיינות את איכות האוויר באזורי מגורים ואת ריכוזי המזהמים להם נחשף הציבור באזור. בתחנות אלו לרוב נמדדים המזהמים החשובים והעיקריים הנמצאים באוויר: גופרית דו חמצנית ( $SO_2$ ), תחמוצות חנקן ( $NO_x$ ), אוזון ( $O_3$ ), פחמן חד-חמצני ( $CO$ ) וחלקיקים.

תחנות תחבורתיות הן תחנות המוצבות על הקרקע בקרבה לכביש לאורך צירי תחבורה ראשיים. מדידה בתנאים אלו הופכת את הניטור בתחנות התחבורתיות למייצג בצורה מיטבית את ריכוז המזהמים שנחשפים לו נהגים בעיר, הולכי רגל, ויושבי בתי קפה בסמוך לכבישים.

באזור מפרץ חיפה קיימים מקורות רבים ומגוונים הפולטים לאוויר מזהמים, כגון גורמי תעשייה, תחבורה, וחלקיקים טבעיים (לדוגמת אבק ואובך). במטרה "לפקח" על איכות האוויר באזור מפרץ חיפה, נמדדת איכות האוויר בשטח איגוד ערים מפרץ חיפה באמצעות מערך הניטור של האיגוד, על פי "תקני סביבה", המגדירים את ריכוז המזהמים המותר באוויר הפתוח, ללא התייחסות לגורם מזהם ספציפי (בניגוד ל- "תקני פליטה", המגדירים את ריכוז המזהמים המרבי הישיר המותר לפליטה מארובות המפעלים). התקנות לאוויר נקי (ערכי איכות אוויר) של המשרד להגנת הסביבה, שנקבעו על פי חוק אוויר נקי, נועדו לקבוע את הערכים המרביים (ערכי יעד, ערכי סביבה וערכי התרעה) של ריכוזי מזהמים, שימנעו ככל הניתן השפעות על בריאות הציבור ועל הסביבה.

### משימה 1 – משמעות המושג ניטור וסוגי ניטור

א. ניטור הינו מעקב אחר תנאים או תהליכים. משתמשים במושג זה בתחומי מדע שונים. דוגמאות לתחומי בהם משתמשים במושג ניטור: ניטור מזהמים במים ואוויר, ניטור קרינה, ניטור אקולוגי, ניטור פעילות הלב וכד'.

לפניכם דוגמאות למשפטים בהם משתמשים במושג ניטור. קראו אותם וציינו ליד כל משפט לאיזה תחום הוא שייך.

- ✓ הנתונים על הריכוזים של מזהמי האוויר מחושבים על סמך דו"חות שנתקבלו מתחנות ניטור המפוזרות ברחבי הארץ.
- ✓ תחנה לניטור קרינה סביבתית הוקמה בדימונה.
- ✓ מוניטור משמש למעקב אחרי העובר בזמן ההריון.
- ✓ ניטור ריכוזי החנקות בכינרת.

תשובה:

איכות סביבה - זיהום אוויר

## פיסיקה ואיכות הסביבה

## רפואה

## איכות הסביבה – בדיקות מים

ב. קיימים מספר סוגים של ניטור איכות אוויר:

- ניטור רציף - מדידה רציפה של ריכוזי מזהמים באוויר, 24 שעות ביממה, 365 ימים בשנה, והשוואת ערך הריכוז הממוצע לתקן הסביבתי המתאים.
- דיגום - שיטה לבדיקת ריכוזי מזהמים לגביהם לא קיימת טכנולוגיה לניטור רציף. דיגמות אוויר תקופתיות נאספות ומועברות למעבדות לבדיקתן בעזרת שיטות ומכשור המתאימים.
- פליטה (ניטור בארובה) - מדידת ריכוזי מזהמים הנפלטים ישירות מארובות המפעלים.

באיזה מסוגי הניטור תעדיפו שיבדקו את איכות האוויר באזור מגוריכם? נמקו

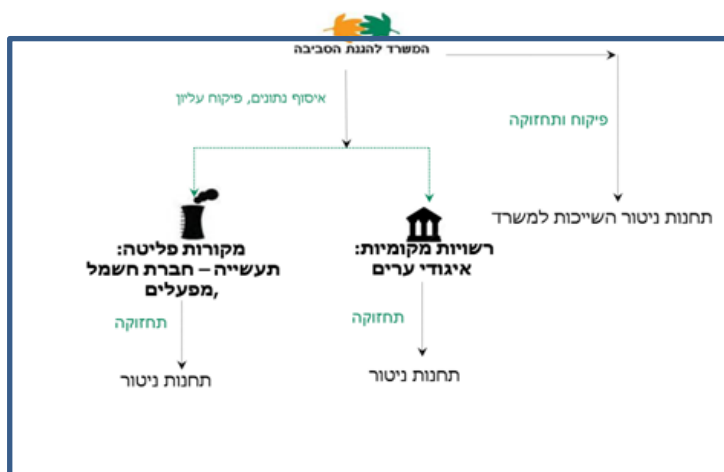
תשובה:

שיטת הניטור הטובה ביותר הינה הניטור הרציף. הניטור הרציף מאפשר מדידה רציפה של מזהמים לאורך כל שעות היממה, דבר שמאפשר מעקב יעיל והתראה על כל חריגה בכל שעה ביום.

### מערך ניטור אוויר ארצי (מנ"א) בישראל

מערך ניטור האוויר בישראל מקיף למעלה מ-140 תחנות ניטור אוויר הפרוסות בכל רחבי הארץ. תחנות הניטור מופעלות על ידי הגופים הבאים: המשרד להגנת הסביבה, מספר איגודי ערים לאיכות סביבה, רשויות מקומיות נבחרות, חברת החשמל, חלק ממפעלי תעשייה. תחנות ניטור פועלות

בישראל החל משנות השמונים של המאה העשרים, והיקפן הורחב מאד לפני כעשר שנים. בתחנות הניטור מתבצע רישום רציף של ריכוזי מזהמי האוויר, באמצעות מכשירי מדידה, המבוססים על עקרונות פעולה כימיים ופיסיקליים. נתוני הניטור מתפרסמים בזמן אמת וכן משמשים להערכת איכות האוויר באזורים שונים, לפרסום התרעות לציבור במצבי זיהום אוויר גבוה ומתן הנחיות לאוכלוסיות הרגישות.

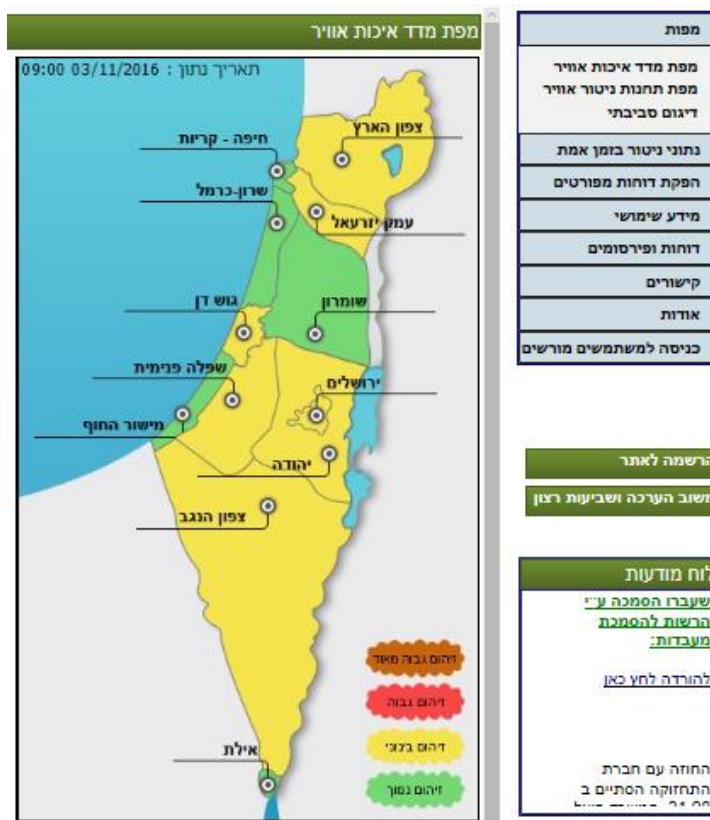


(מקור: מצגת מערך ניטור אוויר ארצי - המשרד להגנת הסביבה).

בשנת 2014 חתם השר להגנת הסביבה על הוראה להקמת **מערך ניטור אוויר ארצי (מנ"א)**, שיאחד את כל התחנות לניטור אוויר הפועלות מטעם גופים שונים, ויפרסם מערכת הנחיות אחידה להפעלתן. המערך החדש מאפשר העברת מידע אמין, נגיש וקביל, לציבור.

מנ"א הוקמה במטרה לקיים בסיס נתונים לאומי של איכות אוויר שימשם ל:

- תכנון מדיניות ארוכת טווח ובחינת יישומה וזאת על מנת לצמצם ואף למנוע השפעות מזיקות על בריאות הציבור והסביבה.
  - קביעת ערכי איכות אוויר.
  - הערכת איכות האוויר ורמת החשיפה של האוכלוסיה למזהמי אוויר.
- [אתר מנ"א](#) פתוח לציבור, מפרסם נתוני ניטור האוויר מכוון, והמידע בו זמין וכולל הסברים מלווים.



מפת מדד איכות אוויר, אתר מנ"א

באתר מנ"א ניתן למצוא נתונים יומיים מהשנים האחרונות ואף ניתן להפיק דוחות מספר שנים אחורה. על בסיס נתונים אלו מפרסם המשרד להגנת הסביבה דו"חות איכות אוויר חודשיים ושנתיים המופיעים גם הם באתר המשרד.

משתנה מרכזי המוצג במנ"א הוא מדד איכות האוויר הנקבע על ידי המזהם שרמת הזיהום הנגרמת על ידו היא החמורה ביותר. לקביעת המדד נלקחים בחשבון שבעת המזהמים הבאים:  $CO$ ,  $NO_x$ ,  $PM_{10}$ ,  $SO_2$ ,  $O_3$ ,  $NO_2$  (חומר חלקיקי שקוטרו קטן מ-10 מיקרון),  $PM_{2.5}$  (חומר חלקיקי שקוטרו קטן מ-2.5 מיקרון). לא בכל התחנות נמדדים כל המזהמים. במידה וחסר נתון בתחנה מסויימת, מחשבת המערכת את מדד זיהום האוויר בהסתמך על מדידת מזהם זה בתחנה סמוכה.

האתר של מני"א מעמיד לרשות הציבור מפת תחנות לניטור איכות אוויר הפרוסות בכל רחבי הארץ. באמצעות המפה ניתן לקבל את הנתונים הבאים (המידע יוצג בלחיצה על סמל התחנה):

• מידע על התחנה

• מידע על מזהמי האוויר הנמדדים בתחנה

• דוח חריגות מתקני איכות האוויר



גם באתר של המשרד להגנת הסביבה ניתן למצוא קישור לאתר מני"א עם [מפת תחנות לניטור איכות אוויר](#) בפריסה ארצית.

## משימה 2 – הרקע להקמת מני"א

לפניכם קטע מדו"ח מבקר המדינה לשנת 1993:

"בישראל אין מערך ניטור ארצי ובו מספר רב של תחנות ניטור בתפרושת ארצית, המרכז נתונים ומעבד אותם ובכך מאפשר לקבל תמונה מלאה ומבוססת על איכות האוויר בהיקף הארצי ואזורי. לפיכך אין בידי המשרד, או בידי גורמים ממלכתיים אחרים, נתונים מדויקים על כמויות המזהמים הנפלטים לאוויר בכל שנה".

א. על מה מתריע מבקר המדינה וכיצד קטע הדו"ח הנ"ל השפיע על הקמת מני"א. תשובה:

בקטע זה ניתן לראות כי מבקר המדינה קובע שהיעדר מערך ניטור ארצי מונע מידע חשוב אודות איכות האוויר, מהציבור בכלל ומהמשרד להגנת הסביבה בפרט. היעדר מידע זה מקשה על המשרד להגנת הסביבה לקבל תמונת מצב אודות מזהמים הנפלטים לאוויר ולפעול במידת הצורך. הקמת מני"א מאפשרת קבלת תמונת מצב אמינה, עדכנית ונגישה, לגבי איכות האוויר במרכזי אוכלוסין ובאזורים הכפריים בישראל העונה על הצורך אותו מתאר המבקר בקטע הדוח משנת 1993.

ב. לפניכם קטע מחוק אוויר נקי, התשס"ח - 2008, סעיף 7. הסבירו כיצד קטע זה נותן בסיס חוקי להקמת מני"א.

השר יורה על הקמתו והפעלתו של מערך ארצי לניטור האוויר שיורכב, בין השאר, מתחנות ניטור אוויר (בחוק זה - המערך הארצי); הקמתו והפעלתו של המערך הארצי יכול שתיעשה בהדרגה, לפי סדרי עדיפויות שעליהם יורה השר.

