



14 מאי 2008  
ט' אייר תשס"ח

לכבוד  
דר' לבנה קורדובה  
מנהלת מדעית מנ"א  
המשרד לאיכות הסביבה

הנדון: התייחסות לחוות דעת של משרד הבריאות על הקמת מכרת פוספטים בשדה בריר  
בנושא חשיפת האוכלוסייה לחלקיקים נשימים עדינים באזור ערד

### תקציר

1. הפעלת המתקן המתוכנן של חברת רותם, בסמוך לערד, תגרום להרעת מסוימת ב מצב הבריאותי של האוכלוסייה מסביב.
2. הרעה זו תתורגם בעלייה אומנם מזערית בשיעורי תמותה, אבל התמונה לגבי התחלואה מורכבת יותר.
3. לגבי התחלואה, העלייה הצפויה במספר החולים, שאינה כלל מרשימה באחוזים, עלולה להיות משמעותית במספרים אבסולוטיים. הקיום של אוכלוסייה פגיעה במיוחד באזור, המורכבת מחולי מחלות ראות שהחליטו להשתקע בערד לצורך הבראה, מחמירה את התמונה.

לכן, במדיה והמדידות העתידי ות להתבצע בעת ניסוי הכרייה, תאשרנה את הערכה של המודל שהופעל, ניתן ע"פ הנתונים להלן להעריך כדלקמן את השפעה הבריאותית על אוכלוסיית ערד:

**עבור תוספת ריכוז ממוצע שנתי של  $PM_{2.5}$  של  $0.4 \text{ ug/m}^3$  ניתן יהיה לצפות:**

- 0.6% של עלייה בתמותה השנתית של חולי לב וריאות
- 0.3% של עלייה בתמותה שנתית כוללת – **ז"א ע"ב תמותה שנתית ממוצעת כיום של 166 פטירות בשנה, פחות מפטירה אחת בשנה** – במילים אחרים לא ניתן יהיה להפריד בין ההשפעה המזערית על התמותה של הפעלת המכרה והתנודות הטבעיות של תמותת האוכלוסייה.
- 1.2% של עלייה בתחלואה ממחלות ריאות בקרב האוכלוסייה ה כללית, ובעיקר אוכלוסיית הילדים.
- אין מספיק כלים בספרות המדעית ע"מ להעריך באופן כמותי את השפעה הבריאותית לטווח הארוך של הצטברות של חלקיקים בעלי יסודות רדיו-אקטיביים השוקעים בריאות של האוכלוסייה החשופה. נקודה זו גם הודגשה בחוות דעת שפרסם אגף הקרינה במשרד. נוצר כאן מצב המחייב הפעלת עקרונות זהירות המונעת או הימנעות המונעת.



## רקע

המטרה הראשונה של המסמך הנוכחי היא לסכם את הכללים המדעים המאפשרים להעריך את הסיכונים הבריאותיים הנובעים מחשיפה לזיהום אוויר מהחלקיקים הנשימים העדינים העתידיים להיפלט לאוויר כתוצאה מהקמה והפעלת מכרת הפוספטים שבנדון.  
המטרה השנייה היא לנסות ו להעריך כמותית את הסיכונים הבריאותיים האלה, ביישום אותם הכללים המדעים. כל זאת, בהתאם להערכות של ריכוז החלקיקים הנשימים העדינים הצפויים להיות תרומה של הפעלת מכרה הפוספטים בשדה בריר ועלולים להימצא בשכונות המגורים של ערד, שהתקבלו ממודל פיזור המזהמים בתסקיר ההשפעה על הסביבה.  
יש להדגיש שהערכת הסיכונים הזן מתבססת על הערכת (תוספת ריכוז חלקיקים עדינים באוויר) שהתקבלו מהרצת המודל, והערכה הסופית תתקבל רק לאחר תום המדידות בפועל בעת הניסוי המתוכנן של כריית הובלה פוספטים באתר המיועד

