

## 8. חשיפה תעסוקתית לממיסים פחמיימניים הלוגניים (מפ"ה)

הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים (מפ"ה) הם ברובם תרכובות של כלור, ומופיעים בשימוש יומיומי כנוזלים יציבים, בלתי דליקים, נדיפים (התאדות מהירה), בעלי רעילות גבוהה (נרקוטיים), אשר יכולים להתפרק בחום לחומרים רעילים נוספים, כגון: חומצת מלח, כלור, פחמן חד-חמצני ודו-חמצני ופוסגן (גז רעיל מאוד).

התכונה הבולטת המאפיינת את קבוצת הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים היא יכולתם הטובה להמיס שמנים, שומנים, דונג ושעווה.

הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים (מפ"ה) שייכים לקבוצת הממיסים האורגניים האליפאטיים (הרכב מולקולרי של שרשרת פתוחה), רוויים או בלתי רוויים, שהם ברובם פחמיימנים כלוריים. ההרכב המולקולרי של הפחמיימנים הכלוריים האליפאטיים (כלור הוא חומר מקבוצת ההלוגנים הכוללת גם: פלואור, ברום ויוד) מתקבל על ידי החלפת אטום אחד, או מספר אטומים, של מימן בכלור בתוך השרשרת הפתוחה בנוסחה הכימית של הפחמיימנים.

### הממיסים הפחמיימניים הכלוריים השכיחים בתעשייה

4 הממיסים הפחמיימניים הכלוריים השכיחים ביותר בשימוש בתעשייה, שמותיהם ותכונותיהם:

סך הריח p.p.m.	TLV-TWA p.p.m.	משקל סגולי	נקודת רתיחה ב-°C	הנוסחה הכימית	שמות הממיסים הפחמיימניים הכלוריים + שמות נרדפים ומסחריים
50-19	*50	1.46	86.9	CCl <sub>2</sub> =CHCl	טריכלורו-אתילן טריכלורו-אֶתֶן, טרי, TRI
50-27	25	1.62	121.1	CCl <sub>2</sub> =CCl <sub>2</sub>	פרכלורו-אתילן טטראכלורו-אֶתֶן, טטראכלורו-אתילן, PERC, PER
100-120	200	1.31	75-70	CCl <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	1, 1, 1 טריכלורו-אתאן מתיל-כלורופורם, MC, גינקלין, כלורותאין, בלטאן
310-300	50	1.33	40	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	מתילן-כלוריד, דיכלורו-מתאן

\* בספרון של ה-ACGIH לשנת 2007 קיים תקן TWA של 10 חל"מ.

### התכונות הייחודיות של הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים

ציבותם הרבה, לאורך זמן, של הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים מפחיתה את האפשרות להתפרקותם והופכת אותם לקבוצת ממיסים בעלת טווח שימוש נרחב בתעשייה.

לממיסים הפחמימנייים ההלוגניים אין נקודת הבזק (flash point) ולכן הם אינם דליקים בשימוש. זוהי הסיבה שהם משמשים כתחליפים לממיסים הפחמימנייים הארומטיים הדליקים, בכל מקרה שניתן.

כל הממיסים הפחמימנייים ההלוגניים מתפרקים בחום גבוה (אש גלויה, מיטחים לוחטים, קשת ריתוך, וכיו"ב), ויוצרים חומרים רעילים, כגון: חומצת מלח, פחמן דו-חמצני, פחמן חד-חמצני וכלור. ריאקציה משנית בין פחמן חד-חמצני וכלור גורמת להיווצרות פוסגן (שהוא גז רעיל מאד).

הממיסים הפחמימנייים ההלוגניים יוצרים במגע עם מתכות מסוימות (כגון: נתרן, אשלגן, בריום, אבץ, אלומיניום) ריאקציות מסוכנות ורעילות. לכן, בשימוש במפ"ה רצוי להימנע מהשימוש במיכשור העשוי, לדוגמה, מאלומיניום.

הממיסים הפחמימנייים ההלוגניים נדיפים מאד. לפיכך, השימוש בהם, ביחוד בכלורו-פלאורו-קרבוניס (CFC) תורם לפגיעה בשיכבת האוזון בסטרטוספירה, שיש לה תפקיד חשוב בסיון הקרינה האולטרה-סגולה (UV) המגיעה לכדור הארץ. אך, גם כל שאר הממיסים הפחמימנייים ההלוגניים תורמים לכך.

## השימושים העיקריים בממיסים הפחמימנייים ההלוגניים (הכלוריים)

השימוש בממיסים הפחמימנייים ההלוגניים, וביחוד הכלוריים, נפוץ מאד בתעשייה. להלן השימושים העיקריים בהם:

שם הממיס	השימושים העיקריים
<b>טריכלורו-אתילן</b>	ניקוי מתכות ("דגריזינג"); ניקוי מעגלים מודפסים (אלקטרוניקה); ניקוי יבש (בדים ומוצרי טקסטיל); מיצוי שמנים ושומנים; מרכיב חשוב בסינתזה ובאנליזה כימיות (תעשייה כימית ומעבדות).
<b>פרכלורו-אתילן</b>	ניקוי מתכות עדינות ("דגריזינג"); ניקוי מעגלים מודפסים (אלקטרוניקה); ניקוי יבש (בדים ומוצרי טקסטיל); מיצוי שמנים ושומנים; מרכיב בסינתזה ובאנליזה כימיות.
<b>1, 1, 1 טריכלורו-אתאן</b>	ניקוי מתכות ("דגריזינג"), כתחליף לטריכלורואתילן ולקרבו-טטראכלוריד; מדלל לנוזל לתיקוני כתב ודפוס ("טיפקס"); ניקוי גלילי מכונות דפוס "אופסט".
<b>מתילן-כלוריד</b>	ניקוי מתכות ("דגריזינג") בשיטה קרה וחמה; הסרת צבעים; ניפוח הקצף וניקוי התבניות בתעשיית הפוליאוריתאן; מיצוי שומנים ושומנים, שעווה, אלקלואידים (לרבות בתעשיית הקפה הנמס והתרופות); ממיס ייחודי לשמנים, לשעווה, לאצטאט-הצלולוזה; מרכיב בתעשיית סרטי הצילום; מרכיב בייצור חומרים פלסטיים.

גם תהליכי הייצור של כל אחד מהממיסים הפחמימנייים הכלוריים המוזכרים בטבלה לעיל, מהווים מקומות עבודה שיש בהם חשיפה תעסוקתית לעובדים.

**השימוש העיקרי בממיסים פחמימנייים הלוגניים בתעשייה הוא כחומר ניקוי.**

## ניקוי מתכות בתעשייה ההנדסית

רוב המוצרים התעשייתיים העשויים ממתכת, מחומרים פלסטיים או מזכוכית, חייבים לעבור ניקוי, לפחות באחד משלבי הייצור, כדי להסיר מהם (מהמוצר הסופי) כל זיהום לא רצוי שהתווסף אליהם.