תשובה:

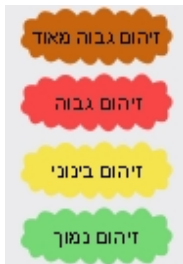
בקטע מצויין במפורש כי באחריות השר להגנת הסביבה להקים מערך ניטור ארצי למדידת זיהום האוויר. אחד החידושים בעקבות חקיקת חוק אוויר נקי הינו איחוד מערכי ניטור האוויר למערך אחיד (מני"א) והפעלתן בהתאם להנחיות הממונה על מערך הניטור הארצי. ואכן, באפריל 2014 חתם השר להגנת הסביבה על הוראה להקמת **מערך ניטור אוויר ארצי** שיאחד את כל התחנות לניטור אוויר הפועלות מטעם גופים שונים.

### משימה 3 – הכרות עם אתר מנ"א



היכנסו [לאתר מנ"א](#) וצפו במפת מדד איכות אוויר המוצגת במסך. המפה מציגה תמונת מצב של איכות האוויר בארץ. הצגת הנתונים מתעדכנת פעמיים ביום: בשעה 9:00 ובשעה 14:00. בתחתית המפה מופיע קישור תחזית איכות האוויר לימים הקרובים.

מדד איכות אוויר במפה מציג 4 דרגות של זיהום אוויר המוצגים בצבעים שונים:



א. היכנסו במהלך שבוע למפה זו פעמיים ביום – בבוקר ובערב והכינו רישום מסודר של איכות האוויר באזורים שונים בארץ בהתאם לצבעים השונים (מומלץ גם לשמור תמונות מסך).

ב. מה ניתן ללמוד מנתונים אלו מצב איכות האוויר בארץ?

ג. מה הייתרונות ומה החסרונות של מפות אלו לדעתכם?

**תשובה:**

המפה מאפשרת מידע מהיר וכללי לגבי מצב זיהום האוויר באזורים שונים בארץ. לא ניתן לדעת מהם סוגי המזהמים הגורמים לצבעים השונים. זהו מידע כלל ביותר.

### הכרות עם תחנת ניטור

בתחנת הניטור נערכות מדידות של הרכב האוויר באזור שבו היא ממוקמת. בתחנה קיים מכשור מיוחד המודד ובודק את ריכוזי זיהום האוויר הקיימים באזור. תחנת ניטור משמשת כמעבדה עצמאית שבה נאספים נתוני איכות אוויר באופן רציף (24 שעות ביממה, 7 ימים בשבוע). בכל תחנה מבוצע כול יום יומי אוטמטי וכיול תקופתי ע"י מעבדה מקצועית חיצונית, על מנת להבטיח את מהימנותם של הנתונים. בכל תחנת ניטור נמדדים מזהמי אוויר ופרמטרים מטאורולוגיים, כגון: כיווני רוח, טמפרטורה, לחות יחסית, לחץ ברומטרי, קרינת השמש ומשקעים. חשיבות התחנה היא



באספקת המידע ובהתרעה מפני זיהום חריג בראשית התהוותו. תחנת ניטור אוויר היא למעשה מבנה קטן בגודל 2.5X2.5X3.0 מטר, שבו מותקנים מכשירים המודדים את ריכוז המזהמים באוויר. בחירת מיקום התחנה נעשה על ידי צוות יועצים מקצועיים, המתחשב בשיקולים מגוונים כגון: אופי האזור אותו רוצים לנטר מבחינה גיאוגרפית, מצב מטאורולוגי והטופוגרפי ומבחינת גודל וצפיפות האוכלוסייה, פיזור האוויר סביב התחנה, מקורות זיהום האוויר ואחרים.

תחנת ניטור אוויר של מנ"א בגבעתיים

(מתוך אתר איגוד ערים אזור מפרץ חיפה להגנת

הסביבה)

### סוגי תחנות ניטור

קיימים שני סוגים של תחנות ניטור:

**תחנות כלליות** הממוקמות באזור מייצג, בגובה של גגות הבניינים או בשטח כפרי פתוח ולא בקרבת מקורות פליטה ספציפיים כדוגמת ארובות, מפעלי תעשייה או כבישים. תחנות אלה מאפיינות את ריכוזי המזהמים באזורי מגורים העירוניים או הכפרים וכן בקירוב את החשיפה של הציבור למזהמים הללו. בתחנות הללו נמדדים המזהמים החשובים והעיקריים הנמצאים באוויר.

**תחנות תחבורתיות** המוצבות בקרבה לכביש על הקרקע לאורך צירי תחבורה ראשיים. מדידה בתנאים אלו הופכת את הניטור בתחנות התחבורתיות למייצג בצורה מיטבית את ריכוז המזהמים שנחשפים לו נהגים בעיר, הולכי רגל, יושבי בתי קפה. בתחנות אלה נמדדים המזהמים הראשוניים הנפלטים מכלי רכב.

### דרך פעולתה של תחנת ניטור

האוויר מהסביבה נשאב לתוך תחנת הניטור על ידי "סעפת יניקה" הנמצאת בגג התחנה. משם מוזרם האוויר דרך צינורות טפלון אל מכשירי הניטור, הנמצאים בתוך התחנה. כל מכשיר מודד את הריכוז של מזהם אוויר אחר וביחד מתקבלת תמונה של איכות האוויר הכללית. המכשירים עובדים בשיטות כימיות אנליטיות שונות.

הנתונים הנמדדים על ידי מכשירי המדידה מגיעים אל מחשב הנמצא בתחנה ואוגר ממוצעים של דקה ו-5 דקות מדידה. ממוצעים 5 דקתיים נשלחים באמצעות האינטרנט למרכז הארצי של מערך ניטור האוויר של המשרד להגנת הסביבה.

כדי לוודא כי מכשירי הניטור אכן מודדים את ריכוזי האוויר בצורה נכונה, קיימת בתוך התחנה מערכת כיוול. המערכת מורכבת ממיכלי גז בהרכב וריכוז ידוע. פעם ביממה מוזרמים גזים אלו אל מכשירי הניטור באופן אוטומטי, כך שמכשירי הניטור אמורים למדוד ריכוז ידוע מראש. מנגנון זה מאפשר מעקב אחר נכונות המדידות ודיוקן.

בסמוך למבנה התחנה מותקן תורן מטאורולוגי המתנשא לגובה רב (10 מ'). תורן זה הוא עמוד רגיל שעליו מותקן מד מהירות וכיוון הרוח וחיישן למדידת טמפרטורה ולחות יחסית. התורן מותקן בגובה רב על מנת שכל מכשירי המדידה המטאורולוגיים המותקנים על התורן, יורמו לגובה רב וכן ניתן לקבל מדידה מדוייקת ללא הפרעות מהסביבה, בהתאם לדרישות השרות המטאורולוגי.



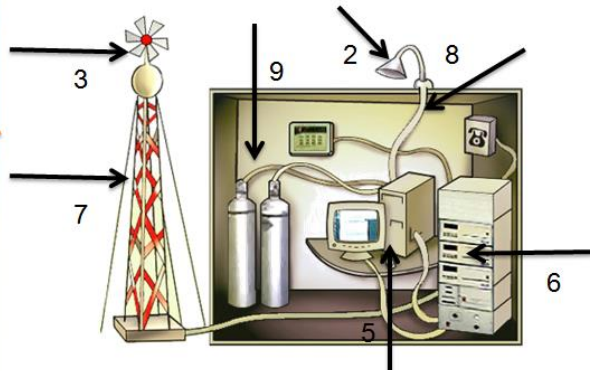
## משימה 4 – מבנה תחנת ניטור

לפניכם איור המתאר מבנה של תחנת ניטור אוויר בו מוצגים חלקי התחנה והסבר קצר של תפקידם.



(מקור: מצגת "מצב איכות אוויר - איגוד ערים אזור מפרץ חיפה להגנת הסביבה).

שני האיורים הבאים מתארים גם הם את מבנה תחנת הניטור וחלקיה, אולם ללא כל הסבר או פירוט. חלקיה השונים של תחנת הניטור מסומנים בחיצים ממוספרים (ישנם פריטים המסומנים בשני האיורים ולכן מספרם זהה).



תרשים תחנת ניטור כללית בנשר, מבפנים ומבחוץ (מקור: מצגת מערך ניטור אוויר ארצי - המשרד להגנת הסביבה).

תמונה של תחנת ניטור כללית מבט מבחוץ (מקור: אתר איגוד ערים אזור מפרץ חיפה להגנת הסביבה)

בהסתמך על האזור המפורט של תחנת ניטור כולל חלקיה השונים ותפקידם (המוצג בתחילת המשימה), השלימו את תפקידו של כל פריט בתחנה בטבלה הבאה:

שם הפריט	תפקיד הפריט
פתח יציאת אוויר	
סעפת יניקה	
מד מהירות וכיוון הרוח	
מזגן	
מחשב – אוגר נתונים	
מדי הניטור השונים	
תורן מטאורולוגי	
ראש דגימה וצינור	
מכלי גזי כיוול	

תשובה :

שם הפריט	תפקיד הפריט
פתח יציאת אוויר	משמש ליציאת האוויר מהתחנה לאחר בדיקתו.
סעפת יניקה	פתח כניסת האוויר, המשמש לכניסת האוויר מבחוץ.
מד מהירות וכיוון הרוח	משמש למדידת מהירות וכיוון הרוח הנושבת בחוץ בכל רגע נתון.
מזגן	שמירת טמפרטורה (פנימית) קבועה הנדרשת בתחנת הניטור (לשמירה על אופן עבודה תקין של המיכשור).
מחשב – אוגר נתונים	אגירת נתונים, חישוב ממוצעים עבור ריכוזי המזהמים שנמדדו ושליחת התוצאות באמצעות האינטרנט למני"א.
מדי הניטור השונים	כל מד ניטור מודד את ריכוזו של מזהם מסוים באוויר.
תורן מטאורולוגי	עמוד עליו מותקנים מד מהירות וכיוון הרוח ומד הלחות היחסית.
ראש דגימה וצינור	צינור שדרכו מוזרם האוויר למדי הניטור.
מכלי גזי כיוול	משמשים את מערכת הכיוול המאפשרת מעקב אחר נכונות המדידות ודיוקן.

### מדד איכות האוויר במפרץ חיפה והסביבה

מפרץ חיפה היה האזור הראשון בארץ בו הוקמה מערכת ניטור איכות אוויר. המערכת הוקמה על-ידי ובאחריות איגוד ערים מפרץ חיפה - הגנת הסביבה.

תחנות ניטור אוויר הפזורות במקומות שונים ברחבי אזור חיפה מודדות ברציפות את ריכוז המזהמים באוויר ומדווחות ישירות לאיגוד.

מערך הניטור של איגוד ערים מפרץ חיפה כולל 15 תחנות קבועות ותחנה ניידת אחת, הפזורות בכל אזור מפרץ חיפה. בנוסף, פועלות בתחום השיפוט של האיגוד מערכות ניטור נוספות: ארבע תחנות ניטור של חברת כרמלטון המנטרות את איכות האוויר באזורי המגורים הסמוכים לכניסות של 'מנהרות הכרמל', תחנות ניטור "תחבורתיות" של המשרד להגנת הסביבה, תחנות ניטור של חברת החשמל ותחנת ניטור אוויר ניידת של איגוד ערים הכוללת ציוד ומכשור טכנולוגי חדיש.

באתר האיגוד ניתן לעקוב אחר איכות האוויר באמצעות **מפה דינמית**. במפה זו, מוצג מדד איכות האוויר (מא"ה) שפותח באיגוד ערים מפרץ חיפה ונבנה בהתאם לשיטה מקובלת בארה"ב ואירופה במטרה לידע את הציבור הרחב על מצב איכות האוויר באזור מגוריו באופן שוטף ובזמן אמת. מא"ה מאפשר להשוות בין מצבי איכות אוויר במקומות שונים ובזמן שונה. המדד הותאם לתנאי הארץ על ידי שימוש בתקנים ישראלים לאיכות אוויר. ניתן למצוא גם היסטוריה של מדד לתקופה מסוימת (יום, שבוע) בטבלה דינמית. המדד המוצג במפה מחושב בהתאם למדידה רציפה של ריכוז באוויר של שבעה מזהמים: תחמוצות חנקן ( $\text{NO}_x$ ) דו תחמוצת החנקן  $\text{NO}_2$ , גופרית דו-חמצנית ( $\text{SO}_2$ ), אוזון ( $\text{O}_3$ ) וחומר חלקיקי עדין  $\text{PM}_{10}$  ו- $\text{PM}_{2.5}$ .



בהתאם לטבלה שמילאתם, נתחו את המצבים שנרשמו באיכות האוויר (צבעים: צהוב – המזהם הגרוע ביותר עלה מעל חצי התקן, ואדום – המזהם הגרוע ביותר עלה מעל התקן) והעלו השערות לסיבות אפשריות לחריגות אלו.