## הקדמה

התמונה המוצגת בחוות דעתם של חוקרי משרד הבריאות שהועברה אלי, מדגישה את התופעות החמורות הבאות, שהפעלת האתר תגרום כתוצאה מחשיפה לזיהום אוויר שיוצר:

1. עליה של 4.25% בשעורי התמותה הכללית בערד שמשמעותה תוספת של 7 נפטרים נוספים בערד כל שנה.
  2. ירידה בתפקודי ריאות תקינים אצל ילדים ב- 1.1%.
  3. גידול בפניות לחדר מיון של ילדים עד גיל 14 ב- 0.25% ושל מבוגרים מעל 65 – ב- 0.4%.
- זאת, כאשר הנתונים חושבו לגבי ערד, אך ברור שהשפעות דומות ואף חריפות מכך יהיו על תושבי אל-פורעה ותושבי כסייפה וכל הפזורה הבדואית בסביבה.

לאחר עיון בדוח, חייב אני להעלות מספר הערות בעלות חשיבות בהערכת הסיכונים המדוברת:

(1) השגות לגבי הבסיס המדעי לחישוב אומדן הסיכון:  
בהערכת הסיכונים לגבי החשיפה לחלקיקים הנשימים העדינים, החוקרים התבססו על עבודה (איזה עבודה – לציין) שאומנם פורסמה ב-2002 בעיתון מדעי בעל מוניטין בינלאומי, אך נמצאת תחת ביקורת נוקבת של הקהילה המדעית בגלל פגמים מתודולוגיים קשים. דבר זה פוגע באמינות הדוח למרות שקיים בסיס רחב להערכת סיכונים כתוצאה מהחשיפה לחלקיקים נשימים עדינים מתוך הפרסומים של קבוצות המומחים של ה-EPA ושל ה-WHO.  
למרות הנאמר לעיל, המודל שאומץ ע"י החוקרים של משרד הבריאות, נחשב אולי כלוקה בהערכת יתרה של הסיכונים הבריאותיים, אבל אין לראות בחריגה זו דבר הפוסל באופן מוחלט בשל עצמו את מסקנותיהם, אלא רק דבר המחייב לבחון באיזו מידה הערכה זו היא יתרה על המוסכם היום על הקהילה המדעית הבינלאומית.

(2) השגות לגבי הבסיס להערכה הכמותית של הסיכון הבריאותי:  
החוקרים התבססו על הנתונים של תסקיר ההשפעה על הסביבה שהועבר אליהם. בהתבסס על הנתונים שהו פיעו באותו התסקיר התקבלו המספרים שהוצגו בדוח שלהם. גם אם יש מקום להשגות לגבי הבסיס של המודל חישובי בו השתמשו, התוצאות שהתקבלו בהערכותיהם משקפות בהחלט את הערכת הסיכונים שניתן היה להסיק על בסיס ההערכות שנכללו בנתונים שהיו בידיהם.  
החוקרים אף הדגישו ביושר רב, שהם רואים בכך בעיה מתודולוגית יסודית, ולאחר קבלת נתונים מדויקים יותר, יהיה צורך לבצע הערכה מחדשת של אומדן הסיכון הבריאותי.



נוסף על כך, קיימות גם בעיה נוספות בהפעלה העתידית של המכרה, שלא נדונו בדוח של משרד הבריאות:

- א. נזקים בריאותיים כתוצאה מ שילוב של חשיפה מוגברת לחלקיקים נשימים עדינים בקרב אוכלוסייה החשופה כבר ממילא לרמות גבוהות למדי של אוזון.
- ב. נוכחות של אוכלוסייה ייחודית, פגיעה במיוחד, מסיבות בריאותיות, בין תושבי ערד.
- ג. שקיעה של חלקיקים בעלי יסודות רדיו- אקטיביים בדרכי הנשימה של הנחשפים, והימצאותם לטווח הארוך בריאותיהם.

