



חישוב מדד איכות האוויר

מדד איכות האוויר הינו ערך מספרי בין פלוס 100 לבין מינוס 400, אשר מגדיר את רמת איכות האוויר בהתאם לערכי הסביבה כמקובל במדינות המפותחות בעולם. רמת איכות האוויר מבוטאת באופן איכותי לפי הקטגוריות: טובה, בינונית, גבוהה וגבוהה מאד (טבלה מס' 1).

טבלה מס' 1 : רמת איכות אוויר בהתאם למדד איכות האוויר

מדד איכות האוויר	רמת איכות אוויר	יורק
51-100	טוב	ירוק
0-50	בינוני	צהוב
-1 - -200	נמוכה	אדום
-201 - -400	נמוכה מאוד	חום

מדד איכות האוויר מחושב עבור מזהמי האוויר הבאים: אוזון (O_3), גופרית דו-חמצנית (SO_2), חנקן דו-חמצני (NO_2), תחמוצות חנקן (NO_x), פחמן חד-חמצני (CO), חלקיקים נשימים (PM_{10}) וחלקיקים נשימים עדינים ($PM_{2.5}$). המדד מחושב עבור כל תחנת ניטור בנפרד ונקבע על פי המזהם שריכוזו הוא הגבוה ביותר ביחס לתקן, כלומר, לפי המדד הנמוך ביותר. מדד איכות האוויר מוגדר על ידי הביטוי:

$$AQI - 100 = \text{מדד איכות אוויר} \quad [1]$$

על פי נוסחה זו, ריכוזים שמובילים לערכי AQI (Air Quality Index) גבוהים מ-100 (ערך הסביבה לפי תקנות אוויר נקי) יתנו מדד איכות אוויר שלילי. אם כן, בישראל, מדד איכות אוויר שלילי מצביע על סיכון בריאותי.

אופן החישוב של מדד איכות האוויר:

- עבור כל תחנה, מוציאים מתוך בסיס הנתונים את הריכוז המייצג של כל אחד מהמזהמים, כפי שמוגדר בטבלה מס' 2:

טבלה מס' 2 : מזהמים ופרקי זמן לחישוב מדד איכות האוויר

פרק זמן	מזהם
מדד רץ	
ערך שמונה-שעתי מתגלגל	אוזון (O_3)
ערך שעתי אחרון	גופרית דו חמצנית (SO_2)
ערך שעתי אחרון	חנקן דו-חמצני (NO_2)
ערך חצי-שעתי אחרון	תחמוצות חנקן (NO_x)
ערך חצי-שעתי	פחמן חד-חמצני (CO)
ממוצע יממתי מתגלגל (24 שעות אחרונות)	חלקיקים נשימים עדינים ($PM_{2.5}$)
ממוצע יממתי מתגלגל (24 שעות אחרונות)	חלקיקים נשימים (PM_{10})



2. מחשבים את ערכי ה-AQI מתוך ערכי הריכוזים שנמדדו עבור כל אחד מהמזהמים. החישוב מתרגם את ריכוזי המזהמים למספר AQI בסולם בין 0 ל-500. קביעת תחום ערכי AQI הרלוונטיים נעשית באמצעות טבלה מס' 3. מאתרים את תחום הריכוזים בו כלול הריכוז המייצג של המזהם (ראה סעיף 1' למעלה). גבולות של התחום הינם נקודות העצירה BP (breakpoint), אשר מופעיות בנוסחה מס' 2. בהתאם לתחום הריכוזים שנקבע, קובעים את תחום ערכי ה-AQI.

חישוב ערך AQI על פי נוסחה [2] להלן:

$$AQI = (BP_{hi} - BP_{low}) * \frac{Cp - IC_{low}}{IC_{hi} - IC_{low}} + BP_{low} \quad [2]$$

כאשר:

AQI - Air Quality Index

BP_{hi} - הערך הגבוה של תחום ערכי AQI המתאים לריכוז המזהם

BP_{low} - הערך הנמוך של תחום ערכי AQI המתאים לריכוז המזהם

IC_{hi} - הערך הגבוה של תחום ערכי הריכוזים בו כלול לריכוז המזהם

IC_{low} - הערך הנמוך של תחום ערכי הריכוזים בו כלול לריכוז המזהם

Cp - ריכוז מזהם

טבלה 3: נקודות העצירה לחישוב המדד איכות האוויר

תחומי AQI	תחומי ריכוזים עבור כל אחד מהמזהמים						
	O ₃ (ppb) שמונה שעתי	SO ₂ (ppb) שעתי	NO ₂ (ppb) שעתי	NOx (ppb) חצי-שעתי	CO (ppm) חצי-שעתי	PM ₁₀ (µg/m ³) יממתי	PM _{2.5} (µg/m ³) יממתי
0-49	0-35	0-67	0-53	0-250	0-26	0-65	0-18.5
50-100	36-70	68-133	54-105	251-499	27-51	66-129	18.6-37
101-200	71-97	134-163	106-160	500-750	52-78	130-215	37.5-84
201-300	98-117	164-191	161-213	751-1000	79-104	216-300	84.5-130
301-400	118-155	192-253	214-260	1001-1200	105-130	301-355	130.5-165
401-500	156-188	254-303	261-316	1201-1400	131-156	356-430	165.5-200