כאשר מדובר במוצרים העשויים ממתכת - יש צורך לנקות אותם בחומר שימיס מעליהם את השמנים, השומנים או שעווה ודונג, ויסיר מעליהם את שמני החיתוך ואת חומרי השימון למיניהם. לתהליך זה קוראים "דגריזינג". כל הממיסים הפחמימניים ההלוגניים (המפ"ה) טובים לכך, אך מביניהם 2 ממיסים הם מוצלחים במיוחד בהמסה ובהסרה: הטריכלורו-אתילן וה-1,1,1-טריכלורו-אתאן - בגלל הנדיפות ומתח פני השטח המתאימים שלהם.

### את תעשיות המתכת אפשר לסווג ל-2 קבוצות:

■ **תעשיות מתכת המייצרות באופן בלתי רציף ובהמשכים קצרים** - הניקוי בהן נעשה בשיטה קרה, על ידי טבילת המוצר בתוך מיכל המכיל את הממיס הקר המנקה; או בהתזת הממיס הקר על המוצר, וניגובו לאחר מכן באופן ידני. במקרה זה הממיס המנקה צריך להיות בעל רעילות נמוכה, מכיוון שהאדים שלו עלולים להתפזר באולם העבודה. הממיס המומלץ במקרה זה הוא ה-1,1,1-טריכלורו-אתאן.

■ **תעשיות מתכת הדורשות תהליכי ניקוי רציפים, קבועים ומתמשכים** - מכיוון שגם תהליכי הייצור הם רציפים ומתמשכים, ללא הפסקה, הניקוי בהם נעשה בשיטה חמה, באמצעות אדים חמים של הממיס המנקה בתוך מיתקן סגור. הבחירה במקרה זה היא בטריכלורו-אתילן, וב-1,1,1-טריכלורו-אתאן, בגלל תכונותיהם הפיזיקליות-כימיות, לרבות היותם בלתי דליקים ובעלי צפיפות אדים גבוהה וחום כמוס נמוך.

גם למתילן-כלוריד יש תפקיד חשוב בתעשיית המתכת, בגלל היותו ממיס בעל עוצמה משתמשים בו בעיקר בתהליכי עבודה להסרת צבע.

## ניקוי בתעשיות האלקטרוניקה

בתעשיות האלקטרוניקה מדובר בניקוי ברמה גבוהה ביותר של מעגלים מודפסים. הניקוי מקיף חומרים מסוגים שונים, לרבות פלסטיק, גומי ושרפים. בניקוי חייבים להסיר, בין השאר, מזהמים מסוג של "פלאקס" וטביעות אצבעות, מבלי להזיק למעגלים המודפסים עצמם. במקרה זה משתמשים בדרך כלל בממיס מסוג טריכלורו-טריפלאורו-אתאן ( $CCl_2F-CClF_2$ ), שהוא בעל רעילות נמוכה. כמו כן משתמשים גם בפרכלורו-אתילן וב-1,1,1-טריכלורו-אתאן.

ייצור סיבי טקסטיל מטריאצטאט שהחל בשנות ה-50, גרם לכך ששיטת הניקוי במכונות סגורות לניקוי יבש זנחה את הטריכלורו-אתילן ועברה לשימוש בפרכלורו-אתילן. השימוש בפרכלורו-אתילן לניקוי יבש נפוץ כיום מאוד במכבסות ובמכוני הניקוי היבש השונים, לבגדים, לשטיחים ולמוצרי טקסטיל רבים ומגוונים, לרבות סינתטיים, או כאלה העשויים מצמר או מכותנה.

### תקני חשיפה תעסוקתיים של ממיסים פחמימניים הלוגניים (מפ"ה) והבדיקות הסביבתיות התעסוקתיות במקום העבודה

כדי להעריך את הסיכון התעסוקתי הקיים במקומות העבודה השונים, עקב החשיפה התעסוקתית של העובדים לממיסים פחמימניים הלוגניים, יש צורך לבצע בדיקות סביבתיות-תעסוקתיות במקום העבודה (ניטור סביבתי) על ידי מעבדה מוסמכת ובודקי מעבדה מוסמכים, בתכיפות של אחת ל-6 חודשים לפחות (אלא אם כן הורה מפקח עבודה אזורי על תכיפות אחרת). המעביד חייב לרשום את תוצאות הבדיקות הסביבתיות של ריכוזי המפ"ה באוויר ביומן מעקב, בציון התאריך, השעה ומקום הדגימה, ולשלוח מיד העתק מתוצאות אלה למפקח עבודה אזורי, למעבדה לגיהות תעסוקתית של משרד התמי"ת ולשירות הרפואי המוסמך המבצע את הניטור הביולוגי לעובדים, וכן לפרסם אותן בתחנות העבודה השונות כדי שיובאו לידיעת העובדים.

כמו כן, המעבדה המוסמכת, המבצעת את הבדיקות הסביבתיות-תעסוקתיות חייבת לשלוח את תוצאות הבדיקות אל המעבדה לגיהות תעסוקתית של משרד התמי"ת וכן לשמור אותן אצלה למשך 20 שנה לפחות.

בכל מקרה שיימצאו ריכוזים חריגים של מפ"ה באוויר, הגבוהים מתקני החשיפה שנקבעו בישראל - יהיה צורך לפעול מיד כדי להורידם אל מתחת לרמת החשיפה המותרת, בעזרת אמצעים טכניים-הנדסיים. עד להורדתם, יש צורך לספק לעובדים, החשופים לריכוזים החריגים של מפ"ה, מסיכות נשימה המצוידות במסנן מתאים למפ"ה, והעובדים יהיו חייבים להשתמש בהן.

החל מ-1983 נקבע בתקנות בישראל שתקני החשיפה התעסוקתיים לגורמים כימיים ופיזיקליים, לרבות: החשיפה המשוקללת המירבית המותרת, החשיפה המירבית המותרת לזמן קצר ותקרת החשיפה המותרת, יהיו לפי הערכים המקובלים בארצות הברית, המתפרסמים במהדורה המעודכנת של הספרון TLVs & BEIs של ה-ACGIH (ארגון הגיהותנים הממשלתיים בארה"ב), אלא אם נקבעו בתקנות ערכים שונים מהם. ואכן נקבעו בישראל, החל מ-1990, ערכים מיוחדים לתקני החשיפה התעסוקתיים לממיסים הפחמימניים ההלוגניים, כמפורט להלן:

תקני החשיפה התעסוקתיים למפ"ה בישראל, בארה"ב ובגרמניה בשנת 2007

מתיכן כלוריז		1, 1, 1 טריכלורו-אתאן		פרכלורו-אתילן		טריכלורו-אתילן		המזינה
STEL-C	TWA	STEL-C	TWA	STEL-C	TWA	STEL-C	TWA	
-	50 חלי"מ	350 חלי"מ	200 חלי"מ	100 חלי"מ	25 חלי"מ	100 חלי"מ	50 חלי"מ	ישראל
-	50 חלי"מ 175 מ"ג/מ <sup>3</sup>	450 חלי"מ 2450 מ"ג/מ <sup>3</sup>	350 חלי"מ 1900 מ"ג/מ <sup>3</sup>	100 חלי"מ 680 מ"ג/מ <sup>3</sup>	25 חלי"מ 170 מ"ג/מ <sup>3</sup>	25 חלי"מ	10 חלי"מ	ארה"ב ACGIH
125 חלי"מ	25 חלי"מ	-	350 חלי"מ	200 חלי"מ C	100 חלי"מ	200 חלי"מ C	100 חלי"מ	OSHA
Carcino- genic	נמוך ככל האפשר	350 חלי"מ C	-	Carcino- genic	נמוך ככל האפשר	-	25 חלי"מ	NIOSH
-	50 חלי"מ 175 מ"ג/מ <sup>3</sup>	-	200 חלי"מ 1100 מ"ג/מ <sup>3</sup>	-	25 חלי"מ 172 מ"ג/מ <sup>3</sup>	-	50 חלי"מ 273 מ"ג/מ <sup>3</sup>	גרמניה

### הנזק הבריאותי הנובע מחשיפה תעסוקתית לממיסים פחמיימניים הלוגניים (כלוריים)

הנזק הבריאותי הנגרם לעובדים החשופים בעבודתם לממיסים פחמיימניים הלוגניים (Chlorinated Hydrocarbons) מוכר במדינת ישראל כמחלת מקצוע, לצורך פיצוי על ידי המוסד לביטוח לאומי, מאז היווסדו (2.4.1954). כמו כן, החל משנת 1968 קיימת חובת הודעה לאגף הפיקוח על העבודה, כיום במשרד התמיית על כל "הרעלה על ידי תרכובות הלוגניות של פחמיימנים מימניים".

### דרכי החדירה של מפ"ה לגוף

הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים (הכלוריים) יכולים לחדור לגוף האדם ב-3 דרכים עיקריות:

- **דרכי הנשימה** - שאיפת הממיסים אל הריאות, היא הדרך העיקרית לחדירה;
- **דרך העור** - ספיגת הממיסים בעור הגוף לאחר מגע ביניהם;
- **דרכי העיכול** - חדירת הממיסים למערכת הגסטרו-אינטסטינלית, היא חדירה תאונתית או תוצאה של היגיינה לקויה.

## הגורמים השונים המשפיעים על ספיגת מפ"ה בגוף

רמת ספיגתם בגוף של הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים (הכלוריים) בזמן חדירתם לגוף העובד, תלויה בגורמים הבאים:

- ריכוז המפ"ה באוויר באזור הנשימה של העובד;
- משך חשיפתו של העובד למפ"ה בעבודתו;
- סוג העבודה שבה עובד העובד במפ"ה (עבודה מאומצת מגבירה את קצב הנשימה ואת זרימת הדם);
- רמת המסיסות של המפ"ה בדם ובנוזלי הגוף, יכולה להאיץ או להפחית את מהירות הגעת הממיס לאברי המטרה השונים (כגון: מערכת העצבים המרכזית, הכבד והכליות).

## חדירה וספיגת המפ"ה בגוף ופיזורם לאברי המטרה השונים

לאחר חדירת הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים (הכלוריים) לגוף העובד וספיגתם בו הם מתפזרים לאברי המטרה השונים. פיזורם נעשה כך:

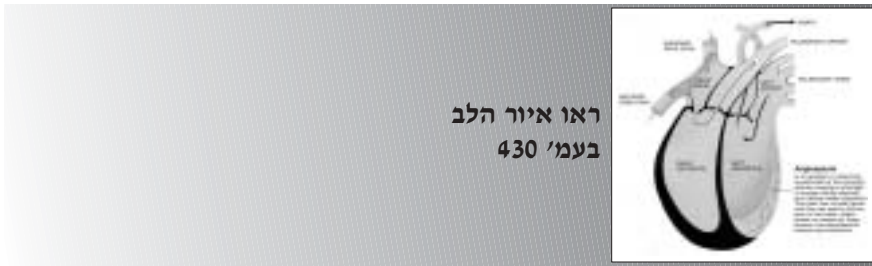
- הממיסים האלה הם נדיפים מאוד, ולכן, לאחר חדירתם לגוף דרך דרכי הנשימה - המולקולות הקטנות שלהם נספגות (על ידי המסת השומנים) מהאלביאולות של הריאות, אליהן הן הגיעו, אל תוך מחזור הדם. משם הפיזור לכל חלקי גוף האדם הוא מהיר מאוד. באותה מהירות הם גם עוזבים את גוף האדם דרך הריאות, או נפרשים בצורת מטאבוליטים דרך הכליות והשתן, לאחר שעברו במחזור הדם.
- אם השימוש בממיסים נעשה בצורה גיהותית-תעסוקתית טובה, הספיגה דרך העור איננה טוקסית במיוחד. אך, בכדי לחדור לגוף דרך העור חייבים הממיסים האלה להמיס ולסלק את שיכבת המגן השמנונית שעל העור. לכן, חשוב להשתמש במשחות מגן לידיים ולאמות, וללבוש כפפות מגן מיוחדות העמידות בפני הממיסים השונים (עשויות מניאופרן). מגע ישיר עם העור עלול לגרום לדרמטיטיס.
- חדירה דרך דרכי העיכול אינה קיימת, בדרך כלל, בתנאי עבודה גיהותיים-תעסוקתיים תקינים, אך היא אפשרית (כגון: באכילה עם ידיים מזוהמות בממיסים, שלא רחצו אותן כראות, וכן, שתיית ממיסים בטעות). במקרים כאלה נגרם גירוי לרירית הקיבה, וספיגת הממיסים מהקיבה אל מחזור הדם מהירה.
- פגיעת ממיסים בעיניים בלתי מוגנות במשקפי מגן, יכולה לגרום לצריבות ולגירוי העיניים עם קונגיונקטיביטיס. פגיעה כזאת נחשבת כתאונת עבודה.

## פגיעת מפ"ה באיברי מטרה שונים בגוף

הפרשה של הממיסים מהגוף נעשית בשלמות אך ורק כאשר הריכוז של החומר שחדר לגוף במשך 8 שעות עבודה ביממה נמוך מרמת הפעולה (Action Level) של החומר (רמת הפעולה היא מחצית רמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת - TLV-TWA).

אולם, כאשר החשיפה לממיסים הפחמימניים ההלוגניים היא בריכוז גבוה בהרבה מרמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת, ומתרחשת תוך זמן קצר יחסית - גוף האדם ייפגע באופן חריף וחד (תאונה). במיוחד ייגרם נזק למערכת העצבים המרכזית וללב. במצב כזה ייגרם אילחוש (אנסטזיה) למערכת העצבים המרכזית, מלווה בטשטוש החושים, בכאבי ראש ובסחרחורת. מצב כזה יכול להוביל לחוסר-הכרה ואף למוות.