בהתאם למטרות שהוגדרו בתחילת חוות הדעת הנוכחית, נבחן כעת:

- א. הבסיס המדעי להערכת ההשפעות הבריאותיות הצפויות כתוצאה מהחשיפה לחלקיקים הנשימים העדינים שמקורם במכרה הפוספט העתידי.
- ב. אומדן הכמותי של השפעות הבריאותיות האלה, לאור הריכוזים הצפוים של החלקיקים הנשימים העדינים, שהתקבלו במהלך ההשלמות לתסקיר ההשפעה על הסביבה, שנעשו ע"פ בקשת המשרד להגנת הסביבה.

## השפעות בריאותיות צפויות של החשיפה לחלקיקים נשימים עדינים

אין שום ספק שכאן טמונה הסכנה הבריאותית העיקרית לאוכלוסיית הסביבה. שחרור החלקיקים יתבצע בשלבים שונים של התהליך: בעת הפיצוצים והכרייה עצמה, אבל גם ואולי בצורה משמעותית יותר מער ימות העפר שיתווספו ובעת הובלת החומר מחוץ לאתר. קיים בנושא זה ניסיון מצטבר ברחבי העולם, המראה את חומרת הבעיה, גם כאשר מדובר במכרה תת- קרקעי, קל וחומר כאשר מדובר במכרה פתוח, בתנאי אוויר יבשים במיוחד.

ההגבלות ה"מבצעיות" לגבי השעות בהן ניתן לבצע הפיצוצים יכולות להתקבל על הדעת לגבי מניעת מטרי רעש בשעות הלא נוחות, אך אינן מפחיתות בשום אופן העדר או אפילו מזער החשיפה של האוכלוסייה בסביבה לחלקיקים העדינים. סביר בהחלט להתייחס לכווני הרוח ה"קבועים" כאל מצב בשגרה, שעלול להשתנות בצורה פתאומית ובלתי צפויה, ולכן לא ימנע את החשיפות החריגות של האוכלוסייה מסביב לחלקיקים הנשימים העדינים. הטיעון שמדובר יהיה בחשיפות קצרות-טווח אינו עומד מול העובדות המדעיות המצביעות בצורה חד משמעית על השפעות חמורות ואף קטלניות של אותם האירועים.

לכן טמון הצורך ההכרחי לבצע סידרה של מדידות בפועל, ובתנאי מזג אוויר משתנים, בעת ניסוי כרייה והובלה במקום ע"מ לאשר את תוצאות המודל המהווה הבסיס לנתוני התסקיר הסביבתי והשלמותיו.

הבסיס להערכת עוצמת ההשפעות הבריאותיות ות של החשיפה לחלקיקים עדינים, מתבסס על סיכום המחקרים בתחום. המחקרים ה"שניים" יותר (באופן יחסי) התמקדו בהשפעות החלקיקים מסוג  $PM_{10}$  שקוטרם קטן מ-  $10\mu m$ , והמחקרים חדישים יותר התמקדו בהשפעות של החשיפה לחלקיקים מסוג  $PM_{2.5}$ , שקוטרם קטן מ-  $2.5\mu m$ . ככל שהקוטר של החלקיקים קטן יותר, הסיכוי שאותם החלקיקים יחדור עד עומק הריאות ויגרמו לנזק בריאותי גדול יותר. כתוצאה מכך, ניתנת עדיפות היום להערכות סיכונים המבוצעות על בסיס מדידות של ריכוזים של  $PM_{2.5}$ . אומנם במקומות רבים, טכנולוגיה זו אינה עדיין זמינה, ואז מסתפקים בהערכות המתבססות על ערכי  $PM_{10}$ .

כמו כן, הערכים החשובים לקביעת הנזק הבריאותי הצפוי, מתחלקים בהתאם לטווח הזמן אליו נחשפת האוכלוסייה.