**למורה:**

מומלץ לכוון את התלמידים לשעות של החריגות ולאזורים השונים. לדוגמה, מזג אוויר כללי בימים אלו (אובך, סופות חול, רוחות וכדומה), קרינת שמש חזקה הגורמת לעלייה באוזון

## משימה 6 - הפקת דוח מתחנת ניטור באתר איגוד ערים מפרץ חיפה והסביבה



על מנת להפיק דוחות ניטור, היכנסו לאתר האינטרנט של האיגוד - [קבלת נתוני איכות אוויר בזמן אמת](#)

יש לבחור מהתפריט בצד ימין בלשונית דו"חות, ולחצו על הלשונית "דוח תחנה". לאחר הופעות חלון בצבע תכלת, יש לבחור במאפייני הדו"ח אותו רוצים להפיק.

היעזרו באיור הבא על מנת למלא את נתוני הדוח אותו תרצו להפיק בהמשך.

### אופן תצוגת הדוח

The screenshot shows a web interface for generating a report. The interface is in Hebrew and includes the following elements:

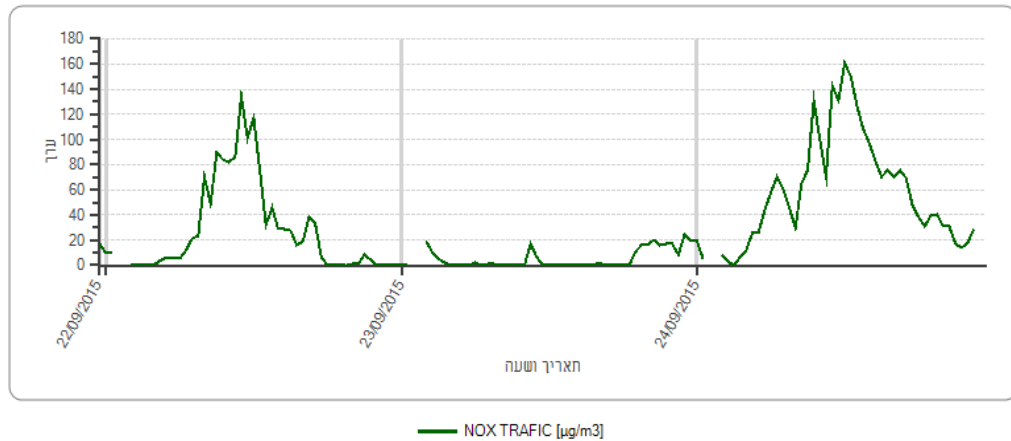
- Excel 2Y גרף טבלה** (Excel 2Y Graph Table)
- ללארונה תקופה חודשי שבועי יומי** (Without rain, Period: Monthly, Weekly, Daily)
- מטרה הכל** (Objective: All)
- אזור הכל** (Area: All)
- בעלים הכל** (Owner: All)
- תחנות חממה** (Stations: Greenhouse)
- כל המונטורים** (All monitors)
- RH** (checked)
- NOX** (checked)
- חנקן חד-חמצני** (checked)
- חנקן דו-חמצני** (checked)
- CO** (checked)
- חלקיקי 10 מיקרון** (checked)
- הצג דוח** (Show Report)

Red arrows point to the following fields and labels:

- בחירת תקופת הדוח** (Select report period)
- מילוי תאריכים** (Fill in dates)
- בחירת בסיס הזמן** (Select time base)
- סימון המזהם** (Mark the pollutant)
- לסיום, יש ללחוץ על "הצג דוח"** (To finish, click "Show Report")

א. לפניכם דוגמא לדו"ח תחנה (המוצג בצורה גרפית) שהופק בספטמבר 2015. הדו"ח מציג ממוצע חצי שעתי של ריכוזי תחמוצות חנקן עבור שלושה ימי מדידה (22.9.15-24.9.15, ימים ג' עד ה').

תחנה: אחוזה תקופה: 00:00 22/09/2015 - 23:00 24/09/2015 סוג דוח: ממוצע



I. תארו את השתנות ריכוז תחמוצות החנקן בכל אחד משלושת ימי המדידה.

תשובה:

מהגרף ניתן לראות כי ביום המדידה הראשון והאחרון קיימת רמה דומה של תחמוצות חנקן (גבוהה מעט יותר ביום השלישי). גם צורת הגרף דומה כאשר ניתן להבחין שהריכוזים עולים משמעותית ביום ויורדים בשעות הלילה והבוקר המוקדמות. ביום השני ניתן לראות ירידה משמעותית בריכוזי תחמוצות החנקן כבר מהערב שלפני ועד שעות הערב באותו היום.

II. העלו השערות לגבי השינויים בריכוזי תחמוצות החנקן בכל אחד מימי המדידה המוצגים בגרף.

תשובה:

במהלך היום, בשעות הפעילות של כלי הרכב (פרטיים וציבוריים) יש עלייה בפליטת תחמוצות החנקן מכיוון שהם הגורם העיקרי לפליטתם. ביום השני יש פליטה מועטה במיוחד, כמעט אפסית דבר המעיד על יום בו לא הייתה תנועה של כלי רכב. כמו כן, מטאורולוגיה משפיעה על יעילות פיזור מזהמים באוויר.

III. בשנת 2015 יום כיפור חל ב- 23.9. האם מידע זה מסביר את הגרף ביום זה? נמקו.

תשובה:

ביום כיפור תנועת הרכבים נפסקת כליל. בשל ההפסקה המוחלטת של תנועת כלי רכב, כל פליטת תחמוצות החנקן מתחבורה הינה אפסית וזה מסביר את הגרף ביום זה. למרות שהעשייה הכבדה ממשיכה לפעול, ניתן לראות כי השפעתה על פליטת תחמוצות חנקן באזורי מגוריים היא מזערית ביותר.

IV. בשנת 2016 יום כיפור חל ב- 12.10. הפיקו דו"ח תחנה גרפי דומה עבור שלושה ימים עוקבים

(יום לפני תחילת יום כיפור, יום כיפור, והיום שאחריו) 11.10.16-13.10.16. מה מסקנתכם?

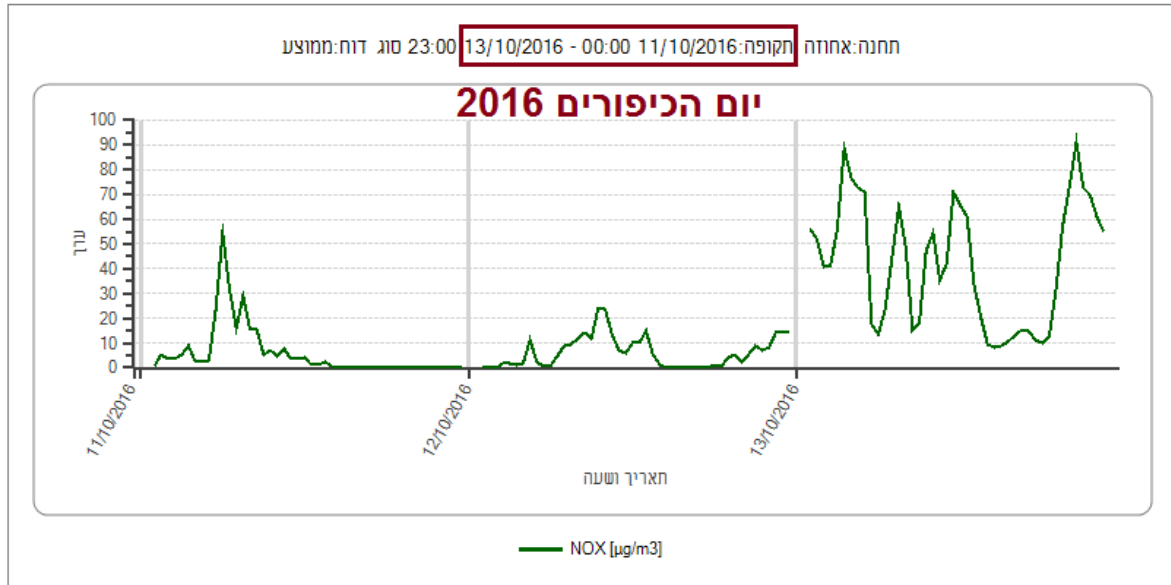
היעזרו בשלבים הבאים להפקת דו"ח עבור התאריכים 11.10.16-13.10.16 (יום כיפור תשע"ז):

1. בחירת תחנת ניטור - בחרו תחנת ניטור אחוזה.

2. בחירת תקופת הדו"ח - בחרו דוח תקופתי.

3. מילוי תאריכים - מלאו תאריך התחלה 11.10.16 שעה 00:00 תאריך סיום 13.10.16 שעת סיום 23:00.
4. בחירת בסיס זמן - בחרו בסיס זמן 30 דקות (חצי שעות).
5. בחירת אופן תצוגת הדו"ח - בחרו גרף.
6. סימון המזהם - סמנו את המזהם NO<sub>x</sub>.
7. לחצו על הפקת הדוח והעתיקו אותו למחברותיכם.

תשובה :



ניתן לראות מגמה דומה לירידה משמעותית בפליטת תחמוצות חנקן ביום הכיפורים עקב הירידה המשמעותית בתנועת כלי רכב. עם זאת, בשנה זו נצפתה פליטת תחמוצות חנקן מועטה בשעות הצהריים שלא הייתה בשנה הקודמת. סיבות אפשריות לכך: תנועה מוגברת השנה של כלי רכב ותנאים מטאורולוגיים המחמירים פיזור מזהמים.

למורה:

אפשר לבקש מקבוצות שונות של תלמידים להפיק דוחות של יום כיפור במקומות נוספים ולהשוות לתחנת אחוזה.



## משימה 7 - הפקת דוח מתחנת ניטור באתר מני"א



בדומה להפקת דו"ח מהאתר של איגוד ערים אזור מפרץ חיפה, ניתן להפיק דו"חות עבור כל אזורי הארץ גם מאתר של מני"א. על מנת לעשות זאת עליכם להיכנס [לאתר מני"א](#). בתפריט מצד ימין יש לבחור באפשרות השלישית מלמעלה "הפקת דוחות מפורטים" ולאחר מכן לבחור באפשרות "דוח תחנה". לאחר הופעות חלון בצבע ירוק עליכם לבחור את כל מאפייני הדוח אותו תרצו להפיק. היעזרו באיור הבא על מנת למלא את נתוני הדוח אותו תרצו להפיק בהמשך.

### אופן תצוגת הדוח

I. אתם מתכננים חופשה משפחתית בת שלושה ימים בתל אביב ומתלבטים האם לצאת לחופשה בסוף השבוע (ימים ו' עד א') או שלושה ימים באמצע שבוע (ב'–ד') ובאלו אזורים בתל-אביב. מכיוון שאתם יודעים שתרבו לטייל בעיר ברגל ובאופניים, חשבו כיצד אתר מני"א יכול לסייע לכם?

תשובה:

מכיוון שבזמן החופשות נרבה להיות בחוץ, נבדוק את איכות האוויר באזור ת"א לאורך השבוע. ניתן להיכנס לאתר מני"א המרכז את כל תחנות ניטור האוויר בארץ ולהפיק דו"חות תחנה עבור האזורים בהם נתכנן לטייל.

II. היעזרו ב"מפת תחנות הניטור" באזור תל אביב (גוש דן) ובחרו תחנת ניטור אחת במקום מרכזי בעיר תל-אביב, באזור בו תירצו לטייל.

למורה:

מומלץ לחלק את התלמידים לקבוצות וכל קבוצה תתמקד בתחנת ניטור אחרת. זה יאפשר בסיכום המשימה להשוות את הגרפים שהתקבלו מאזורים שונים בתל אביב. לצורך העניין כדאי גם לבחור

בתחנת ניטור הקרובה לציירי תחבורה גדולים. לדוגמא, תחנת הניטור הממוקמת בתחנה המרכזית בת"א.

בחרו פרמטרים הנדרשים על מנת להפיק דו"ח תחנה שישקף בצורה הטובה ביותר את המידע הנחוץ לכם על מנת לתכנן את מהלך החופשה. שימו לב כי באזור גוש דן איכות האוויר מושפעת בעיקר מהתחבורה.

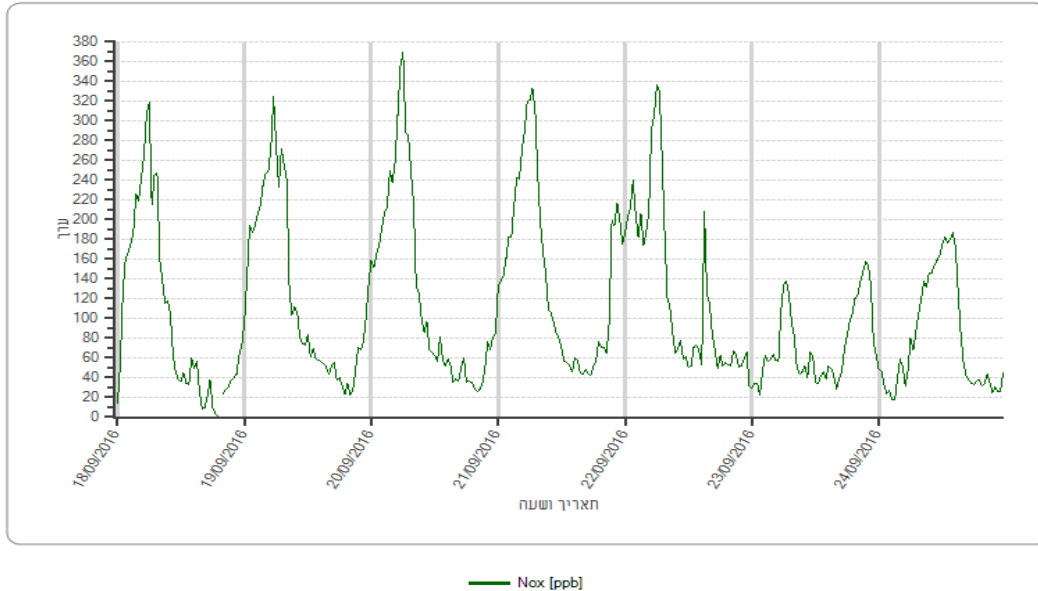
הפיקו את הדוח בתצורה גרפית והעתיקו למחברותיכם.