3. טבלה 3 נבנתה ע"פ תקנות אוויר נקי (ערכי איכות אוויר), הוראת שעה, התשע"א – 2011 והעדכון ב-2013. הריכוזים מותאמים ל-AQI ונקבעו באופן הבא:

- ערך 50 – מחצית מערך הסביבה
- ערך 101 – ערך הסביבה
- ערך 300 – ערך התרעה
- נקודות הביניים נקבעו בעזרת קירוב ליניארי ככל הניתן ועל פי ערכי הסביבה וההתרעה.

4. מחשבים את המדד עבור כל אחד מהמזהמים לפי נוסחה מס' 1. ככל שמדד איכות האוויר מקבל ערך נמוך יותר, כך עולה רמת הסיכון הבריאותי. המדד הנמוך ביותר מבין המדדים של כל חמשת המזהמים שנמדדו בתחנת ניטור הוא הערך הקובע את המדד אשר מתפרסם במפת מדד איכות אוויר.

ערכי מדד איכות אוויר בתחום 0-100 בדרך כלל נחשבים כלא מסוכנים. ערך "0" של מדד איכות האוויר מותאם לערך הסביבה של המזהם. כאשר ערכים הם שליליים, איכות אוויר נחשבת למזיקה, בהתחלה לקבוצות מסוימות של אנשים רגישים, וכאשר מדד יורד מתחת ל-"200" גם לכלל הציבור. ערך "200" של מדד איכות האוויר מותאם לערך ההתרעה של המזהם, משמעותו חשש לבריאות ציבור.



5. במידה ובתחנה מסוימת לא נמדד מזהם מסוים, ניתן להשלים את הנתונים מתחנה אחרת, קרובה, בה נמדד המזהם הנ"ל (במקרה של אוזון – פרישתו מרחבית בדרך כלל). אין לפרסם מדד אם לא ניתן להציג נתונים עבור כל המזהמים הבאים: אוזון (O_3), גופרית דו-חמצנית (SO_2), חנקן דו-חמצני (NO_2), תחמוצות חנקן (NO_x), חלקיקים נשימים PM_{10} , חלקיקים נשימים עדינים $PM_{2.5}$.

דוגמא 1: חישוב מדד איכות האוויר עבור מזהם יחיד

נתון: ריכוז שעותי מדוד של חנקן דו-חמצני NO_2 : $C_{NO_2} = 133 \text{ ppb}$

$$AQI = (200 - 101) * \frac{133 - 107}{160 - 107} + 101 = 150 [2]$$

על פי [1]: $-50 = 100 - 150 = \text{מדד איכות אוויר}$

רמת איכות האוויר עבור חנקן דו-חמצני NO_2 לפי טבלה מס' 1 מוגדרת כגבוהה, צבע מייצג – אדום.

דוגמא 2: חישוב מדד איכות האוויר עבור תחנת ניטור

ביום 17 ביולי 2013 נמדדו בתחנת ניטור "תל אביב, אוניברסיטה" ריכוזי מזהמים כמוצג בטבלה מס' 5. מאחר ובתחנה זו לא נמדדים כל המזהמים, היה צורך לקחת ריכוזי מזהמים $PM_{2.5}$ מתחנה קרובה – "בני ברק, כביש 4". ערכי מדד איכות האוויר חושבו באמצעות נוסחאות [1] ו-[2].

טבלה 4: דוגמה לחישוב מדד איכות האוויר עבור תחנת ניטור

מזהם	$PM_{2.5}$	PM_{10}	NO_x	NO_2	CO	SO_2	O_3
פרק זמן	ממוצע יממתי	ממוצע יממתי	ערך חצי-שעתי אחרון	ערך שעותי אחרון	ערך חצי-שעתי	ערך שעותי אחרון	ערך שמונה שעותי אחרון
מקור הנתונים	בני ברק, כביש 4	תל אביב, אוניברסיטה	תל אביב, אוניברסיטה	תל אביב, אוניברסיטה	תל אביב, אוניברסיטה	תל אביב, אוניברסיטה	תל אביב, אוניברסיטה
ריכוז	$24.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$34.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	38 ppb	2.4 ppb	0.3 ppm	0.8 ppb	36.1 ppb
AQI	65	23	8	2	1	1	51
מדד איכות אוויר	35	77	92	98	99	99	49

לפי כך, מדד איכות האוויר עבור תחנת ניטור "תל אביב, אוניברסיטה" ביום 17/07/2013 הנו 35. על פי טבלה מס' 1, ערך זה מצביע על איכות שלא מזיק לבריאות.