א. הערכת ההשפעות הבריאותיות קצרות-הטווח המתבססת על הערכים היממתיים המרביים של ריכוז החלקיקים באוויר (גישה המכונה לעיתים בשם "Worst Case Situation").

ב. הערכת ההשפעות הבריאותיות לטווח הארוך המתבססת על הערכים הממוצעים השנתיים, הלוקחים בחשבון מגוון הגורמים הטכנולוגיים, המטאורולוגיים והאנושיים, המשפיעים לאורך השנה על פיזור החלקיקים מהמקור בו מדובר. ערך שונה באופן יסודי מהערך היממתי המרבי.



אם בהעדר הערכה של ריכוזים ממוצעים לטווח הארוך, ניתן להתבסס על ערך יממתי מרבי, למרות שהוא מהווה הערכה יתרה משמעותית של הסיכון, צד זה אינו נכון כאשר קיימת הערכה של הריכוז הממוצע השנתי.

יש להדגיש כאן, שבהעדר נתון מתאים יותר, שעמד ברשותם בעת חי בור הדוח, החוקרים של משרד הבריאות נאלצו להשתמש בערך היממתי המרבי של תוספת הצפויה בריכוז החלקיקים העדינים הנשימים. החוקרים ציינו ביושר רב שלאחר קבלת ערכים מתאימים ומדויקים יותר יהיה צורך לחשב מחדש את אומדן הכמותי של הפגיעות בריאותיות הצפויות

חייבים לציין שכל ההערכות הסיכון הבריאותי מתייחסות בנפרד, הן לאוכלוסייה הכללית והן לאוכלוסיות הנמצאות בסיכון בריאותי גבוה בעת חשיפה לזיהום אוויר מחלקיקים: בעיקר חולי מחלות לב וריאות (ובראשם חולי אסתמה).

אל לנו לשכוח שערך הוא ישוב עם ריכוז אוכלוסיה של חולי מחלות ריאות שבחרו עקב מצבם הבריאותי להשתקע שם ע"מ לנשום אוויר נקי ויבש ולהתרפות כתוצאה מכך.

### 1) השפעות הבריאותיות של חשיפה קצרת-טווח ל-PM<sub>10</sub>:

כפי שניתן בבירור לראות בטבלה הרצ"ב, שמקורו בארגון הבריאות העולמי, עלייה קצרת מועד בריכוזי חלקיקים עדינים מסוג PM<sub>10</sub> ב-10ug/m<sup>3</sup> גורמת בממוצע בעליית התמותה הכוללת של 0.6%, כאשר העלייה בתמותה בקרב חולי מחלות ריאות היא 1.3% (ראה טבלה 1).

טבלה 1: השפעות בריאותיות קצרות-טווח עם עלייה של 10 מיקרו-גרם למ"ק בריכוזי חלקיקי PM<sub>10</sub>

Table 1. Short-term effects on health from 10- $\mu\text{g}/\text{m}^3$  increases in PM<sub>10</sub> concentration

Health outcome	Estimated percentage increase in risk per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM <sub>10</sub> (95% confidence interval)	Estimates available for meta-analysis
All-cause mortality	0.6 (0.4–0.8)	33
Mortality from respiratory diseases	1.3 (0.5–2.0)	18
Mortality from cardiovascular diseases	0.9 (0.5–1.3)	17
Hospital admissions for respiratory disease, people age 65 years and over	0.7 (0.2–1.3)	8
Cough, children aged 5–15 years with chronic symptoms	0.0 (–1.3–1.1)	34
Medication use, children aged 5–15 years with chronic symptoms	0.5 (–1.9–2.9)	31

Source: Anderson HR et al. *Meta-analysis of time series studies and panel studies of particulate matter (PM) and ozone (O<sub>3</sub>).* Report of a WHO task group. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2004

### 2) השפעות הבריאותיות של חשיפה ארוכת-טווח ל-PM<sub>10</sub> ול-PM<sub>2.5</sub>

כאשר מתייחסים להשפעות ארוכות-הטווח, העלולות להיווצר כתוצאה חשיפה כרונית לרמות גבוהות של חלקיקים נשימים עדינים (וע"פ הניסיון במקומות אחרים בעולם, סביר מאוד להניח שהעלייה בריכוזים האלה לא תהיה מוגבלת לחריגות אפילו חוזרות), המצב חמור עוד יותר.