תשובה:

להלן פרוט בחירת פרמטרים לדוגמה:

- בחירת תחנת ניטור - תחנה מרכזית תל אביב.
- בחירת תקופת הדו"ח - דוח שבועי (על מנת לבדוק את איכות האוויר במהלך כל השבוע ולבחור את הימים בהם איכות האוויר טובה יותר באזור הנבחר).
- מילוי תאריכים - תאריך התחלה - לדוגמה: יום א 18.09.16 (ניתן לבחור כל תאריך בשבוע ללא חגים וארועים מיוחדים).
- בחירת בסיס זמן - 30 דקות או שעה
- בחירת אופן תצוגת הדו"ח - גרף
- סימון המזהם - NOX (מכיוון שזה המזהם העיקרי המייצג את הזיהום כתוצאה מהתחבורה).  
להלן דוגמא לדו"ח שהופק על סמך הנתונים שנבחרו למעלה

תחנה:תחנה מרכזית תל אביב תקופה:18/09/2016 00:30 - 25/09/2016 00:00 סוג דוח:מוצג



III. נתחו את הדו"ח הגרפי שהפקתם ונמקו את החלטתכם לגבי מתי עדיף לצאת לחופשה בתל-אביב.

תשובה:

בסעיף זה חשוב שכל קבוצה תסיק מסקנות התואמות את הגרף שהפיקה. התשובה המוצגת להלן תואמת את המסקנות כתוצאה מניתוח הגרף לעיל.

הגרף מציג את ריכוזי תחמוצות החנקן למשך שבוע (יום א' עד ש') בתחנה המרכזית בת"א. מהגרף שהופק ניתן לראות כי ריכוזי תחמוצות החנקן נמוכים יותר בימי ששי ושבת, ככל הנראה בשל

העובדה כי אלו אינם ימי עבודה כשאר הימים, וכמות כלי הרכב בכבישים יורדת בצורה ניכרת. מכאן נראה שעדיף לצאת לחופשה בסוף השבוע (כך שלפחות חלק מימי החופשה יהיו שישי ושבת).

### הפקת דוח תחנה בשילוב נתונים מטאורולוגיים

על מנת לקבל מידע מקיף אודות אירועי זיהום ולהסיק מסקנות באשר למקורות הזיהום (במידה וקיים חשש לכך), יש להיעזר במידע משלים. ניתן לעשות זאת באמצעות ניתוח נתונים מטאורולוגיים באזור תחנת הניטור, והחשוב שבהם הוא גרף שושנת הרוחות. מניתוח גרף שושנת הרוחות ניתן לקבל מידע חיוני על כיוון ומהירות הרוחות באזור הנבדק, דבר המשפיע על הסעת מזהמים מאזור לאזור.



ניתן להפיק דו"ח המציג את שושנת הרוחות דרך [אתר איגוד ערים מפרץ חיפה](#). יש לבחור בתפריט מימין בלשונית "דוחות" ולאחר מכן בלשונית "שושנת רוחות". לאחר הופעות חלון בצבע תכלת יש לבחור את כל מאפייני הדו"ח אותו רוצים להפיק. ניתן להיעזר בהנחיות לקבלת שושנת רוחות, הנמצאות בתפריט בצד ימין. היעזרו באיור הבא על מנת למלא את נתוני הדוח אותו תרצו להפיק בהמשך.

**בחירת אופי תצוגה**

**בחירת תקופת הדוח**

**מילוי תאריכים**

**בחירת בסיס הזמו**

**מספר תתי קב' של מהירות הרוח**

**מספר כיווני הרוח המוצגים**

**לסיום, לחץ "הצג דוח"**

The screenshot shows a web form for selecting a monitoring station. The form is titled "בחירת תחנת הניטור" (Select Monitoring Station). It has several sections and fields:

- מפות (Maps):** Includes "טבלה דינאמית" (Dynamic Table) and "דוחות" (Reports).
- שושנת רוחות (Wind Rose):** Includes radio buttons for "שושנת רוחות" (selected) and "שושנת זיהום" (Pollution Rose).
- תקופה (Period):** Radio buttons for "תקופה" (Period), "חודשי" (Monthly), "שבועי" (Weekly), and "יומי" (Daily).
- תאריך התחלה (Start Date):** 14/05/2016, 00:30.
- תאריך סיום (End Date):** 15/05/2016, 00:00.
- שעת סיום (End Time):** 30 דקות (30 minutes).
- בסיס זמן (Time Base):** 0.5, 10, 5, 16.
- רוגע (Calm):** 5.
- מחלקות (Divisions):** 16.
- סקטורים (Sectors):** 16.
- בחירת תחנה (Select Station):** "הכל" (All), "תחנה אחת" (One Station).
- כיוון רוח (Wind Direction):** "כיוון רוח" (Wind Direction), "מהירות רוח" (Wind Speed), "מהירות רוח" (Wind Speed).
- מזהם (Pollutant):** "מזהם מתחנה" (Station Pollutant), "מוניטור" (Monitor).
- שושנת רוחות (Wind Rose):** "שושנת רוחות" (selected), "ממוצע" (Average), "מקסימלי" (Maximum).
- הצג דוח (Show Report):** Button at the bottom.

רוב הפרמטרים שיש למלא דומים לאלו שמילאתם בהפקת דו"ח תחנה מלבד מס' פרמטרים נוספים:

מהירות הרוח: יש לבחור את האפשרות "מהירות הרוח".

כיוון הרוח: יש לבחור את האפשרות "כיוון הרוח".

מס' הסקטורים: הינם כמס' כיווני הרוחות אותם תרצו לקבל בתצוגת שושנת הרוחות (בחרו 8 כברירת מחדל).

מס' המחלקות: הינם כמספר תתי קבוצות של מהירויות רוח אותם תרצו לקבל בתצוגת שושנת הרוחות (בחרו 5 כברירת מחדל).

## משימה 8 - חקר אירוע בשילוב מידע עבור ריכוזי מזהמים ושימוש במידע על שושנת

### הרוחות

צוות איכות אוויר של איגוד ערים אזור מפרץ חיפה דיווח כי בתאריך 14.05.2016, החל משעה 03:00 ועד שעה 05:00, נרשמו עליות משמעותיות בריכוזי  $SO_2$  בתחנות הניטור שעל רכס הר הכרמל בחיפה: תחנת אינשטיין ותחנת אחוזה. כמו כן נרשמו עליות בריכוזי  $SO_2$  בתחנת חוגים (תחנת ניטור של תחנת הכוח).

דמיינו שאתם עובדים באיגוד ערים וכאשר הגעתם לעבודה ראיתם כי בלילה מכשירי הניטור בתחנות אחוזה ואנשטיין הראו עליות משמעותיות בריכוזי ה- $SO_2$  - בשעה 4:00 מכשירי הניטור הראו ערכים גבוהים ביותר של ריכוז  $SO_2$  המתקרבים ואף חורגים מערכי הסביבה בתחנת אחוזה. לפני עליות הריכוזים הנ"ל, נרשמו ריכוזי  $SO_2$  נמוכים מאד בתחנות הנ"ל. במשימה 6 התנסיתם בהפקת דו"ח תחנה בתצורה גרפית. כעת נתנסה בניתוח מידע מדו"ח תחנה המוצג בטבלה.

א. על מנת לעקוב אחר ריכוזי ה- $SO_2$  (גופרית דו חמצנית) ו- $NO_x$  (תחמוצות חנקן) הפיקו דו"ח תחנה המציג נתונים עבור הריכוזים של שני מזהמים אלו וכן את כיווני הרוחות ומהירותן כפי שנמדדו בתחנת הניטור באחוזה. הטבלה שלפניכם מציגה את ארבעת הפרמטרים הנמדדים, מה- 13.5.16 בשעה 22:00 ועד ה- 14.5.16 בשעה 10:00 (12 שעות רצופות).

תאריך נבחר      22:00 13/05/2016      10:00 14/05/2016      תחנה      אחוזה

תאריך \ שעה	$SO_2$ $\mu g/m^3$	WDD DEG	WDS M/SEC	NOX $\mu g/m^3$
22:00 13/05/2016	0.9	208	0.8	28.2
23:00 13/05/2016	0.5	191	1.6	12.3
24:00 13/05/2016	0.4	183	1.4	14.2
01:00 14/05/2016	1.1	186	1.5	11.5
02:00 14/05/2016	3.0	214	1.2	15.3
03:00 14/05/2016	28.2	158	1.6	49.5
04:00 14/05/2016	373.0	210	0.9	404.1
05:00 14/05/2016	81.4	203	1.3	77.2
06:00 14/05/2016	19.0	318	0.8	31.2
07:00 14/05/2016	14.4	173	0.3	28.5
08:00 14/05/2016	7.7	236	1.1	24.9
09:00 14/05/2016	4.3	248	1.1	20.4
10:00 14/05/2016	3.7	259	1.6	19.8

I. מה היה הריכוז השעתי המקסימלי של תחמוצות גופרית, ובאיזו שעה?

תשובה:

הריכוז השעתי המקסימלי של תחמוצות הגופרית היה - 373.0 מק"ג/מ"ק, והוא נמדד בשעה 04:00.

II. מה היה כיוון הרוח לפי הנתונים בטבלה?

תשובה :

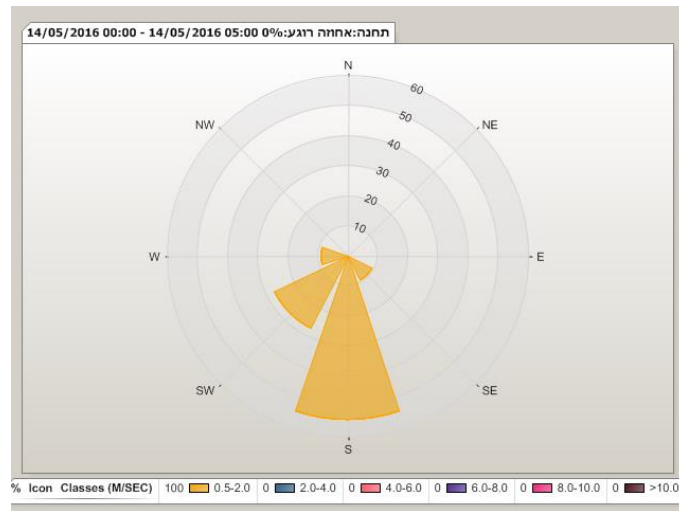
כיוון הרוח היה 210 מעלות, כלומר רוח דרומית (שמגיעה מדרום לכיוון צפון).

ב. על מנת להבין את כיווני הרוחות בצורה טובה יותר נשתמש בגרף שושנת הרוחות. לצורך כך, נפיק

דו"ח גרפי המציג את שושנת הרוחות עבור פרק הזמן בו התרחשה העלייה בריכוז ה-SO<sub>2</sub>.

להפקת דו"ח שושנת הרוחות בחרו בפרמטרים הבאים :

- מהירות הרוח : בחרו באפשרות "מהירות הרוח".
  - כיוון הרוח : בחרו באפשרות "כיוון הרוח".
  - מס' הסקטורים : בחרו 8.
  - מס' המחלקות : בחרו 5 כברירת מחדל.
  - תחנה : בחרו תחנת אחוזה.
  - בחירת תקופת הדו"ח : בחרו באופציית תקופה וסמנו את פרק הזמן 00:00-05:00 בתאריך 14.5.16
  - תצוגה : בחרו בתצוגה גרפית.
- ודאו כי אתם מצליחים להפיק את הגרף המוצג באיור הבא והיעזרו בו על מנת לקבוע את כיווני הרוח בתחנת אחוזה בתקופת הזמן שבין השעות 00:00-05:00 בתאריך 14.5.16.