גם הלב עלול להיפגע בחשיפה לריכוזים גבוהים של הממיסים האלה, בעקבות סנסיטיזציה לקטכולאמינים (כגון אדרנלין) אכסוגניים ואנדוגניים. המצב הזה יכול להוביל לפרפור החדרים (פיברילציה) ולמוות פתאומי. תופעות כאלה נרשמו בחשיפה גבוהה לטריכלורו-אתילן ול-1,1,1, טריכלורו-אתאן, אך לא לפרכלורו-אתילן.



כמו כן, נרשמו פגיעות בכבד ובכליות, כתוצאה מחשיפה לרמות גבוהות של חומרי מפ"ה, בייחוד לטריכלורו-אתילן ולפרכלורו-אתילן. אך, כאמור, הפגיעות הנ"ל לא יופיעו אם העובדים בממיסים פחמימניים הלוגניים לא יהיו חשופים לריכוזים גבוהים מרמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת (TLV-TWA).

חשיפה ממושכת לממיסים פחמימניים הלוגניים בריכוזים חריגים, הגבוהים מרמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת (TLV-TWA) יכולה לגרום להופעתן של מחלות מקצוע ולפגיעות שונות בגוף האדם העובד. פגיעות כאלה נגרמות כאשר הגוף איננו יכול להשתחרר מהממיסים הפחמימניים ההלוגניים שחדרו לתוכו, הן באופן ישיר (דרכי הנשימה) והן בצורת מטאבוליטים (בדם ובשתן). במקרה זה, הפגיעה היא באברי מטרה שונים בגוף האדם: מערכת העצבים המרכזית, הלב, הכבד (בייחוד מפרכלורו-אתילן), הכליות, וההמוגלובין (המתילן-כלוריד יכול לגרום להופעת קרבוקסי-המוגלובין, המגביל את יכולתו של הדם להעביר חמצן לרקמות הגוף).

בקשר לפגיעת הממיסים במערכת העצבים: חדירתם למערכת העצבים ההיקפית, למוח ולמערכת העצבים המרכזית, תלויה בגודל ובסוג המולקולות של כל ממיס. מכל מקום, הממיסים החודרים למוח ולחוט השדרה (מערכת העצבים המרכזית) יכולים לגרום

גם לפגיעה ישירה מקומית ומיידית במערכת העצבים המרכזית, עם איבוד ההכרה, נזק למרכז הנשימה המוחי, תרדמת ואפילו למוות. וזאת - בנוסף לפעולתם הנרקוטית ולדיכוי מערכת העצבים המרכזית.

## דרכי הפרשה של מפ"ה מהגוף

הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים (הכלוריים) שהגיעו, באמצעות זרם הדם, אל הכבד והכליות, עוברים תהליך מטאבולי אשר מקל את הפרשתם מהגוף. הכבד, כידוע, הוא האבר החשוב ביותר בגוף שבו מתבצעים תהליכי המטאבוליזם השונים של המפ"ה, לרבות תהליך הפירוק לחומרים פחות רעילים, הקרויים מטאבוליטים (שהם תרכובות כימיות אשר יכולות להיות מופרשות ביתר קלות אל מחוץ לגוף דרך הכליות ודרך הריאות). את החומרים הכימיים המפורקים (המטאבוליטים) הנמצאים בדם, בשתן או באוויר הנשיפה, ניתן לבדוק במעבדה לבדיקות טוקסיקולוגיות והם יכולים לשמש כסמנים ביולוגיים לחשיפה תעסוקתית.

## סמנים ביולוגיים – Biological Exposure Indices (BEI)

להלן, הערכים הגבוליים של המטאבוליטים והחומרים הנבדקים, המשמשים כסמנים ביולוגיים לחשיפה תעסוקתית (BEI) של הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים (אשר בחלקם מעוגנים גם בתקנות הישראליות).

### ערכי ה-BEI לפי המטאבוליט או החומר הנבדק לשנת 2007

C0-Hb	דיכלורו-מתאן		(TCE) טריכלורו-אתנול		(TCA) חומצה טריכלורו-אצטית		הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים (הכלוריים)
	בדם	בשתן	בדם	בשתן	בדם	בשתן	
-	-	-	4mg/L	-	-	100mg/G Creatinine	טריכלורו-אתילן (טריכלורו-אתאן)
-	-	-	-	-	-	3.5mg/L	פרכלורו-אתילן (טטראכלורו-אתילן)
-	-	-	1mg/L	30mg/L	-	10mg/L	1, 1, 1 טריכלורואתאן (מתיל-כלורופורם)
5%	0.5mg/L	0.3mg/L	-	-	-	-	מתילן-כלוריד (דיכלורו-מתאן)

## התסמונת הקלינית-ביולוגית המופיעה לאחר חשיפה תעסוקתית ממושכת לממיסים פחמיימניים הלוגניים [כלוריים]

הייצור של הממיסים הפחמיימניים ההלוגניים (הכלוריים) והשימוש בהם כרוכים בחשיפה תעסוקתית (קצרה או ממושכת) של העובדים בהם, וגם באפשרות לפגיעה בריאותית ולנזק למערכת העצבים המרכזית, לכבד, לכליות, לעור וללב.



## טריכלורו-אתילן ("טרי", TRI)

רמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת ל-8 שעות: 50 חל"מ.  
סף הריח: 19-50 חל"מ.

הנוק העיקרי הנגרם לגוף האדם כתוצאה מחשיפה תעסוקתית ממושכת ל"טרי" הוא פגיעה **במערכת העצבים המרכזית: פגיעה נרקוטית + דיכוי מערכת העצבים**. חשיפה לרמות חריגות גורמת לכאבי ראש; סחרחורת; בחילות; רעידות; בלבול; שכרון חושים; שינויים במצבי הרוח; הפרעות בשינה ועייפות.

לעתים ישנם גם סימנים של הפרעות פסיכולוגיות, של דיכוי גזע המוח ושל פגיעה במערכת העצבים ההיקפית (ביחוד נויריטיס של עצבי המוח).

קיים **גירוי** קל עד בינוני של **העיניים** ושל **דרכי הנשימה**. תפקודי הכבד והכליות נשארים תקינים (לפעמים קיימת עלייה בינונית של האמינו-טרנספראזה). לעתים עשויות להופיע גם הפרעות פרוקסימליות של קצב הלב, אשר יכולות להסתיים בפרפור חדרים ובמוות. ה"טרי" יכול לגרום גם לדלקת עור ממגע (קונטקט דרמטיטיס), בדרך כלל מהסוג של גירוי עור ראשוני, בגלל המסת שיכבת החלב השומנית המגינה על העור החיצוני.