ארגון הבריאות העולמי פרסם בשנת 2000 כחלק מהמלצותיו לקווים מנחים לאיכות אוויר באזור אירופה את סיכום המחקרים שבוצעו בתחום זה, ואומדני הסיכון הנובעים מהחשיפה ארוכת טווח לחלקיקים עדינים מסוג PM<sub>10</sub> ו-PM<sub>2.5</sub>. כמו כן פורסמה, באותו דוח של ארגון הבריאות העולמי, התייחסות מיוחדת להשפעות בריאותיות צפויות בקרב אוכלוסיית הילדים כתוצאה מהחשיפה הממושכת לחלקיקים העדינים מסוג PM<sub>2.5</sub>.



**Table 11. Summary of relative risk estimates for effects of long-term exposure to particulate matter on the morbidity and mortality associated with a 10 µg/m<sup>3</sup> increase in the concentration of PM10 or PM2.5**

Endpoint (reference)	Relative risk for PM2.5 (95% confidence interval)	Relative risk for PM10 (95% confidence interval.)
Mortality (26)	1.14 (1.04–1.24)	1.10 (1.03–1.18)
Mortality (115)	1.07 (1.04–1.11)	n.a.
Bronchitis (154)	1.34 (0.94, 1.99)	1.29 (0.96–1.83)
% change in FEV <sub>1</sub> , children (155)	– 1.9% (– 3.1% to – 0.6%) <sup>a</sup>	– 1.2% (– 2.3% to – 0.1%)
% change in FEV <sub>1</sub> , adults (151)		– 1.0% (n.a.)

הערה: "תמותה" בשורה הראשונה מתייחסת לתמותה בקרב חולים הסובלים ממחלות ריאות או לב, "תמותה" בשורה השנייה מתייחסת לתמותה הכוללת.

**Table 12. Estimated number of children (out of 200 000 in a population of 1 million) experiencing health effects, per year, due to long-term exposure to a PM2.5 concentration of 10 or 20 µg/m<sup>3</sup> above a background level of 10 µg/m<sup>3</sup>**

Health effect indicator	No. of children affected per year at PM2.5 concentrations above background of:	
	10 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
No. of additional children with bronchitis symptoms	3350	6700
No. of additional children with lung function (FVC or FEV <sub>1</sub> ) below 85% of predicted	4000	8000

נוסף על התמותה יתרה הצפויה, ניתן לראות שאותה עלייה של 10µg/m<sup>3</sup> בריכוז החלקיקים מסוג PM<sub>10</sub> או PM<sub>2.5</sub> תגרום בתחלואה יתרה ממחלות ריאות של כ-30%.

הערכה מחודשת בוצעה בשנת 2004, ומומחי ארגון הבריאות העולמי גיעו לקביעה שכל עלייה של 10µg/m<sup>3</sup> בריכוזים של חלקיקים עדינים מסוג PM<sub>2.5</sub>, במצבים של חשיפה כרונית, גורמת לתמותה יתרה של 6% (כלל סיבות המוות) וב-14% עבור החולים הסובלים מחלות ריאות.