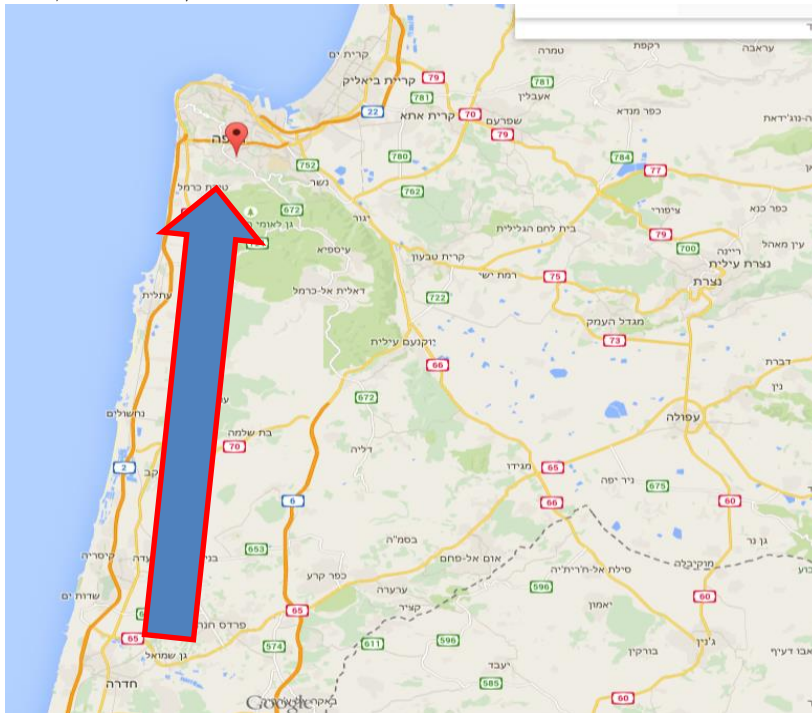


I. מהו כוון הרוחות המוצג בגרף במן האירוע?

תשובה :

מניתוח גרף שושנת הרוחות ניתן לראות בברור כי הרוחות כפי שנקלטו בתחנה הינן רוחות דרומיות (כלומר כיוון הרוח מדרום לצפון).

II. על מנת להבין מה המקור האפשרי לפליטה החריגה של תחמוצות גופרית ותחמוצות חנקן באירוע, היעזרו במפה המצורפת. המפה מציגה את האזור הצפוני לחדרה עד אזור מפרץ חיפה. כוון



החץ מייצג את כוון הרוח שנמדדה בזמן האירוע.

האם לדעתכם, מקור הזיהום החריג הוא אזור מפרץ חיפה או אחר? הסבירו.

תשובה:

ניתן לראות כי כיוון הרוח אינו מאזור התעשייה במפרץ. מקור אפשרי הוא תחנת הכוח בחדרה, הפועלת על שריפת פחם ופולטת  $SO_2$ .

הערה למורה:

בשריפת פחם נפלט גם  $NO_x$ . תחנת כוח בחדרה מהווה מקור רציני. הזיהום נפלט בגובה של ארובות, והפלומה עולה עם המרחק, לכן ריכוזי מזהמים עלו בתחנות הממוקמות בגובה רכס הכרמל. יתכן שהתנאים המטאורולוגיים באותו יום הגבירו את הריכוזים באזור רכס הכרמל.

III. הפיקו טבלה דומה לטבלה שהוצגה בסעיף א עבור תחנת הניטור באינשטיין וכן גרף שושנת רוחות עבור תחנה זו. זהו את הריכוז השעתי המקסימלי של תחמוצות גופרית. ממבט על גרף שושנת הרוחות נסו להבין מה כיווני הרוחות כפי שנקלטו בתחנת הניטור אינשטיין.

---

חוק אוויר נקי -  
משמעות וחשיבות החוק

---



## חוק אוויר נקי לשיפור איכות האוויר בישראל

בישראל קיימים חוקים ותקנות אשר מטרתן היא להביא לשיפור איכות האוויר בישראל לטובת הציבור ולהגנה על הסביבה.

בשנת 1961 הועבר בכנסת החוק למניעת מפגעים, הידוע בשם **חוק כנוביץ**. חלקו של חוק זה העוסק באיכות האוויר קובע: "לא יגרום אדם לזיהום חזק או בלתי סביר של האוויר, מכל מקור שהוא, אם הוא מפריע, או עשוי להפריע, לאדם המצוי בקרבת מקום או לעוברים ושבים". חוק כנוביץ הוא חוק פלילי וכל העובר עליו צפוי לעונש.

**חוק אוויר נקי**, התשס"ח, 2008 נכנס לתוקפו ב- 1.1.2011 במטרה לשפר את איכות החיים של הציבור במדינה והוא מעמיד את ישראל בשורה אחת עם המדינות המפותחות בעולם. החוק מסדיר את הטיפול בגורמי זיהום האוויר השונים בארץ במסגרת חוקית אחת ומחייב הכנת תוכנית לאומית להפחתת זיהום האוויר.

החוק נועד לא רק לשיפור של איכות האוויר אלא גם למנוע ולצמצם את זיהום האוויר, בין השאר על ידי קביעת איסורים וחובות בהתאם לעקרונות הזיהור המונעת. כל זאת לשם הגנה על חיי אדם, בריאותם ואיכות חייהם, ולשם הגנה על הסביבה, לרבות משאבי הטבע, המערכות האקולוגיות והמגוון הביולוגי, למען הציבור ולמען הדורות הבאים ובהתחשב בצורכיהם.

עיקרי חוק אוויר נקי כוללים:

- קביעת ערכים למזהמי אוויר בסביבה
- איחוד מערכי ניטור האוויר בארץ למערך אחיד (מנ"א)
- מתן סמכות לשר להגנת הסביבה להורות לרשויות מקומיות נפגעות זיהום להכין ולבצע תוכנית להפחתת זיהום בתחומן
- הטלת חובה על מפעלים גדולים להצטייד בהיתרי פליטה כתנאי להמשך פעילותם. היתר הפליטה יתבסס על הטכנולוגיות הזמינות הטובות ביותר והניתנות ליישום
- העברת אחריות הטיפול בזיהום אוויר מכלי רכב ממשד התחבורה אל המשרד להגנת הסביבה.
- הטלת אחריות על יבואני הרכב לפרסם את נתוני פליטת מזהמי האוויר של כלי רכב.
- קביעת אחריות המשרד להגנת הסביבה לתקינת דלקים בהיבט הסביבתי.

## משימה 1 – חשיבותו של חוק אוויר נקי

1. מדוע לדעתכם היה צורך לחוקק את חוק "אוויר נקי" בישראל?

תשובה: הסיבה המרכזית לחקיקת חוק "אוויר נקי" בישראל היא שיפור איכות החיים של הציבור במדינת ישראל ומטרתו היא השוואה בין איכות האוויר בישראל לזו הקיימת במדינות המפותחות בעולם. אחת הבשורות החשובות בחוק החדש הינה העובדה כי הוא, קובע ערכים ברורים למזהמי אוויר, מסדיר את הטיפול בגורמי זיהום האוויר השונים בארץ ומאגד אותם חוקית ומחייב הכנת תוכנית לאומית להפחתת זיהום האוויר.



2. בישראל קיימים שני חוקים לשיפור איכות האוויר: "חוק כנוביץ'" שנחקק בשנת 1961 ו"חוק אוויר נקי" שנחקק בשנת 2008. חשוב לדעת שבין השנים 1961-2008 נעשו פעילויות שונות במטרה לקדם את הנושא הסביבתי בישראל.

לפניכם מערך הפעילויות המרכזיות שהתרחשו בארץ לקידום ההיבט הסביבתי. מקמו פעילויות אלו על ציר הזמן – רשמו את השנה בה התרחשה הפעילות וסדרו אותן בסדר עולה לפי השנים.

- הקמת יחידה סביבתית של עיריית חיפה
- תקני איכות אוויר
- חוק אוויר נקי
- חוק כנוביץ'
- הקמת איגוד ערים מפרץ חיפה- איכות הסביבה
- הקמת המשרד לאיכות סביבה
- תקנות ערכי איכות אוויר
- הקמת השרות לשמירת הסביבה (בתוך משרד ראש הממשלה, אח"כ במשרד בפנים)

מומלץ להיעזר באתרים הבאים:

[אודות איגוד ערים מפרץ חיפה](#)



[אודות המשרד להגנת הסביבה](#)



[המשרד להגנת הסביבה – תקנות אוויר נקי](#)



*למורה: מומלץ לבצע משימה זו בזוגות ורצוי לבדוק שקיימת גישה לאינטרנט לפחות לאחד מהתלמידים בכל זוג. מומלץ קודם להפנות את התלמידים לקישורים המצורפים ולהשלמת ציר הזמן להשתמש בחיפוש בויקיפדיה ובגוגל.*

תשובה:

1961- חוק כנוביץ'

1973- הקמת השרות לשמירת הסביבה (בתוך משרד ראש הממשלה, אח"כ במשרד בפנים)

1975- יחידה סביבתית של עיריית חיפה

1983- איגוד ערים מפרץ חיפה- איכות הסביבה

1989- הקמת המשרד לאיכות סביבה

1992- תקני איכות אוויר

2008- חוק אוויר נקי

2011- תקנות ערכי איכות אוויר

3. בחרו אחד מהנושאים הבאים, בהם עוסק המשרד להגנת הסביבה במטרה להפחית את זיהום האוויר

- הפחתת זיהום אוויר מתעשייה
- הפחתת זיהום אוויר מתחבורה
- הפחתת זיהום אוויר מיצור חשמל
- הפחתת זיהום אוויר משריפת פסולת
- הפחתת זיהום אוויר ממפחמות



[באתר המשרד להגנת הסביבה](#) בנושא אוויר, מוצגים מגוון נושאים (בצד ימין של המסך) בהם מטפל המשרד. לחצו עם העכבר על הנושא בו בחרתם (מבין הנושאים לעיל) ועינו בהיבטים המוצגים בנושא זה. בהתייחס למידע המופיע באתר ולידע קודם שיש לכם בנושא הנבחר ענו על השאלות הבאות:

- א. מדוע בחרתם בנושא זה? מהי חשיבותו להפחתת זיהום האוויר?
  - ב. מהם האמצעים (תוכנית הפעולה או הנחיות המשרד) להפחתת הפליטות מהמקור בו בחרתם?
  - ג. אילו קשיים צפויים לדעתכם ביישום האכיפה להפחתת הזיהום בנושא שבחרתם?
- למורה: מטרת המשימה היא חשיפה לחומר הנמצא באתר של המשרד להגנת הסביבה ולהצגת מגוון התחומים בהם פועל המשרד לאיכות הסביבה להפחתת זיהום האוויר בעקבות "חוק אוויר נקי". מומלץ לבצע פעילות זו בקבוצות. כל קבוצה תיבחר את אחד הנושאים בהם עוסק המשרד להגנת הסביבה במטרה להפחית את זיהום האוויר. בסיום הפעילות הזו מומלץ שכל קבוצה תציג את הנושא בו בחרה ואת התשובות לשלושת הסעיפים על הלוח.*
- בסעיף א' חשוב שהתלמידים יעינו בחומר הרקע המוצג באתר ויחוו את דעתם על חשיבות הנושא הנבחר ומדוע בחרו בו. בסעיף ב' התלמידים יצטרכו להיעזר בחומר הנמצא באתר בנושא בו בחרו. חשוב לכוון את התלמידים לארגון המידע בצורה מושכלת ולא להעתיקו כמות שהוא. המטרה של סעיף ג' היא לעורר חשיבה בקרב התלמידים אודות קשיי האכיפה הצפויים לדעתם בטיפול בנושא.*

**להרחבה** מומלץ להוסיף שלב נוסף למשימה להגברת העניין: נניח שלמשרד להגנת הסביבה תקציב מוגבל של 10 מליון ₪ לטיפול בנושא זה. כיצד לדעתכם יש לחלק תקציב זה בין חמשת התחומים? על כל קבוצה להכין הצעת תקציב מנומקת (כלומר להסביר למה תחום X צריך לקבל X אחוזים מהתקציב). בסוף תתקיים הצבעה כיתתית. אם ניתן לברר מהו התקציב האמיתי המוקדש לכל תחום כמובן יהיה מוצלח במיוחד.

## משימה 2 – משמעות חוק אוויר נקי לאיכות האוויר בישראל

לפניכם קטע מכתבה המסבירה את המשמעות של חוק אוויר נקי עבור איכות האוויר בישראל

[לכתבה המלאה](#)



הכתבה פורסמה סמוך לאישור החוק בעיתון האינטרנטי ynet בתאריך 22.7.2008. קראו את הקטע וענו על השאלות בעקבותיו.

