

לוח רינגלמן

לעשן שמקורו בתהליכי בעירה יש גוונים שונים, המשתנים בעיקר בהתאם לריכוז החלקיקים, לגודלם ולצבעם.

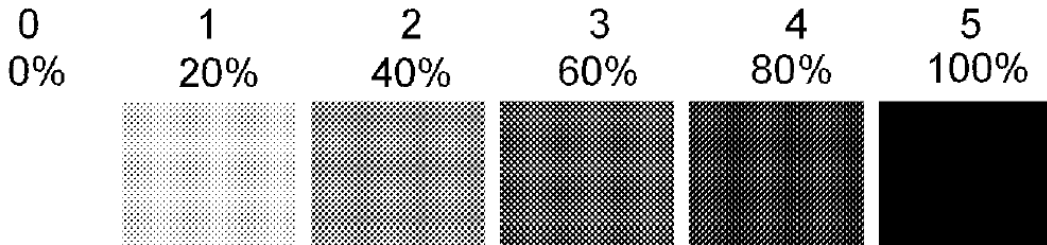
- **עשן לבן** מורכב בעיקר מטיפות זעירות של מים, שמקורן באדי-המים המתעבים בעת המגע עם האוויר הקר.
- **עשן שחור**, לעומת זאת, מורכב בדרך כלל מחלקיקים של חומר בעירה (לדוגמת סולר או פחם) שנפלטו לאוויר כתוצאה משריפה בלתי-שלמה. חלקיקים אלה, מפאת גדלם הזעיר, יכולים לחדור לעומק הריאות ולכלי הדם ולגרום למחלות שונות.

מסיבה זו, מעוגן בחקיקה בישראל (ובעולם) **האיסור על פליטה של עשן שחור לאוויר (ראה נספח - חקיקה)**.

השאלה הנשאלת בהקשר זה היא: החל מאיזה גוון ניתן להתייחס לעשן הנפלט כ"עשן שחור"? על שאלה זו בא לענות "לוח רינגלמן", המשמש כמדד לגוון העשן שנפלט.

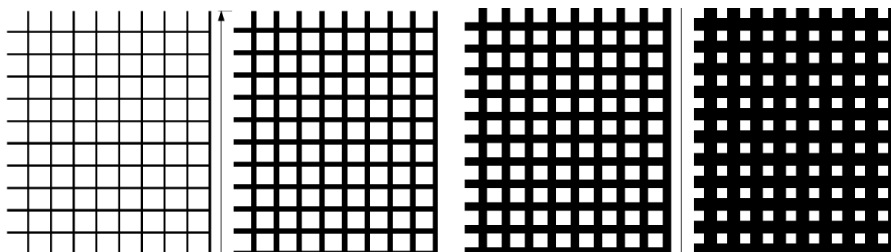
לוח רינגלמן, פותח ע"י פרופסור מקסימיליאן רינגלמן (Maximilian Ringelmann) בפריס, בשנת 1888 והגירסא הנפוצה ביותר שלו היא זו שפורסמה על ידי ה-U.S Bureau of Mines ב-1967.

הלוח הוא למעשה סקאלה של צבעי אפור, שניתנת להשוואה עם גוון העשן הנפלט לאוויר. בלוח מוצגים 4 גווני אפור בדרגת כהות המתגברת מלבן לשחור. סקאלת הצבעים ממוספרת מ-0 (לבן) עד 5 (שחור) כשבתווך מופיעים 4 גוונים של אפור (1-4) **(ראה תמונה 1)**.



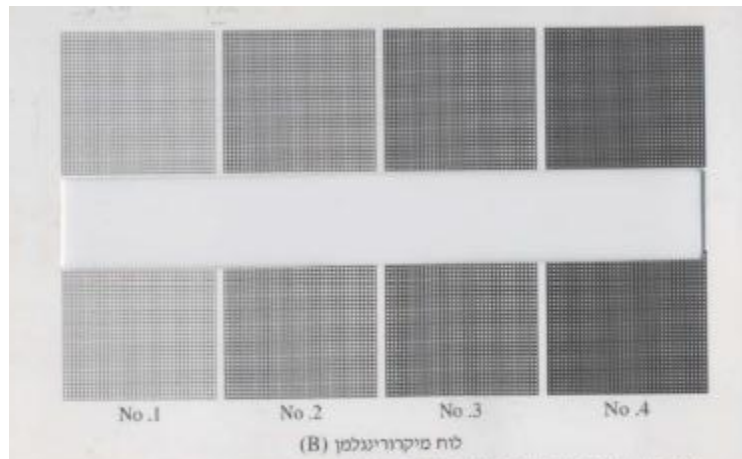
תמונה 1: סקאלת הצבעים שבלוח רינגלמן.