עלי לציין ש מחקר שפורסם בשנה שעברה, ונחשב המחקר האיכותי ביותר שבוצע אי פעם להערכת ההשפעות לטווח הארוך של החשיפה לחלקיקים עדינים מסוג PM<sub>2.5</sub> הגיע להערכות גבוהות יותר מהסיכון הבריאותי. המחקר שעקב אחר 65000 נשים מבוגרות ללא רקע של מחלות לב ב-36 ערים בארה"ב, אסף נתוני תחלואה בקרבן, ונתוני מדידות ריכוזי PM<sub>2.5</sub> שבוצעו בקרבת מקום מגוריהן. החוקרים מצאו שכל עלייה של 10µg/m<sup>3</sup> בריכוזים של חלקיקים עדינים מסוג PM<sub>2.5</sub>, בחשיפה לטווח הארוך, גורמת לעלייה של 24% בסיכון להופעת אירוע קרדיו-וסקולרי (אוטם שריר הלב, שבץ מוחי וכד') וב-76% הסיכון למות ממחלת לב או כלי דם.



הפעלת המתקן המתוכנן מעלה ללא ספק את החשש מפני עלייה בתמותה ולתחלואה כתוצאה מפליטה מרובה של חלקיקים עדינים לאוויר, בסמוך מאוד לישובים מאוכלסים. במקרה הייחודי בו אנו דנים, המצב עלול להיות חמור עוד יותר, היות ומדובר בריכוז אוכלוסיה (אולי הגבוה בארץ) של חולים כרוניים הסובלים ממחלות ריאות, אוכלוסייה הפגיעה במיוחד במצבים של חשיפה לחלקיקים העדינים

נוסף על כך, אל לנו לשכוח שבשנים האחרונות אנו עדים לתופעות חוזרות של חריגות בריכוזי אוזון באזור ערד. מזהם אוויר זה, ידוע כפועל בצורה משולבת עם החלקיקים העדינים לייצר פגיעות בריאותיות מרובות. מחקרים רבים מתפרסמים בשנים האחרונות הדנים בקשר הקטלני הזה בין מזהמי אוויר אלה. במצב הנוכחי של הידע המדעי, כללי הזהירות המונעת דורשים מאתנו להתייחס בחומרה רבה לאפשרות של הקמת מקור של פליטה מסיבית של חלקיקים עדינים, סמוך לישוב המאוכלס במספר רב של חולי אסתמה, ושבו קיים נמדדו חריגות רבות של רמות אוזון.

## התייחסות להרכב החלקיקים

למרות שלגבי השפעה של החשיפה לחלקיקים העדינים על תמותה ותחלואה, אין בסיס מדעי להפריד בין הסוגים השונים של חלקיקים, בנושא של השפעה מסרטנת המצב הוא שונה למדי.

### (1) השפעה מסרטנת

כאן המקום להדגיש ש אומנם קיים קשר מובהק בין חשיפה לחלקיקים עדינים ותחלואת הסרטן, אבל מאז העבודות הראשונות בתחום, המחקרים שבוצעו בשנים האחרונות ממקדים את מקור התופעה בחלקיקים העדינים הנפלטים מכלי תחבורה ולא בכל סוגי החלקיקים. השפעה זו נקשרת במיוחד לנוכחות של פולי-ארומטים (PAH) הנפלטים בחלקם בצורת חלקיקים. חומרים אלה, אין זה סביר שיפלטו מהקמת המפעל ולפיכך, שיגרמו לתחלואה מוגברת בסרטן כתוצאה לחלקיקים העדינים.

לכן, לגבי המסקנות של חוקרי משרד הבריאות לגבי תחלואה ותמותה מסרטן, חייב אני להסתייג מדבריהם.