**אחד החוקים הסביבתיים החשובים ביותר צלח שלוש שנים של דיונים ומחלוקות ואושר במליאת הכנסת פה אחד. חוק "אוויר נקי לישראל" יסדיר את איכות האוויר שאנו נושמים, בעזרת תקנים מעודכנים למפעלים ותחבורה, מערך ניטור ואכיפה וקנסות מרתיעים. ארגוני הסביבה מברכים; המפעלים פחות.**

אחת הבשורות החשובות של החוק היא למשל נושא תקנות זיהום האוויר בישראל - שעד כה לא היו קיימות כלל. החוק אמור לקבוע לראשונה מהו אוויר נקי ומהו אוויר מזוהם, כחלק מהקמת מערך כולל של ניטור ואכיפה. לא עוד מצב בו תקני זיהום אוויר בדרום הארץ אינם זהים לתקנים בצפון, למשל. יוקם מערך ניטור ארצי למדידת זיהום האוויר, שיפרסם את נתוניו באופן שוטף. כך יוכל הציבור לדעת איזה חומרים נפליטים מאילו מפעלים. המפעלים יחוייבו לא רק לעמוד בתקנים, אלא גם לנהל ולפרסם רישום מפורט של הסוגים והכמויות של החומרים שהם פולטים לאוויר. מערך הניטור יוודא שהדיווח שמוסרים המפעלים מדויק. אם לא יעמדו המפעלים בתקנים או יתרשלו בחובת הדיווח, יאפשר החוק להטיל עליהם קנסות כבדים (בין 100 אלף שקלים ועד למעלה ממיליון שקלים) ועונשי מאסר של עד שנתיים למנהלי המפעלים. פרק חשוב בחוק עוסק בזיהום אוויר מתחבורה. בין השאר קובע החוק את סוגי הדלק שיתרו לשימוש על ידי כלי הרכב בארץ, ורמת הפליטות המותרת מכלי הרכב השונים. כך למשל בכל בדיקת רכב לצורך רישום, קבלת רישיון או חידושו, תימדד ותירשם רמת הפליטה מהרכב בהתאם לדירוג קבוע מראש. בנוסף, מעתה יחוייבו פרסומות לכלי רכב לפרסם את דרגת זיהום האוויר של הרכב ונתוני צריכת הדלק שלו.

1. א. חברו שתי שאלות המעוררות בכך עניין ועליהן אין תשובה בקטע המידע
- ב. היכן תוכלו למצוא או את מי תוכלו לשאול, לדעתכם, כדי לקבל תשובות לשאלות שהצעתם?  
 למורה: מומלץ לאסוף את שאלות התלמידים על הלוח, לנסות למיינן לפי קריטריונים שהתלמידים מציעים. לדוגמה: שאלות שניתן לאתר ידע עליהם במאגרי מידע, שאלות שיש לשאול מומחים בתחום, שאלות המביעות עמדה סמויה, שאלות המכוונות לבדיקה וחקר וכדומה. דיון כזה מהווה בסיס לחשיבה ביקורתית ופיתוח מיומנויות חשיבה ברמה גבוהה. ניתן לכוון את הדיון גם לכוון של מעורבות ויוזמה בתחום.

חשוב להדגיש כי המטרה איננה בהכרח לענות על השאלות. פעילות כזו מאפשרת לתלמידים לשאול ולהבין כי השאלות שלהם טובות וחשובות. עם זאת, יש שאלות מורכבות יותר. שאלה שהתשובה עליה היא מידע מספרי לדוגמה, היא שאלה יותר טכנית ושולית בדרך כלל. לעומתה, שאלה הדורשת איתור מידע מורכב, פנייה למוסדות או רשויות או ביצוע מחקר/בדיקה היא שאלה מורכבת יותר ובדרך כלל תורמת במידה רבה להרחבת הידע בתחום.

2. מדוע לדעתכם מכונה חוק אוויר נקי בכתבה בשם: " החוק הסביבתי החשוב ביותר בשנים האחרונות"?

תשובה: לפי הכתוב בכתבה, החוק יעשה סדר בכל הקשור לאיכות האוויר אותו אנו נושמים. החוק נועד לשפר את איכות האוויר והחיים של הציבור במדינה ויעמיד את ישראל בשורה אחת עם המדינות המפותחות בעולם בכל הקשור לאיכות האוויר.

3. גילגולו של חוק – חקיקה היא בד"כ תהליך מורכב וממושך. ע"פ האמור בכתבה (עיינו בכתבה המלאה) – מי יזם את החוק ומתי? מי היו הגורמים השותפים לחוק? מי קידם אותו ומי התנגד? בכתבה מצוין כי בשל מחלוקות, החוק נכנס לתוקף רק ב-2011 - שלוש שנים לאחר שהוצע ולא שנה קודם לכן כפי שתוכנן במקור. נסו לשער אלו מחלוקות אפשריות התעוררו בעיקבות הצעת החוק שדחו את כניסתו לתוקף.

תשובה אפשרית: ניתן לשער כי התאחדות התעשיינים בישראל ובראשותם בעלי המפעלים הגדולים ביקשו זמן להתארגן לקראת ישום החוק החדש על מנת שיוכלו לעמוד בתקנים החדשים.

כמו כן, ניתן לשער שעל מנת שתוקם בפועל מערכת ארצית לניטור רציף ויעיל וכן מערכת אכיפה הדורשת תקנים נוספים לפקחי איכות הסביבה יש צורך באיתור תקציב מתאים ובתכנון המהלך.

4. השר להגנת הסביבה דאז, גדעון עזרא הביע חשש כי לולא החוק החדש "זיהום האוויר עלול להתרחב עם הגידול בפעילות העסקית והצמיחה הכלכלית במשק". מה הבסיס לדעתכם לקביעה זו? נמקו.

תשובה: התפתחות התעשייתית והכלכלית גוררת הרחבה של מפעלים קיימים והקמה של מפעלים חדשים אשר חלק ניכר מהם מהווים מקור לזיהום אוויר. בנוסף, עם התפתחות התעשייה והמשק עולה מספר כלי התחבורה בכבישים דבר המהווה גורם נוסף לגידול ברמת זיהום האוויר.

5. החלק בחוק העוסק בזיהום מכלי רכב נוגע בכלל הציבור בארץ באופן אישי. הסבירו כיצד. תשובה: החוק קובע את סוגי הדלק שיותרו לשימוש על ידי כלי הרכב בארץ, ורמת הפליטות המותרת מכלי הרכב השונים. סעיף זה יגרום לחלק מהמכוניות שהיו על הכביש עד שנת 2011 לרדת מהכביש עקב רמת פליטות מזהים חריגה ובעלי הרכב ידרשו להחליפו ברכב "נקי" יותר. כיום, רמת הפליטה של הרכבים הפרטיים הפך לאחד השיקולים של הציבור בתהליך של בחירה וקנייה של רכב פרטי מתוך כך שהיצרנים מחויבים לפרסם את רמת זיהום האוויר של הרכב.

רכבים שרמת זיהום האוויר שלהם נמוכה יותר, הם בדרך כלל חסכוניים יותר ועלותם לצרכן נמוכה יותר.

6. לפניכם טבלה המפרטת את עיקר הבעיות עליהן עונה חוק אוויר נקי. היעזרו בכתבה המלאה ומלאו את הטבלה.

הבעיה	הפתרון
לא קיימים יעדים ארוכי טווח להפחתת זיהום האוויר במדינה	
אי קיום תקנות מחייבות ואחידות. אין מנגנון לקביעת תקנים ולעדכוןם על פי קריטריונים ברורים	
ניטור פליטות מזהמים נעשה באופן חלקי ולא מסודר	
אכיפה מנהלית לא יעילה, פיקוח מצומצם וענישה לא מרתיעה	

תשובה:

הבעיה	הפתרון
לא קיימים יעדים ארוכי טווח להפחתת זיהום האוויר במדינה	הפעלת תוכנית לאומית להפחתת זיהום האוויר הכוללת יעדים ואמצעים לביצועם
אין מנגנון לקביעת תקנים ולעדכוןם על פי קריטריונים ברורים	קביעת תקנים לכלל מקורות הפליטה בסמכות השר להגנת הסביבה, בשקיפות ובשיתוף הציבור
ניטור פליטות מזהמים נעשה באופן חלקי ולא מסודר	הקמת מערך ניטור ארצי, ומתן סמכות ואחריות לרשות מקומית לפעול לצמצום זיהום האוויר בשטחה
אכיפה מנהלית לא יעילה כלפי המפעלים המזהמים, פיקוח מצומצם וענישה לא מרתיעה	מערך פיקוח אינטנסיבי מטעם המשרד להגנת הסביבה והרשויות המקומיות, החמרת הענישה עד שנתיים מאסר וקנסות כבדים

7. בכתבה מוצג המשפט הבא ללא מענה: "אז האם חוק אוויר נקי לישראל אכן משמעותו אוויר נקי יותר לתושבי ישראל?" חוו דעתכם על משפט זה תוך הבאת טיעונים המבוססים על המידע הקשור בחוק.

למורה: מטרת השאלה היא לעורר דיון ביקורתי בכיתה. מצד אחד החוק מסדיר היבטים רבים שלא היו בעבר בארץ ובוודאי משפר את איכות האוויר בישראל. מצד שני, האכיפה אינה פשוטה, החוק קיים כבר מספר שנים ועדיין רמות הזיהום במקומות רבים בארץ ובמפרץ חיפה במיוחד, גבוהה יחסית והנושא לא יורד מסדר היום הציבורי. המפעלים המזהמים עשו צעדים משמעותיים להקטנת זיהום האוויר שהם פולטים אך עדיין רמות הזיהום גבוהות וסמוכות לאזורים צפופי אוכלוסייה ומחקרים טוענים כי רמות התחלואה עקב כך גבוהות מאוד. לכן התהייה האם החוק הביא לאוויר נקי יותר תלויה במשמעות שניתן ליחס למושג "אוויר נקי".

8. "צדק סביבתי הוא מטרה שיש להשיגה עבור כל קבוצות האוכלוסייה ועבור יחידים ברחבי המדינה. צדק סביבתי יושג כאשר כל אדם, ללא קשר למוצאו, תרבותו או הכנסתו, ייהנה מאותה מידה של הגנה מפני סיכונים סביבתיים... כלל האוכלוסייה תהנה מסביבה בריאה שבה חיים, לומדים ועובדים..." (האגודה לצדק סביבתי בישראל). במונח צדק סביבתי, הכוונה לחלוקה הוגנת של משאבים ושל זיהום, נגישות הוגנת לכלל האוכלוסייה האנושית למשאבים וחלוקת נטל הזיהום בשווה.

האם לדעתכם חוק אוויר נקי תורם לעשיית צדק סביבתי או מניעת אי-צדק סביבתי? באיזה אופן? הסבירו.

למורה: השאלה מתאימה מאוד לדיון כיתתי בו יש לכוון את התלמידים לשלב טיעונים מתוך מה שלמדו לגבי חוק אוויר נקי.

### תקנים של איכות אוויר

חוק אוויר נקי מסמך את השר להגנת הסביבה לקבוע ערכים מרביים לנוכחותם באוויר של מזהמים.

החוק מבחין בין שלושה ערכים למזהם:

- ערך יעד: זהו ערך שיש לשאוף להשיג
- ערך סביבה: זהו ערך שחריגה ממנו מהווה זיהום אוויר חזק או בלתי סביר
- ערך התרעה: ערך שחריגה ממנו בזמן חשיפה קצר, גורמת או עלולה לגרום לפגיעה בבריאותם של בני-אדם

לביצוע החוקים ישנם תקנים משני סוגים: תקני איכות אוויר (תקני סביבה) ותקני פליטה. **תקני איכות אוויר** קובעים מהו הריכוז המרבי המותר של מזהם באוויר הפתוח. ריכוז זה תלוי בסוג המזהם ובמשך החשיפה למזהם זה. קיימים תקנים ארציים התקפים בכל הארץ ותקנים מקומיים לאכיפת זיהום שמקורו מתחנות כוח פחמיות.

ריכוזי המזהמים נמדדים על-ידי תחנות הניטור והם נועדו להתראה בלבד. לא ניתן לאכוף תקנים אילו כי לא ניתן לקבוע איזה מפעל הוא האחראי העיקרי לריכוזים החריגים.

חלק מן המזהמים ניתן לנטר באופן רציף בתחנות ניטור והנתונים נגישים לציבור דרך אתרי האינטרנט של המשרד להגנת הסביבה ואיגוד ערים מפרץ חיפה.

**היתרי פליטה** קובעים הגבלות לכמות או ריכוז החומרים המזהמים בגזים הנפלטים ממקורות פליטה מסוימים. הערכים של תקנים אלו מתייחסים לריכוז מרבי (מ"ג/מ"ק) או לקצב פליטה מרבי

(ק"ג/שעה) מותר של החומרים המזהמים בגזים הנפלטים ממקורות פליטה שונים כגון: ארובות, מתקני אוורור של מפעלים וצינורות פליטה של כלי רכב. תקנים אילו נקבעים בצורה ייחודית למפעלים מזהמים והם ניתנים לאכיפה כי המפעל אחראי לחריגות מהתקן שהותר לו. תקני פליטה מבוססים על שני שיקולים:

✓ שיקול טכנולוגי - שימוש בטכנולוגיה העדכנית ביותר הקיימת על מנת להפחית את כמות המזהמים הנפלטת.

✓ שיקול של מיקום - מיקום מקור הזיהום בסמוך לריכוזי אוכלוסייה יגרום להחמרת תקן הפליטה למפעל המזהם.