גווני האפור השונים נוצרים באמצעות קווי רשת שחורים (גריד) על רקע לבן, אשר במרחק מתאים מהעין, הופכים לגווני אפור שונים. ככל שהקווים השחורים עבים יותר והמרווחים ביניהם קטנים, כך דרגת הכהות של האפור גבוהה יותר **(ראה תמונה 2)**.



תמונה 2: קווי הרשת שיוצרים את ארבעת גווני האפור שבלוח רינגלמן.

בארץ משתמשים לצורכי אכיפה בלוח מיקרו-רינגלמן, שהוא למעשה העתק מוקטן ומדויק של לוח רינגלמן. בלוח זה, קיימים ארבעת גווני האפור וביניהם מצוי "חריץ הצצה" המאפשר תצפית אל העשן הנפלט **(ראה תמונה 3)**.



תמונה 3 : לוח מיקרו-רינגלמן המשמש לאכיפה של פליטות עשן (ממקורות נייחים וניידים) בארץ.

איזה גוון עשן אסור בפליטה לפי החוק?

- **מכלי רכב** - בהתאם [לתקנות אוויר נקי \(זיהום אוויר מכלי רכב בדרך\) התשע"ב, 2012](#) אסורה פליטת עשן בגוון מס' 1 ומעלה למשך 20 שניות מצטברות.
- **ממקורות נייחים (ארובות, תנורים, שריפות וכד')** – בהתאם [לתקנות למניעת מפגעים \(זיהום אוויר מחצרים\) התשכ"ב – 1962](#) אסורה פליטת עשן בגוון מס' 2 ומעלה. **(פירוט בנספח – חקיקה)**.

איך משתמשים בלוח?

פורשים את היד לפנים, ודרך החריץ אשר בלוח צופים אל העשן הנפלט.

- **יתרונות** – ברחבי העולם נעשה שימוש נרחב בלוח מיקרו-רינגלמן לצורך אכיפה. השימוש בלוח מיקרו-רינגלמן לצורך אכיפה הוא פשוט, מהיר ויעיל.
- **חסרונות** – המדידה באמצעות הלוח תלויה במודד עצמו (סובייקטיבית), ולכן נדרשת הכשרה ומיומנות.

נספח - חקיקה

תקנות למניעת מפגעים (זיהום אוויר מחצרים) התשכ"ב – 1962

"עשן" - לרבות אפר, פיח, אד, גאז ואבק הנוצרים על ידי שריפה, או שריפה בלתי-שלמה, באש פתוחה, בתנור או בכל מיתקן לשריפה;

"עשן שחור" - עשן בגוון מספר 2 בלוח למדידת עשן "רינגלמן" או "מיקרו-רינגלמן" או עשן כהה הימנו.

2. פליטת עשן שחור לרשות הרבים או לרשותם של אחרים היא זיהום אוויר בלתי-סביר.

5. לא יגרום אדם ולא ירשה לגרום פליטת עשן שחור מחצרו לרשות הרבים או לרשותם של אחרים.



תמונה : פליטת עשן ממקורות נייחים - עשן לבן לעומת עשן שחור.

תקנות אוויר נקי (זיהום אוויר מכלי רכב בדרך) התשע"ב – 2012

"לוח רינגלמן זעיר" - לוח המשמש למדידת דרגת השחור של עשן ומהווה הקטנה מצולמת של לוח רינגלמן שנתפרסם במסגרת מסמך 8333 של ה-Bureau of Mines של ארה"ב בחודש מאי 1967, והמופקד לעיון הציבור במשרד לאיכות הסביבה ובלשכות המחוזיות שלו;

(3) גוון העשן הנפלט מקצה צינור הפליטה של כלי הרכב, הנראה לעין, לאחר נסיעה של שלוש דקות לפחות, הוא בדרגה 1 ומעלה בלוח רינגלמן זעיר במשך עשרים שניות מצטברות לפחות;

בדיקת גוון עשן לפי 5. שיטת הבדיקה של גוון עשן לפי לוח רינגלמן זעיר, תהיה מעקב אחר הרכב, ממרחק שאינו עולה על 100 מטרים, והשוואה אגב צפייה חזיתית בין גוון העשן הנפלט מהרכב לבין דרגת השחור המתאימה בלוח רינגלמן זעיר.



תמונה : פליטת עשן שחור מרכבים