### (2) התייחסות ליסודות רדיואקטיביים שבחלקיקים הנפלטים לאוויר

החלקיקים הנפלטים ממכרות פוספאט ידועים כמכילים מרכיבים בעלי פעילות רדיואקטיבית ומתכות כבדות. מתכות כבדות הם בהגדרה חומרים שחשיפתם מזיקה לבריאות היות ואין להם תפקיד פיזיולוגי. הנוכחות של אלמנטים רדיואקטיביים, בעלי מחצית חיים ארוכה, באבק הנפלט מהמכרה, וכתוצאה מכך באוויר שנושמים תושבי האזור, בעייתית במיוחד. מדובר בחשיפה לחלקיקים עדינים, ואפילו עבור חלקם בחלקיקים עדינים במיוחד, שחודרים למערכת הנשימה ושוקעים בתוך הריאות. אומנם אין היום מידע מובהק לגבי ההשפעות לטווח הארוך של מצבים אלה, אך העובדה שחלקיקים אלה משחררים באופן מתמשך קרינת אלפא, לרוב בצורה של יצירת גז ראדון in situ (בתוך עומק הריאות) – דבר השונה לחלוטין מבעיית של ריכוזים גבוהים של ראדון באוויר הסביבתי, מטרידה במיוחד. אכן, מדובר בקיום של חשיפה אינטימית למרכיבים בעלי פוטנציאל לפגיעה מתמשכת, גנו-טוקסית, ולכן העלולה להיות מסרטנת. קל להבין שהמצב יכול לגרום לתוצאות חמורות במיוחד, בעיקר בקרב אוכלוסיית הילדים שיהיו חשופים לטווחי זמן של שנים לתוספת קרינה בתוך הריאות שלהם.

המידע על כמות החלקיקים השוקע בריאות הוא מצומצם. מסיכום של המחקרים הבודדים שבוצעו בתחום, מומחי ארגון הבריאות העולמי מעריכים שאצל בני האדם תופעה זו אינה ליניארית: כאשר 60% מהחלקיקים שקוטרם קטן מ-0.01 um (PM0.1) שוקעים בריאות, רק 20% מהחלקיקים שקוטרם בין 0.01 um ל-0.1 um שוקעים בריאות ואחוז זה עולה שוב עם קוטר החלקיקים עד כ-60% עבור החלקיקים שגודלם בסביבות 5 um (שהם חלק מה-PM10). לכן, למרות שאין לנו כלים לכמת את הסיכון הזה, אך בהתייחס לחומרת התוצאות האפשריות של החשיפה, נדרש לנקוט במדיניות מבוססת על עקרונות "זהירות המונעת".



## סיכום

ביישום הכללים המדעים שפורטו בדוח, ובהתאם לריכוזים הצפויים שהתקבלו מהפעלת המודל, ניתן היום לסכם כדלקמן את המצב:

1. הפעלת המתקן המתוכנן של חברת רותם, בסמוך לערד, תגרום להרעת מסוימת ב מצב הבריאותי של האוכלוסייה מסביב.
2. הרעה זו תתורגם בעלייה אומנם מזערית בשיעורי תמותה, אבל התמונה לגבי התחלואה מורכבת יותר.
3. לגבי התחלואה, העלייה הצפויה במספר החולים, שאינה כלל מרשימה באחוזים, עלולה להיות משמעותית במספרים אבסולוטיים. הקיום של אוכלוסייה פגיעה במיוחד באזור, המורכבת מחולי מחלות ראות שהחליטו להשתקע בערד לצורך הבראה, מחמירה את התמונה.

בהתאם להערכות המוסכמות על הקהילה המדעית הבינלאומית ניתן להגדיר כבסיס להערכת סיכונים את הכללים הבאים:

- ניתן לצפות לעלייה של 10% בתמותה של חולי לב וריאות בכל עליה של  $10\text{ug}/\text{m}^3$  של  $\text{PM}_{10}$  בחשיפה ארוכת טווח.
- ניתן לצפות לעלייה של 14% בתמותה של חולי לב וריאות בכל עליה של  $10\text{ug}/\text{m}^3$  של  $\text{PM}_{2.5}$  בחשיפה ארוכת טווח.
- ניתן לצפות לעלייה של 6 - 7% בתמותה הכללית של האוכלוסייה בכל עליה של  $10\text{ug}/\text{m}^3$  של  $\text{PM}_{2.5}$  בחשיפה ארוכת טווח.
- ניתן לצפות לעלייה של 30% בתחלואה ממחלות ריאות בקרב האוכלוסייה הכללית בכל עליה של  $10\text{ug}/\text{m}^3$  של  $\text{PM}_{2.5}$  או של  $\text{PM}_{10}$  בחשיפה ארוכת טווח, תחלואה שתפגע במיוחד באוכלוסיית הילדים באזור החשיפה.