ניתן לחלק את מקור הפליטות לפי:

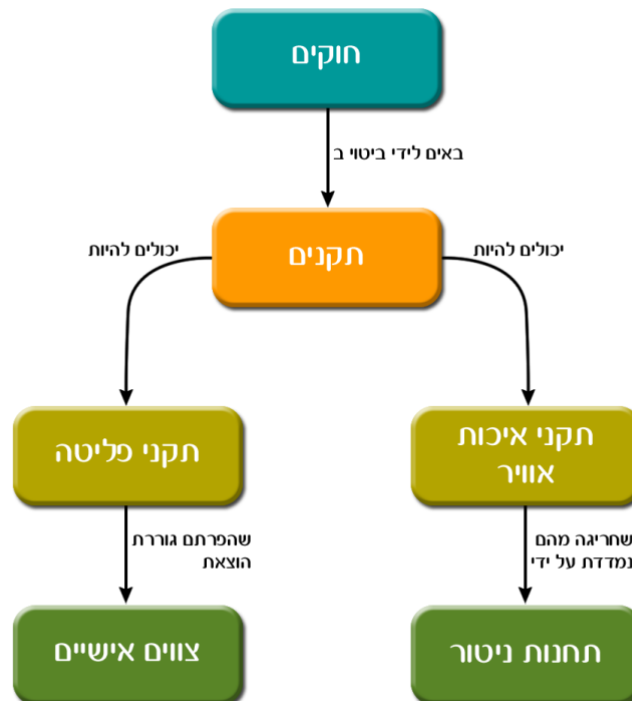
✓ פליטות מוקדיות- ארובות מפעלים, תחנות כוח – ניתנים לאכיפה

✓ פליטות לא מוקדיות - מקורות שטח במפעלים, מתקני טיפול בשפכים, מחצבות, תחנות דלק.

חריגה מתקני הפליטה מאפשרים לשר לאיכות הסביבה לתת לאדם פלוני צו אישי המטיל עליו את האחריות לנקוט צעדים לשם מניעת זיהום אוויר חריג. כך למשל מנהלי תחנות הכוח השונות אחראיים אישית למניעת זיהום אוויר חריג מתחנות הכוח. במידה ומתרחש אירוע חריג, מוצא צו אישי למנהל ועליו לשלם קנס או לרצות תקופת מאסר בבית הסוהר.

האיוור הבא<sup>4</sup> מתאר את החקיקה הקשורה באיכות האוויר בישראל.

#### מערך החקיקה בארץ לשיפור איכות האוויר

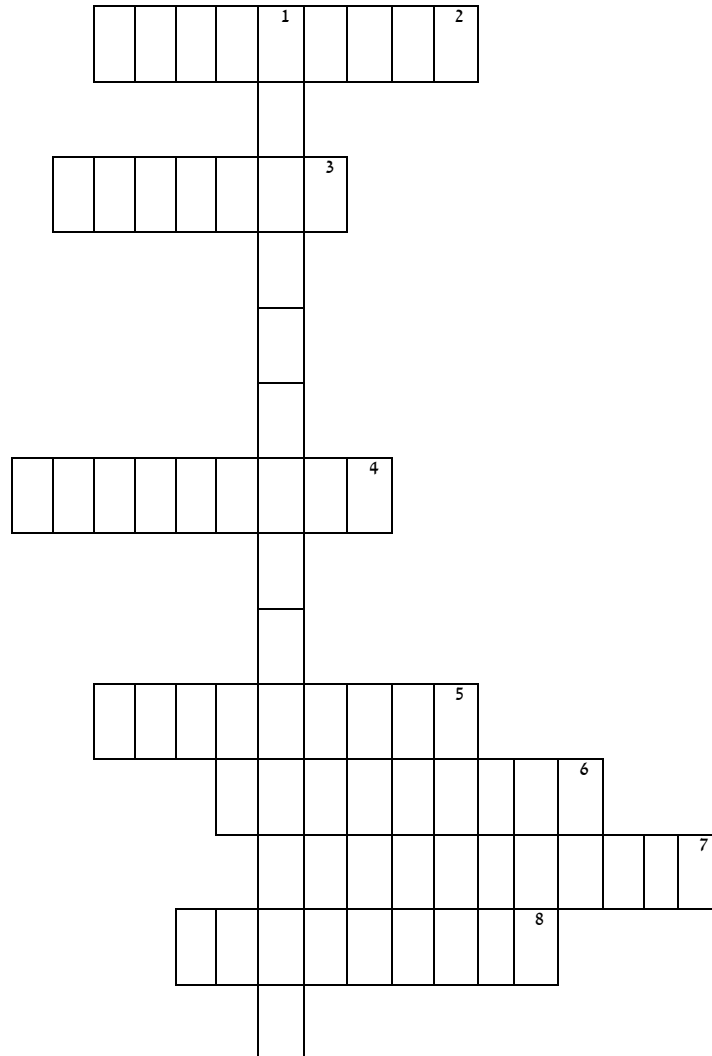


<sup>4</sup> לקוח מתוך: "הרשקוביץ, א. ודורי, י. (2012). איכות האוויר סביבנו, הוצאת יסוד.

### משימה 3 - עושים סדר במושגים

#### הצעה 1 - תשבץ

לפניכם תשבץ של המושגים אותם למדתם עד כה. פתרו אותו בהתאם למידע שלמדתם בפרק זה.



- 1- הגורם המוסמך לקבוע ערכים מרביים לנוכחותם באוויר של מזהמים. מוסמך להורות לאדם פלוני צו אישי המטיל עליו את האחריות לנקוט צעדים לשם מניעת זיהום אוויר חריג
- 2- ערכים שחריגה מהם בזמן חשיפה קצר, גורמת או עלולה לגרום לפגיעה בבריאותם של בני-אדם
- 3- ערכים שיש לשאוף להשיגם כיעד
- 4- קובעים הגבלות לכמות או ריכוז החומרים המזהמים בגזים הנפלטים ממקורות פליטה שונים
- 5- ערכים שחריגה מהם מהווה זיהום אוויר חזק או בלתי סביר
- 6- קובעים מהו הריכוז המרבי המותר של מזהם באוויר הפתוח
- 7- נחקק ב-2008 נכנס לתוקפו ב-1.1.2011 במטרה לשפר את איכות החיים של הציבור במדינה והוא מעמיד את ישראל בשורה אחת עם המדינות המפותחות בעולם
- 8- חוק משנת 1961 העוסק באיכות האוויר. חוק זה הוא חוק פלילי וכל העובר עליו צפוי לעונש.





<p>נחקק ב-2008 נכנס לתוקפו ב 1.1.2011 במטרה לשפר את איכות החיים של הציבור במדינה והוא מעמיד את ישראל בשורה אחת עם המדינות המפותחות בעולם</p>	<p><b>חוק אוויר נקי</b></p>
<p>קובעים מהו הריכוז המרבי המותר של מזהם באוויר הפתוח</p>	<p><b>תקני סביבה</b></p>
<p>קובעים הגבלות לכמות או ריכוז החומרים המזהמים בגזים הנפלטים ממקורות פליטה שונים</p>	<p><b>תקני פליטה</b></p>
<p>ערכים שיש לשאוף להשיגם כיעד</p>	<p><b>ערכי יעד</b></p>
<p>ערכים שחריגה מהם מהווה זיהום אוויר חזק או בלתי סביר</p>	<p><b>ערכי סביבה</b></p>
<p>ערכים שחריגה מהם בזמן חשיפה קצר, גורמת או עלולה לגרום לפגיעה בבריאותם של בני-אדם</p>	<p><b>ערכי התרעה</b></p>

<p>הגורם המוסמך לקבוע ערכים מרביים לנוכחותם באוויר של מזהמים. מוסמך להורות לאדם פלוני צו אישי המטיל עליו את האחריות לנקוט צעדים לשם מניעת זיהום אוויר חריג</p>	<p><b>השר להגנת הסביבה</b></p>
<p>חוק משנת 1961 העוסק באיכות האוויר. חוק זה הוא חוק פלילי וכל העובר עליו צפוי לעונש.</p>	<p><b>חוק כנוביץ</b></p>

---

משימות סיכום –  
עלון לציבור, מצגת פרסומית ומכתב למשרד להגנת הסביבה

---



## פועלים לצמצום זיהום אוויר במפרץ חיפה - עלון הסברה, מצגת מידע ומכתב לשר

רקע

באוגוסט 2015 פרסם המשרד להגנת הסביבה את המסמך:

["תכנית לצמצום זיהום האוויר והסיכונים הסביבתיים במפרץ חיפה לשנים 2015-2020"](#).



מדובר "בתכנית פעולה ממשלתית לצמצום זיהום האוויר והסיכונים הסביבתיים באזור מפרץ חיפה. תכנית הפעולה הוכנה בתיאום עם משרדי האוצר, הבריאות והתחבורה ובשיתוף עם עיריית חיפה ואיגוד ערים אזור מפרץ חיפה – הגנת הסביבה. יישום של כלל הפעולות המפורטות בתכנית יסייע בהפחתה משמעותית בזיהום האוויר. לדוגמא: הפחתה של כמחצית מפליטות המזהמים האורגניים הנדיפים במפרץ, בצמצום הסיכונים לאוכלוסייה בעת אירועי חירום, בשיפור יכולת הניטור הסביבתי והבריאותי ובשיפור המידע המפורסם לציבור. כל אלו יחד יתרמו לשיפור איכות החיים של תושבי מפרץ חיפה ולהגנה על בריאותם".

התוכנית כוללת נקיטת צעדים בתחומים הבאים:

- צמצום זיהום האוויר מהתעשייה וממקורות פליטה נייחים
- צמצום זיהום האוויר מכלי רכב ושייט
- דיגום וניטור של איכות האוויר ובריאות האוכלוסייה
- הפחתת סיכונים חומרים מסוכנים
- הנגשת מידע סביבתי לציבור

### מטרת הפעילות

הנכם חברים במשרד פרסום: "אכפת לנו מהסביבה". במסגרת תוכנית החומש של המשרד להגנת הסביבה והצורך בהנגשת מידע סביבתי לציבור, נשכרתם על ידי המשרד במטרה להכין מסע פירסום לציבור הרחב אשר יציג את תוכנית החומש של המשרד לצמצום זיהום האוויר במפרץ חיפה בין השנים 2015 – 2020.

לצורך כך עליכם להכין:

- עלון הסברה לציבור הרחב שיופץ לתושבים
- מצגת מידע לפרסום בטלוויזיה – אותה תציגו בכיתה
- מכתב שיופנה למשרד להגנת הסביבה בו הנכם פונים אליו כאזרחים הגרים בחיפה או באחת מהערים באזור מפרץ חיפה. במכתב התייחסו למידע שלמדתם מהתוכנית לצמצום זיהום האוויר במפרץ חיפה, מה תחושתכם ותקוותכם בנושא. במידה ויש לכם עוד הצעות, הוסיפו אותן.

### שלב ראשון – הכרת הנושא

- א. התחלקו לקבוצות של 4 תלמידים בקבוצה.
- ב. קראו בעיון את מסמך התוכנית לצמצום זיהום האוויר במפרץ חיפה. כל חבר בקבוצה יבחר להתעמק באחד מארבעת הנושאים המרכזיים בהם עוסקת התוכנית:
1. צמצום זיהום האוויר מהתעשייה וממקורות פליטה נייחים
  2. צמצום זיהום האוויר מכלי רכב
  3. דיגום וניטור של איכות האוויר ובריאות האוכלוסייה
  4. הפחתת סיכוני חומרים מסוכנים

### שלב שני – הכנת עלון הסברה לציבור הרחב

עליכם להכין עלון מידע לציבור הרחב אשר יתאר את התוכנית המתוכננת. התוכנית ממומנת מתקציב המדינה ולכן קיימת חשיבות רבה להסביר לציבור את חשיבות התוכנית והתועלת שבישומה. העלון יכיל מבוא קצר על בעיית זיהום האוויר במפרץ חיפה ואחריו מידע לגבי כל אחד מארבעת התחומים המתוכננים להתבצע במהלך תוכנית החומש.

להלן "טיפים" שיסייעו לכם בהכנה ועיצוב העלון:

- העלון צריך להיות כתוב בשפה ברורה ומתאימה לציבור, ללא עומס בפרטים אך עם מידע משמעותי.
- על העלון להסביר לציבור בצורה ברורה את החשיבות של כל אחד מהנושאים בהם עוסקת התוכנית ולתאר כיצד ביצוע מוצלח של התוכנית המתוכננת יתבטא בפועל וישפיע על הפחתת זיהום האוויר באזור מפרץ חיפה.
- מומלץ לצרף תמונות, סכמות ואיורים בתנאי שהם רלוונטיים לנושא
- מומלץ לתת שם בעל עניין (סלוגן) לעלון שיופיע בכותרת או בדף הפותח
- עצבו את העלון בצורה מושכת ומעניינת
- כתבו את שמות חברי הקבוצה, הכיתה ובית הספר
- צרפו קישורים לכל המקורות בהם השתמשתם
- אורך העלון יהיה 3-4 עמודים.
- יש להעביר את העלון להערכה מעצבת של המורה לפי לוח זמנים שיקבע בכיתה.