**מימצאים ביולוגיים:** כ-70%-90% מה"טרי" הנספג בגוף עוברים תהליך מטאבולי והופכים לחומצה טריכלורו-אצטית ולטריכלורו-אתנול, בעוד ש-10%-20% נפלטם בחזרה לאוויר החיצוני ללא שינוי. התהליך המטאבולי מתרחש כך: הטריכלורו-אתילן מתחמצן והופך לטריכלורו-אתילן חד-חמצני (אוקסיד), אשר הופך לכלור-אלהידראט; הכלור-אלהידראט הופך בחלקו לטריכלורואתנול (TCE) ובחלקו מתחמצן והופך לחומצה טריכלורו-אצטית (TCA). 30%-60% מה"טרי" שנספגים בגוף נפרשים דרך השתן בצורת טריכלורו-אתנול (TCE) תוך 24 השעות הראשונות לאחר החשיפה ו-10%-30% מהטרי הנספגים בגוף נפרשים דרך השתן כחומצה טריכלורו-אצטית (TCA) תוך 4-3 ימים. כמו כן, נמצא שהפרשת המטאבוליטים הנ"ל בשתן נמצאת ביחס ישיר לריכוזי ה"טרי" באוויר הנשימה של העובדים.

ה-**BEI של ה-TRI הוא 100mg/G Creatinine של TCA בשתן.**

## פרכלורו-אתילן ("פרק", PERC)

רמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת ל-8 שעות: 25 חל"מ.  
סף הריח: 27-50 חל"מ.

גם ה"פרק" יכול לפגוע **במערכת העצבים המרכזית**, לאחר חשיפה תעסוקתית ממושכת, ולגרום **לפגיעה נרקוטית ולדיכוי מערכת העצבים**. חשיפה ל"פרק" ברמות חריגות גורמת לכאבי ראש, סחרחורת ונרקוזה קלה. וברמות גבוהות גם לחוסר קואורדינציה ולחוסר הכרה.

בדרך כלל עלולים להיפגע **הכבד והכליות**. הם אינם נפגעים מרמות נמוכות של "פרק", אך בחשיפה לרמות גבוהות יכולים להופיע שינויים בתפקודי הכבד והכליות, לרבות הופעת פרוטאינוריה והמטוריה.

גם ה"פרק" יכול לגרום לגירוי של העיניים ושל דרכי הנשימה.

גם ה"פרק" (PERC) מוריד את שיכבת החלב השמנונית מעל העור ועל ידי כך יכול לגרום **לדלקת עור ממגע** (קונטקט דרמטיטיס), עם אודם חזק + בוועות, לאחר מגע ממושך.

**מימצאים ביולוגיים:** כ-97%-99% מה"פרק" שחדר לגוף נפלטים חזרה החוצה דרך הריאות (אוויר נשיפה) ללא שינוי, ורק כמות מיזערית של ה"פרק" שחדר לגוף, נספגת בתוכו ועוברת תהליך מטאבולי שבסופו החומר נפרש בשתן בצורה של חומצה טריכלורו-אצטית. למעשה, הכמות המיזערית של "פרק" הנספגת בתוך הגוף הופכת על ידי חימצון לפרכלורו-אתילן חד-חמצני (אוקסיד), ולאחר מכן לטריכלורו-אצטיל כלוריד, אשר עובר הידרוליזה והופך לבסוף **לחומצה טריכלורו-אצטית, הנפרשת מהגוף דרך השתן.**

ה-BEI של ה"פרק" הוא 3.5.mg/L של TCA בשתן.

**1,1,1, טריכלורו-אתאן (מתיל-כלורופורם) (מ"כ, MC)**

**רמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת ל-8 שעות: 200 חל"מ.  
סף הריח: 100-120 חל"מ.**

ה"מ"כ", שלא כמו שאר הממיסים הפחמימניים ההלוגניים (הכלוריים), אינו גורם לפגיעות נרקוטיות מיוחדות, או לתופעות של גירוי בגבולות רמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת ל-8 שעות (200 חל"מ). אולם, רמות חריגות גבוהות של חשיפה תעסוקתית, מעל לרמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת, יכולות לגרום ל:

- דיכוי מערכת העצבים המרכזית;
- ליקוי בתיפקודי הכבד והכליות;
- גירוי העיניים ודרכי הנשימה;
- הסרת שיכבת החלב השמנונית מעל העור.

**מימצאים ביולוגיים:** ה"מ"כ" החודר לגוף נספג במהירות דרך הריאות והמעיים, אך רובו נפלט כמו שהוא מהגוף החוצה דרך הריאות (אוויר נשיפה). רק כמות קטנה מאוד של "מ"כ" שנספגת בגוף עוברת תהליך מטאבולי והופכת לפחמן דו-חמצני. החלק הנותר **נפרש בשתן בצורה של גלוקורוניד של 2,2,2 - טריכלורו-אתנול (BEI = 30mg/L) וחומצה טריכלורואצטית (BEI = 10mg/L).**

הודות לרעילותו הנמוכה (יחסית) ולבטיחותו (היחסית) במסגרת ערכי רמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת, משמש ה-1,1,1, טריכלורו-אתאן בכל פעם שהדבר אפשרי מבחינה טכנית, כתחליף טוב ביותר לשאר הממיסים הפחמימניים הכלוריים. כמו כן, ה-1,1,1, טריכלורו-אתאן איננו חשוד כגורם מסרטן פוטנציאלי (שלא כמו הטריכלורו-אתילן, הפרכלורו-אתילן והמתילן-כלוריד החשודים כגורמים מסרטנים פוטנציאליים).

## מתילן-כלוריד (דיכלורו-מתאן)

רמת החשיפה המשוקלת המירבית המותרת ל-8 שעות: 50 חל"מ.  
סף הריח: 300 חל"מ.

החומר ידוע כגורם נרקוטי - ברמות בינוניות, וכגורם לדיכוי מערכת העצבים המרכזית - ברמות גבוהות יותר, עם כאב ראש, סחרחורת, עייפות ועוד; הוא גורם גם לגירוי קל של העיניים, של דרכי הנשימה ושל העור.

**מימצאים ביולוגיים:** מתילן כלוריד חודר לגוף בעיקר דרך דרכי הנשימה, וגם בכמות גדולה דרך העור.

כ-40% מהחומר הנספג נשארים בתוך הגוף והשאר נפלט החוצה דרך הריאות (אוויר נשיפה). בדרך כלל, לאחר חשיפה למתילן-כלוריד במשך 3-4 שעות, חלק מכמות המתילן-כלוריד שנשארת בתוך הגוף (ולא נפלטת חזרה החוצה) עובר תהליך מטאבולי והופך לפחמן חד-חמצני (CO), אשר נמצא בדם בכמות גדולה מזו שהגוף יכול לשחרר לאוויר דרך הריאות. העודף הזה של הפחמן החד-חמצני שנשאר בגוף (בדם), מתחבר להמוגלובין שבכדוריות האדומות ויוצר קרבוקסי-המוגלובין (CO-Hb) אשר אינו מעביר את החמצן הנמצא בדם אל הרקמות השונות של הגוף, ובכך גורם להן לנזק בלתי הפיך. בהקשר לכך יש לציין שכאשר מוצאים בבדיקת דם רמה של קרבוקסי-המוגלובין גבוהה מ-5%, ורמות דיכלורו-מתאן מעל ל-0.5mg/L בדם ומעל 0.3mg/L בשתן - הדבר נחשב כפתולוגי.