לכן, במדיה והמדידות העתידי ות להתבצע בעת ניסוי הכרייה, תאשרנה את הערכה של המודל שהופעל, ניתן ע"פ הנתונים להלן להעריך כדלקמן את השפעה הבריאותית על אוכלוסיית ערד:

**עבור תוספת ריכוז ממוצע שנתי של  $\text{PM}_{2.5}$  של  $0.4\text{ ug}/\text{m}^3$  ניתן יהיה לצפות:**

- 0.6% של עלייה בתמותה השנתית של חולי לב וריאות
- 0.3% של עלייה בתמותה שנתי כוללת – ז"א ע"ב תמותה שנתי ממוצע כיום של 166 פטירות בשנה, פחות מפטירה אחת בשנה – במילים אחרים לא ניתן יהיה להפ ריד בין ההשפעה המזערית על התמותה של הפעלת המכרה והתנודות הטבעיות של תמותת האוכלוסייה.
- 1.2% של עלייה בתחלואה ממחלות ריאות בקרב האוכלוסייה הכללית, ובעיקר אוכלוסיית הילדים.
- אין מספיק כלים בספרות המדעית ע"מ להעריך באופן כמותי את השפעה הבריאותית לטווח הארוך של הצטברות של חלקיקים בעלי יסודות רדיו-אקטיביים השוקעים בריאות של האוכלוסייה החשופה. נקודה זו גם הודגשה בחוות דעת שפרסם אגף הקרינה במשרד. נוצר כאן מצב המחייב הפעלת עקרונות זהירות המונעת או הימנעות המונעת.

בברכה

ד"ר אריק קרסנטי

Dr Eric Karsenty, MD, MPH  
Scientific Consulting Services  
Itzhak Shami 6  
93718, Jerusalem



ד"ר אריק קרסנטי  
שרותי יעוץ מדעי ארגוני  
יצחק שמי 6  
ירושלים, 93718

Cell: +972-66-410-111 Fax: +972-2-678-1150  
E-mail: Erick990@barak-online.net  
עסק מורשה מס' 17943317

---

## נספח: רשימת ספרות נבחרת

**Pope CA 3rd, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD.:** Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA*. 2002 Mar 6;287(9):1132-41.

**Lewtas J.:** Air pollution combustion emissions: characterization of causative agents and mechanisms associated with cancer, reproductive, and cardiovascular effects. *Mutat Res*. 2007 Nov-Dec;636(1-3):95-133.

**Krewski D, Burnett R, Jerrett M, Pope CA, Rainham D, Calle E, Thurston G, Thun M.:** Mortality and long-term exposure to ambient air pollution: ongoing analyses based on the American Cancer Society cohort. *J Toxicol Environ Health A*. 2005 Jul 9-23;68(13-14):1093-109.

**World Health Organization:** Air Quality Guidelines. *WHO European regional Office*. 2000.

**World Health Organization:** Health Aspects Of Air Pollution. *WHO European regional Office*. 2004.

**World Health Organization - Working Group meeting of experts, Bonn, 18-20 October 2005:** Air Quality Guidelines – Global Update 2005. *WHO European regional Office*. 2007

**Miller KA., Siscovick DS. et al.:** Long term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. *N. Engl. J. Med*. 2007. Feb 1;356(5):447-58.

**Karsenty E., Levental A.:** Air Pollution, Particulate Matter and Human Health. *Harefuah* 2002; 141:468-71, 496.