מחווון להערכת עלון הסברה לציבור

ציון והערות	מדדי ביצוע			פירוט	קריטריון וחלקו היחסי בציון
	חלש	בינוני	גבוה		
	1-3	4-7	8-10	שימוש נכון במושגים ובשפה מדעית, ניסוח ברור	תוכן העלון 45%
	1-10	11-18	19-25	סיכום ערוך היטב של ההיבטים המרכזיים המופיעים בכל אחד מארבעת הנושאים בתוכנית	
	1-3	4-7	8-10	רישום מקורות והפנייה למקורות נוספים אם יש	
	1-5	6-10	11-15	נוח לקריאה, לא עמוס, ציבעוני במידה	מבנה חזותי של העלון 30%
	1-5	6-10	11-15	תוספת של ייצוגים כגון: תמונות, גרפים, איורים, טבלאות וסכמות התורמות להבנת הצגת הנושא	
	1-5	6-10	11-15	קיים ביטוי לחשיבה יצירתית ומקוריות: בדרך בה מוצג הנושא או הוספת מידע חדש או ייחודי	יצירתיות ומקוריות 15%
	1-3	4-7	8-10	עמידה בלוח זמנים במהלך הכנת העלון כולל הגשה להערכה מעצבת של המורה וביצוע תיקונים	עמידה בלוח זמנים 10%

### שלב שלישי – הכנת מצגת מידע

עליכם להכין מצגת מידע לפרסום בטלוויזיה אשר תתאר את התוכנית המתוכננת. מטרת המצגת היא לשכנע את הציבור שהמשרד לאיכות הסביבה עושה מאמצים רבים לשפר את איכות האוויר למען הציבור ומשקיע תקציבים ומשאבים רבים בתוכנית לצמצום זיהום האוויר במפרץ חיפה. המצגת תכיל מבוא קצר על בעיית זיהום האוויר במפרץ חיפה ואחריו מידע לגבי כל אחד מארבעת התחומים המתוכננים להתבצע במהלך תכנית החומש.

להלן "טיפים" שיסייעו לכם בהכנה המצגת:

- המידע במצגת צריך להיות כתוב בשפה ברורה ומתאימה לציבור, ללא עומס בפרטים אך עם מידע משמעותי.
  - זכרו כי מטרת המצגת הינה פרסום בטלוויזיה. תנו ביטוי ליצירתיות והמקוריות שלכם ובנו אותה בצורה מושכת לקהל היעד.
  - מומלץ לצרף תמונות, סכמות ואיורים בתנאי שהם רלוונטיים לנושא
  - מומלץ לתת שם בעל עניין (סלוגן) שיופיע בשקף הראשון במצגת
  - כתבו את שמות חברי הקבוצה, הכיתה ובית הספר
  - צרפו קישורים לכל המקורות בהם השתמשתם
  - אורך המצגת יהיה 10-15 שקפים.
  - יש להעביר את המצגת להערכה מעצבת של המורה לפי לוח זמנים שיקבע בכיתה.
- להלן "טיפים" להכנת המצגת:
- לכל שקף שימו כותרת. כל הכותרות באותו פונט וגודל
  - אין לשים קטעי טקסט ארוכים. מומלץ בעיקר משפטי מפתח.
  - גודל הפונט יהיה לפחות 20.
  - חשוב לא להעמיס כיתוב ו/או איורים בשקף אחד
  - מומלץ לארגן את המידע ככל האפשר בסכמות, טבלאות או גרפים
  - מומלץ לבחור ברקע אחד זהה לכל השקפים. עדיף רקע בהיר וכיתוב כהה עליו.

### מחווון להכנת מצגת מידע והצגתה בכיתה

ציון והערות	מדדי ביצוע			פירוט	קריטריון וחלקו היחסי בציון
	חלש	בינוני	גבוה		
	1-3	4-7	8-10	שימוש נכון במושגים ובשפה מדעית, ניסוח ברור	תוכן המצגת 40%
	1-7	7-14	15-20	סיכום ערוך היטב של ההיבטים המרכזיים המופיעים בכל אחד מארבעת הנושאים בתוכנית	



ציון והערות	מדדי ביצוע			פירוט	קריטריון וחלקו היחסי בציון
	חלש	בינוני	גבוה		
	1-3	4-7	8-10	רישום מקורות והפנייה למקורות נוספים אם יש	
	1-3	4-7	8-10	שקפים לא עמוסים, כיתוב ברור, כותרת לכל שקף, רצף לוגי	<b>מבנה חזותי של המצגת</b>
	1-3	4-7	8-10	תוספת של ייצוגים כגון: תמונות, גרפים, איורים, טבלאות וסכמות התורמות להבנת הצגת הנושא	<b>20%</b>
	1-3	4-7	8-10	שיתוף פעולה בין חברי הצוות תוך הכנה מקדימה של דרך ההצגה	<b>הצגת המצגת בכיתה</b>
	1-3	4-7	8-10	בהצגה יש ביטוי של הבנת הנושא, יכולת להרחיב ולהסביר מעבר למשפטים הכתובים במצגת	<b>20%</b>
	1-3	4-7	8-10	קיים ביטוי לחשיבה יצירתית ומקוריות: בדרך בה מוצג הנושא או הוספת מידע חדש או ייחודי	<b>יצירתיות ומקוריות</b>
	1-3	4-7	8-10	עמידה בלוח זמנים במהלך הצגת המצגת ובתהליך הכנתה כולל הגשה להערכה מעצבת של המורה וביצוע תיקונים	<b>עמידה בלוח זמנים</b>
					<b>10%</b>

#### שלב רביעי – ניסוח מכתב למשרד להגנת הסביבה

נסחו מכתב שיופנה למשרד להגנת הסביבה בו הנכם פונים כאזרחים הגרים בחיפה או באחת מהערים באזור מפרץ חיפה. במכתב התייחסו למידע שלמדתם מהתוכנית לצמצום זיהום האוויר במפרץ חיפה, מה תחושתכם ותקוותכם בנושא. נסו לשלב במכתב גם גישה מעט ביקורתית. עברו שוב על התוכנית וחישבו האם כל הנושאים (וכל הסעיפים) בתוכנית אכן מקבלים את תשומת הלב

הדרושה? אולי יש דברים שנראים לכם מפחות מרכזיים או שיש נושאים חשובים אליהם לא קיימת התייחסות בתוכנית? במידה ויש לכם עוד הצעות, הוסיפו אותן.  
שימו לב לכתוב בצורה מכובדת ובשפה תקנית, הקפידו על פנייה רשמית.  
אורך המכתב יהיה כשניים עד שלושה עמודים.  
יש להעביר את המכתב להערכה מעצבת של המורה לפי לוח זמנים שיקבע בכיתה.

מחווון להערכת מכתב לשר להגנת הסביבה

ציון והערות	מדדי ביצוע			פירוט	קריטריון וחלקו היחסי בציון
	חלש	בינוני	גבוה		
	1-3	4-7	8-10	שימוש נכון במושגים ובשפה מדעית	תוכן המכתב  45%
	1-10	11-18	19-25	התייחסות תמציתית וברורה להיבטים המרכזיים המופיעים בכל אחד מארבעת הנושאים בתוכנית	
	1-3	4-7	8-10	ארגון הגיוני ורציף של הנושאים במכתב	מבנה חזותי של המכתב  30%
	1-5	6-10	11-15	נוח לקריאה, לא עמוס	
	1-5	6-10	11-15	שימוש בשפה תקנית, פנייה רשמית ומכובדת	יצירתיות ומקוריות  15%
	1-5	6-10	11-15	קיים ביטוי יצירתי או מקורי בהצעות המוצעות במכתב	
	1-3	4-7	8-10	עמידה בלוח זמנים במהלך הכנת המכתב כולל הגשה להערכה מעצבת של המורה וביצוע תיקונים	עמידה בלוח זמנים  10%

למורה :

פעילות הסיכום מביאה לידי ביטוי את הידע שרכשו התלמידים במהלך לימוד הנושא כמו גם הכרות עם תכנית עדכנית המתבצעת בימים אלו. במהלך לימוד היחידה, ביצעו התלמידים מגוון משימות הכוללות מיומנויות רבות כגון: איתור מידע, ייצוג מידע, בחינת אמינות מקור מידע, חשיבה ביקורתית, קבלת החלטות, שאלת שאלות, חשיבה יצירתית. משימת הסיכום מאפשרת לתלמידים להביא לידי ביטוי את כל המיומנויות בהם התנסו במהלך לימוד הנושא.

פעילות הסיכום מתאימה לעבודה קבוצתית (מומלץ עד 4 בקבוצה). חשוב להסביר לתלמידים את מטרת הפעילות ולעבור איתם על הדרישות השונות. הפעילות מלווה בהערכה חלופית באמצעות מחוון ביצועים ולכן חשוב לעבור עם התלמידים על המחוון כדי שיכירו את הקריטריונים להערכתם וכך יוכלו להקפיד על מילוי כל הדרישות במהלך הכנת הפעילות.

הפעילות דורשת זמן שחשוב לא רק להכנה אלא גם לתהליך של הערכה מעצבת. חשוב מאוד לתת לתלמידים לוח זמנים בתחילת העבודה לכל שלב לפי החלטת המורה.

הפעילות כוללת הכנת עלון, מצגת ומכתב. אומנם כל אחד מאלו מבוסס על אותו מידע (מסמך התוכנית) אך הכנת העלון, המצגת והמכתב מאפשר התנסות במגוון מיומנויות ולכן מומלץ לתת לתלמידים להתנסות בכולם. סדר הפעילויות: עלון, מצגת ומכתב – מאפשר מיקוד וזיקוק המידע. בעלון יש מידע רחב יותר, במצגת מידע מצומצם יותר ובמכתב מידע ממוקד עוד יותר. תהליך זה חשוב בפני עצמו לצורך פיתוח היכולת למקד את המידע החשוב והרלוונטי ביותר למטרה המיועדת. מומלץ לדון עם התלמידים בתהליך זה. מעבר לכך, הכנת המכתב מכוונת את התלמידים לפעילות חברתית-ציבורית בנושא וזו התנסות חשובה כשלעצמה.

ניתן כמובן להציע לתלמידים לבחור באחד משלש האפשרויות אך כאמור מומלץ לאפשר לכולם להתנסות בכל של המשימות.

היבט נוסף שמומלץ לשלב הוא התייחסות לאתרים בהם הנושא כולו מוגש לציבור. במהלך הכנת המשימה ובעקבות כל המשימות שעשו התלמידים בחוברת, כדאי לדון או לבקש מהתלמידים להתייחס לדרך בה המידע בכל אחד מהנושאים מוצג לציבור – האם הנושא מוגש מספיק? באילו דרכים הוא מוגש? מה ניתן לעשות/לשנות?

---

## מקורות

---

בפעילויות השונות מצורפים כל הקישורים לאתרים הרלוונטיים.  
המקורות הבאים מתייחסים למידע המוצג בפרקים השונים.

פרק: בעיית זיהום האוויר במפרץ חיפה - - מיתוסים ועובדות  
איכות האוויר - תמונת מצב לשנת 2014, המשרד להגנת הסביבה

פרק מזהמי אוויר - סוגים, מקורות ונזקים

חלקיקים:

- אתר המשרד להגנת הסביבה - מפל"ס - מרשם פליטות לסביבה
- אתר המשרד להגנת הסביבה - מאמר בנושא חלקיקים
- אתר המשרד להגנת הסביבה - מרשם הפליטות לסביבה - מפלס, דיווח 2015
- סבבה - אוויר - זיהום אוויר
- [http://kids.gov.il/sababa/sababa\\_pool/pages/4451](http://kids.gov.il/sababa/sababa_pool/pages/4451)
- מדיניות הטיפול בפסולת חקלאית - מאמר מטעם המשרד להגנת הסביבה

תחמוצות חנקן:

- אתר המשרד להגנת הסביבה - מאמר בנושא תרכובות NO<sub>x</sub>
- סבבה - אוויר - זיהום אוויר
- סבבה - מידע סביבתי - תחבורה - רכבים היברידיים
- איגוד ערים חיפה - מסמך בנושא זיהום אוויר מכלי רכב

תחמוצות גפרית:

- איגוד ערים חיפה - מפת תחנות ניטור וקריאת נתונים בזמן אמת
- אתר המשרד להגנת הסביבה - מידע בנושא תחמוצות גופרית
- הרשקוביץ, א. וסער ל. (2007). הכל כימיה, ניתוח מאמרים מדעיים מעובדים וחקר אירועים. הוצאת יסוד.

פרק ניטור אוויר

- האתר של מני"א <http://www.svivaaqm.net>
- מפת תחנות לניטור איכות אוויר בפריסה ארצית באתר של המשרד להגנת הסביבה

<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/AirQualityData/NationalAirMonitoin/g/Pages/MonitoringStationsMap.aspx>

• אתר איגוד ערים : <http://www.envihaifa.net/Default.rtl.aspx>

פרק חוק אוויר נקי

הרשקוביץ, א. ודורי, י. (2012). *איכות האוויר סביבנו*. הוצאת יסוד.

[חוק אוויר נקי](#)