בטבלה בעמוד הבא מפורטות דרגות הרעילות של 4 הממיסים הפחמימניים הכלוריים שבהם אנו דנים, בהשוואה ל-3 ממיסים נוספים (אשר ב-2 מהם נעשה שימוש רב בעבר), לגבי הנזק הבריאותי אשר עלול להיגרם מהם לאברי המטרה הבאים: מערכת העצבים המרכזית (מע"מ), כבד, כליות ועצמות; וכן דירוג של הממיסים כגורם מסרטן לפי רשימות ה-ACGIH.

הדירוג כגורם מסרטן לפי ACGIH	דרגת רעילות כרונית	דרגת רעילות חדה	אברי המטרה לנזקים לבריאות	הנוסחה הכימית	הממיימים הפחמיימניים הכלוריים
*A5	+++ +	+++ +	מערכת עצבים מרכזית; כבד	CICH=CCl <sub>2</sub>	טריכלורו-אתילן
A3	++ ++	+++ +	מערכת עצבים מרכזית; גירוי; כבד; כליות	Cl <sub>2</sub> C=CCl <sub>2</sub>	פרכלורו-אתילן
A4	++ +	+++ +	מערכת עצבים מרכזית; אילחוש; כבד; כליות; עור	CH <sub>3</sub> -CCl <sub>3</sub>	1,1,1 טריכלורו-אתאן
A3	+ ++	+ ++	מערכת עצבים מרכזית; אנוקסיה	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	מתילן-כלוריד
A2	+ +++	++ +++	מערכת עצבים מרכזית; כבד; כליות; סרטן	CCl <sub>4</sub>	קרבון טטרא-כלוריד
A3	+ +	+++ ++	מערכת עצבים מרכזית; כבד; כליות; פוריות	CHCl <sub>3</sub>	כלורופורם
A1	- +++ +++	+ 0 0	מערכת עצבים מרכזית; כבד; עצמות; סרטן	CH <sub>2</sub> =CHCl	ויניל-כלוריד

דרגות הרעילות: + = נמוכה; ++ = בינונית; +++ = גבוהה  
\* בספרון של ה-ACGIH לשנת 2006 מוצע לסווג את הטריכלורו-אתילן כגורם מסרטן A2

## ממיימים פחמיימניים הלוגניים וסרטן

- חלק מהממיימים הפחמיימניים ההלוגניים חשודים גם כגורמים מסרטנים (קרצינוגניים) לאברים מסוימים בגוף האדם (לאחר ניסויים שנערכו בבעלי חיים):
- **טריכלורו-אתילן** - גורם לגידולים סרטניים בכבד של בעלי חיים, אך לא בבני אדם (מדורג כ-A5 לפי ACGIH).
  - **פרכלורו-אתילן** - גורם לגידולים סרטניים בכבד של בעלי חיים (מדורג כ-A3 לפי ACGIH).
  - **1,1,1 טריכלורו-אתאן** - אינו חשוד כגורם מסרטן, ואף לא גורם לגידולים סרטניים כלשהם בבעלי חיים (מדורג כ-A4 לפי ACGIH).
  - **מתילן-כלוריד** - גורם לגידולים סרטניים בריאות, בכבד, בבלוטות הרוק ובפטמות של בעלי חיים (מדורג כ-A3 לפי ACGIH).
  - 4 הממיימים הפחמיימניים ההלוגניים הנ"ל אינם ידועים כגורמים טראטוגניים או מוטאגניים.

יש לציין שטריכלורו-אתילן (עם מחקרים אפידמיולוגיים שהדגימו עלייה בסרטן הכבד ודרכי המרה, נון-הודג'קין לימפומה וסרטן צוואר הרחם באדם) ופרכלורו-אתילן (עם מחקרים שהדגימו עלייה בסרטן הוושט, נון-הודג'קין לימפומה וסרטן צוואר הרחם באדם) שייכים לקבוצה 2A לפי IARC, כלומר "כנראה מסרטנים באדם".

יש לציין לגבי הקשר בין מפייה לבין סרטן, שה-ACGIH בארה"ב החליטו בשנים האחרונות על **זירוג חדש של הגורמים המסרטנים** כדלקמן:

- A1 - **גורם ודאי כמסרטן לבני אדם** (מבוסס על הוכחות אפידמיולוגיות וקליניות);
- A2 - **גורם חשוד כמסרטן לבני אדם** (מסרטן מוכח לבעלי חיים, אך בלי הוכחות אפידמיולוגיות מספיקות לגבי בני אדם);
- A3 - **גורם מוכח כמסרטן לבעלי חיים** (בלי הוכחות אפידמיולוגיות מספיקות לגבי בני אדם);
- A4 - **גורם בלתי מסווג כמסרטן לבני אדם** (אין הוכחות מספיקות לא לגבי בני אדם ולא לבעלי חיים);
- A5 - **גורם שאינו חשוד כמסרטן לבני אדם** (אין הוכחות אפידמיולוגיות לגבי בני אדם, ותוצאות הניסויים בבעלי חיים אינן משמעותיות);
- O - **גורם שאינו מסווג כמסרטן לבני אדם ולבעלי חיים.**

## **אמצעי גיהות כלליים, סביבתיים ואישיים לעובדים במפ"ה**

במפעל או במקום עבודה שבו עובדים עם ממיסים פחמימניים הלוגניים, יש צורך לנקוט באמצעי הגיהות הבאים:

- להתקין ולקיים אמצעי יניקה, ניקוז ופליטה, טובים ויעילים, או כל שיטה יעילה אחרת, בכל מקומות העבודה, באופן שריכוז הממיסים הפחמימניים ההלוגניים באוויר יהיה תמיד נמוך מהחשיפה המשוקלת המרבית המותרת (TLV-TWA), ובצורה שלא תזיק לבריאות העובד או לבריאות הציבור;
- להתקין ולקיים מינדפים מתאימים ויעילים, בעלי כוח יניקה מספיק, בזמן העבודה בשקילה, בערבוב, במילוי או בבדיקה של נוזלים המכילים מפי"ה, לרבות במעבדות;
- לדאוג לכיסוי קבוע של מיכלים המכילים ממיסים פחמימניים הלוגניים;
- לדאוג לאיזורור טוב ויעיל, וכן למספר מספיק של החלפות אוויר צח בשעה, בכל חדר או אולם עבודה שבו עובדים עם ממיסים פחמימניים הלוגניים;
- לדאוג לאיסוף ולסילוק מידי של פסולת המכילה ממיסים פחמימניים הלוגניים, או את חומרי הפירוק שלהם, מתחנות העבודה השונות באופן שלא יגרום למיטרד או נזק לבריאות העובד;
- להתקין ולקיים מקלחות חירום מתאימות ונאותות, במספר מספיק וחופשיות תמיד לשימוש, לשטיפת הגוף והעיניים במים זורמים;
- לאסור את האכילה, השתייה והעישון במקומות העבודה שעובדים בהם עם ממיסים פחמימניים הלוגניים ולקבוע חדרים מיוחדים לכך שישמשו גם למנוחה;
- לספק לעובדים ציוד מגן אישי יעיל ובאיכות טובה, לרבות מסיכת נשימה עם מסנן מתאים, במצבים מיוחדים אשר בהם עלול העובד בממיסים פחמימניים הלוגניים להיות חשוף לריכוזים חריגים באוויר, הגבוהים מרמת החשיפה המשוקלת המירבית המותרת;

- לספק לכל עובד בממיסים פחמימניים הלוגניים בגדי עבודה מתאימים, לרבות משקפי מגן, כפפות מגן, משחות מגן, סינרים, נעלי בטיחות וגרביים, וכן לדאוג לכביסה ולניקוי של בגדי העבודה במרוכז במפעל או במקום אחר שיאושר ע"י מפקח עבודה אזורי;
  - להתקין מלתחות כפולות ונפרדות לכל עובד, אחת לבגדי העבודה ואחת לבגדים נקיים, וכן מקלחת עם מים חמים, סבון ומגבות אישיות במספר נאות. יש לאסור על העובדים לקחת את בגדי העבודה הביתה (כדי למנוע זיהום מבני המשפחה).
  - לספק לעובדים גיליונות בטיחות (SDS) - הכוללים מידע בכל 16 הנושאים שנקבעו בתקנות - של כל הממיסים הפחמימניים ההלוגניים הנמצאים בשימוש במקום העבודה.
  - להדריך את העובדים במקום העבודה בנוגע לממיסים פחמימניים הלוגניים, לפחות אחת לשנה, הן בכתב והן בעל-פה, לגבי סיכוני הבטיחות, הגיהות והבריאות הנובעים מעבודה עם הממיסים הפחמימניים ההלוגניים, והשיטות למניעת סיכונים אלה. המעביד יודא שהעובד הבין את החומר שהודרך בו באמצעות מבחן.
- הטילטול והאחסון של הממיסים הפחמימניים ההלוגניים חייבים להתבצע בכלים ובאמצעים בטוחים ומתאימים, רחוק ממקורות חום ואש. על כל כלי קיבול המכיל מפ"ה תהיה אזהרה בולטת לעין שאינה ניתנת למחיקה, בנוסח הבא:

**רעל - מכיל ממיסים פחמימניים הלוגניים;  
 מוגע, בליעה או נשימת האדים מסכנים את הבריאות;  
 יש להרחיק ממקור חום ואש!**

כמו כן, בכל אולם או עמדת עבודה שבהם עובדים בממיסים פחמימניים הלוגניים, יימצא שילוט בולט לעין בנוסח הבא:

**זהירות! ממיסים פחמימניים הלוגניים;  
 חובה לנקוט אמצעי בטיחות וגיהות מתאימים!**

## **מי נחשב כעובד בממיסים פחמימניים הלוגניים [מפ"ה]**

על פי התקנות "עובד במפ"ה" הוא:

- כל עובד החשוף לריכוז של ממיסים פחמימניים הלוגניים מפ"ה באוויר מעל לרמת-הפעולה (= מחצית החשיפה המשוקללת המירבית המותרת); או -

■ כל עובד העובד במגע עם מפ"ה, או העלול לבוא עמו במגע או להיחשף לממיסים פחמימניים הלוגניים במקום עבודה או בתהליך עבודה מן הנקובים להלן, גם אם ריכוז המפ"ה באוויר נמוך מרמת הפעולה):

- ניקוי מתכות ומוצרי מתכת (דגריזינג);

- הסרת צבעים;

- מיצוי שמנים ושומנים.

■ בתנאי שאותו עובד יעבוד **לפחות 10 ימים ב-2 חודשים**, בין אם עבודתו חלקית או מלאה, **ביום עבודה של 8 שעות מתוך יממה**, אלא אם כן קבע מפקח עבודה אזורי תקופה קצרה ממנה (בעתיד תשתנה כנראה תקופת העבודה המינימלית ל-50 שעות בחודש).

התקנות מקנות, לרופא מורשה ולמפקח עבודה שהוא רופא, את הסמכות להחיל את ביצוע הבדיקות הרפואיות גם על עובד שאינו "עובד במפ"ה".

לגבי **מתילן כלוריד, קרבון טטרא-כלוריד וכלורופורם** - יש לבצע בדיקות סביבתיות-תעסוקתיות **אחת לשנה** (בהתאם לתקנות ארגון הפיקוח על העבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי לעובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א-1990); לגבי ויניל-כלוריד ישנן תקנות ייחודיות המחייבות בדיקות סביבתיות-תעסוקתיות ובדיקות רפואיות תקופתיות.

## **פיקוח רפואי וניטור ביולוגי של העובדים החשופים לממיסים הפחמימניים ההלוגניים**

תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים בממיסים פחמימניים ההלוגניים מסוימים), התשנ"א-1990: (ק"ת 5309 מיום 29.11.1990) קובעות:

1. **תוך חודש לפני תחילת העבודה**, יבוצעו **בדיקות רפואיות ראשוניות** לכל המועמדים לעבוד בחשיפה לממיסים הפחמימניים ההלוגניים, כדי לקבוע את התאמתם לעבודה זו.

2. **אחת לשנה, לפחות, יבוצעו בדיקות רפואיות תקופתיות חוזרות לכל העובדים החשופים לממיסים הפחמימניים ההלוגניים בריכוזים שרמתם גבוהה מרמת-הפעולה (Action Level), כלומר: מעל מחצית רמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת (לפי התקן הישראלי המובא להלן), וכן לכל "עובד במפ"ה" כהגדרתו בתקנות.**

רמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת	רמת הפעולה AL	הממיסים הפחמימניים ההלוגניים
50 חל"מ	25 חל"מ	טריכלורו-אתילן
25 חל"מ	12.5 חל"מ	פרכלורו-אתילן
200 חל"מ	100 חל"מ	1, 1, 1 טריכלורו-אתאן
50 חל"מ	25 חל"מ	מתילן-כלוריד

הבדיקות הרפואיות יבוצעו על ידי רופאים תעסוקתיים מורשים השייכים, בדרך כלל, למחלקות לרפואה תעסוקתית של "שירותי בריאות כללית", "מכבי שירותי בריאות", "קופת חולים לאומית" ול"שירותים מוסמכים" אחרים שהוסמכו לכך. שם יאשרו או יפסלו את העובדים מלהתחיל או להמשיך לעבוד בחשיפה לממיסים הפחמימניים ההלוגניים. בהתאם לתקנות שפורסמו לגבי הממיסים הפחמימניים ההלוגניים - יש צורך לרשום את המסקנות בפנקסי הבריאות, ולמלא כרטיסי בדיקות רפואיות.

### **הבדיקות הרפואיות יכללו לפחות:**

1. אנמנזה רפואית כללית ותעסוקתית;
2. בדיקה קלינית כללית, תוך שימת לב מיוחדת למערכת העצבים המרכזית, למערכת הקרדיו-וסקולרית, לכבד ולכליות;
3. בדיקת תמונת דם כללית, לרבות המוגלובין וטרומבוציטים. ולגבי חשיפה למתילן-כלוריד - גם קרבוקסי-המוגלובין<sup>1</sup>;
4. בדיקת שתן כללית;
5. בדיקת תפקודי הכבד, לרבות בילירובין כללי, אלקלין-פוספטאזה וטרנסאמינאזה (SGOT ו-SGPT) בדם;
6. בדיקת האוריאה (שינן) בדם;
7. בדיקת המטאבוליטים (BEI) של הממיסים הפחמימניים ההלוגניים השונים בשתן ובדם, לרבות חומצה טריכלורו-אצטית, טריכלורו-אתאנול ודיכלורו-מתאן<sup>1</sup>.

**הערכים שהצגנו לעיל לממיסים הפחמימניים ההלוגניים השונים הם הערכים הגבוליים המקובלים של הסמנים הביולוגיים לחשיפה תעסוקתית (BEI), בדם ובשתן, בישראל, ולפי ארגון הגיהותנים הממשלתיים בארה"ב (ACGIH).**

לאחר קבלת תוצאות הבדיקות המעבדתיות, מסכם הרופא המורשה הבודק את מסקנותיו וקובע האם העובד מתאים או אינו מתאים להתחיל או להמשיך בעבודתו בחשיפה לממיסים הפחמימניים ההלוגניים (הכלוריים).

**לפי התקנות, נקבעו מספר קריטריונים של מימצאים הפוסלים עובד להיות עובד במפ"ה (בלשון התקנות: אי התאמה לעבוד במפ"ה), והם:**

1. הרעלה חדה או כרונית של ממיסים פחמימניים הלוגניים;
2. ליקוי בתפקודי הכבד;
3. ליקוי בתפקודי הכליות;
4. מימצאים חריגים של ערכי הסמנים הביולוגיים לחשיפה תעסוקתית;
5. כל אי-התאמה אחרת לדעת הרופא המורשה הבודק.

---

1. בהתאם לתיקון לתקנות שיפורסם בעתיד



אם נקבעה אי-התאמה להמשיך לעבוד במפ"ה על ידי רופא תעסוקתי מורשה - היא תיחשב כפגיעה בעבודה וכמחלת מקצוע, ותזכה את העובד שנפגע בפיצוי שמקנה לו חוק הביטוח הלאומי.

## הממיסים הפחמימניים ההלוגניים בתחיקת העבודה הישראלית

שר העבודה והרווחה פירסם ברשומות (ק"ת 5309 מיום 29.11.1990) תקנות ייחודיות לגבי מפ"ה: **"תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים בממיסים פחמימניים ההלוגניים מסויימים), התשנ"א-1990"**. התקנות נכנסו לתוקף ב-29.5.1991. במרוצת השנים הוכנסו בתקנות הנ"ל מספר תיקונים (לרבות לגבי תקני החשיפה), אשר פורסמו כתיקונים לתקנות העיקריות (התיקון האחרון פורסם ב-8.3.1999, בק"ת 5958).

סעיף 19 בחלק א' של התוספת השניה לתקנות הביטוח הלאומי (ביטוח מפני פגיעה בעבודה), **התשי"ד-1954** (ק"ת 4876 מ-1985) מכיר ב"הרעלת פחמימניים הלוגניים" (החל מ-2.4.1954) כאחת מ-54 מחלות המקצוע המוכרות על ידי המוסד לביטוח לאומי לצורך מתן פיצוי עקב פגיעה בעבודה.

במסגרת **פקודת התאונות ומחלות מקצוע (הודעה) - 1945**, של משרד העבודה והרווחה, פורסמו "תקנות מחלות מקצוע (חובת הודעה - רשימה נוספת), התשי"ם-1980 (ק"ת 4163), הכוללות רשימה של 79 מחלות מקצוע החייבות בהודעה למפקח עבודה אזורי. סעיף 1.22 שלהן מתייחס ל"תרכובות הלוגניות של פחמנים מימניים" (Halogenated Hydrocarbons).

לפיכך, כדי שהמעביד יוכל לממש את חובתו ולהודיע למפקח עבודה אזורי על מחלת מקצוע שנגרמה לעובד כתוצאה מחשיפה למפ"ה - עליו לבצע במקום העבודה ניטור סביבתי, באמצעות מעבדה מוסמכת, ולשלוח את העובדים לניטור ביולוגי (בדיקות רפואיות) שיבוצעו על ידי שירות רפואי מוסמך.

## הנזק הצפוי לאיכות הסביבה ולבריאות הציבור מהממיסים הפחמימניים ההלוגניים

כל הממיסים הפחמימניים ההלוגניים, ובמיוחד 1,1,1, טריכלורו-אתאן, שייכים לקבוצת הכלורו-פלוואורו-קרבוניים (CFC), שהם חומרים נדיפים מאד וכל שימוש עודף בהם יכול להגיע לסטרטוספירה ולהרחיב את החור הקיים בשיכבת האוזון המגינה עלינו מהקרנה האולטרה-סגולה, אשר עלולה לגרום להופעת סרטן העור וירוד בעיניים.

לכן, הנטייה בעולם בשלב הנוכחי היא לצמצם, עד כמה שאפשר, את הייצור והשימוש בפחמימניים ההלוגניים בכלל, ובקבוצת הכלורו-פלוואורו-קרבוניים (CFC) בפרט, עד לאיסור מוחלט של השימוש בהם משנת 2005.

גם בארה"ב וגם במדינות השוק המשותף באירופה הוחלט שבשלב הנוכחי הצמצום בייצור ובשימוש יהיה בשיעור של 50%. ראוי לציין כי ביוני 1992 הצטרפה גם ישראל לאמנה להגנה על שיכבת האוזון הסטרטוספרית.

המשרד לאיכות הסביבה בישראל קבע ב"תקנות למניעת מפגעים (איכות אוויר) - 1992" (ק"ת 5435), תקנים מיוחדים של איכות אוויר לצורך שמירה על בריאות הציבור, במדידה לאורך פרק זמן של 24 שעות, לגבי הממסים הפחמימניים הלוגניים הבאים<sup>2</sup>:

■ טריכלורו-אתילן ( $C_2HCl_3$ ) - 1 מ"ג/מ"ק;

■ פרכלורו-אתילן ( $C_2Cl_4$ ) - 5 מ"ג/מ"ק;

■ מתילן-כלוריד ( $CH_2Cl_2$ ) - 3 מ"ג/מ"ק.

מציאת תחליפים לאותם ממסים פחמימניים הלוגניים, הנמצאים היום בשימוש נרחב בתעשייה המודרנית, היא עדיין בעיה לא פשוטה. רק ימים יגידו מה צופן העתיד לקבוצת הממסים החשובה הזאת.

---

2. ראו "תקנות למניעת מפגעים (איכות אוויר)" בנספח ב' לספר זה