

סיווג אפר פחם ב"ספר הכתום" בהקשר לחומרים רעילים (toxic substances) **UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods**

נערך על ידי פרופ' אורי מינגלגרין

ה"ספר הכתום" (להלן "הספר") עוסק ברמת הסיכון של חומרים בעת הסעתם מאתר לאתר, ועל בסיס רמת הסיכון שאליה משויך החומר מפרט המסמך דרישות לאריזה ודרישות נוספות. הספר ממייך את החומרים השונים ל - 9 קבוצות על פי אופי הסיכון (למשל קבוצת החומרים הנפיצים או קבוצת החומרים הרעילים והמדבקים) (toxic and infectious substances) מסומנת כקבוצה 6 וההערכה שלהלן מתייחסת לסיווג אפר הפחם במסגרת קבוצת חומרים זו.

הספר מתייחס לחומרים השונים בשני אופנים: האופן הראשון הוא באמצעות רשימה שמית של חומרים המשתייכים לקבוצה מסוימת והתייחסות לחומר באופן פרטני והאופן השני הוא הגדרת פרמטרים שעל פיהם ניתן לקבוע את רמת הסיכון אליה משייך חומר נתון. הספר אינו כולל רשימה שמית של חומרים רעילים (ראה פרק 2.6 שם) ומכאן מובן שאין התייחסות ספציפית לאפר הפחם במסגרת קבוצת חומרים זו. לעומת זאת, פרק 2.6 בספר מפרט קריטריונים להגדרת רמת הסיכון של חומרים רעילים. בסעיף 2.6.2.2 שם מודגש שבהגדרת רמת הסיכון של חומר כלשהו כי יש ראשית להביא בחשבון את הניסיון הקודם שנרכש במקרים של תאונות הרעלה ואת התכונות הרלוונטיות של החומר כגון היותו נוזלי או נדיף או היות לו יכולות חדירה או השפעות ביולוגיות מיוחדות. רק אם אין ניסיון קודם עם החומר הכרוך בבני אדם, יש לבחון את רעילות החומר על פי שלושה פרמטרים המגדירים את רעילותו בבליעה, במגע עורי ובנשימה (סעיף 2.6.2.2.3 שם). פרמטרים אלו הם:

LD₅₀ acute oral toxicity; LD₅₀ acute dermal toxicity; LC₅₀ acute toxicity on inhalation.

הפרמטר LD₅₀ מוגדר עבור כל מסלול חשיפה (למשל בליעה - oral toxicity) ומשמעותו היא: מנת החומר (dose) הצפויה לגרום למותם תוך 14 יום של מחצית העכברים הלבנים שלהם ניתנה מנת חומר זו במסלול החשיפה הנידון. ערך ה - LD₅₀ מבוטא ביחידות של מסת החומר ליחידת מסת גוף של חיית הניסוי (למשל מ"ג/ק"ג). הפרמטר LC₅₀ מוגדר באופן דומה (אך לא זהה, ראה למשל סעיף 2.6.2.1.3 בספר), אלא שהוא ניתן ביחידות של ריכוז (למשל מסת חומר ליחידת נפח אוויר) שאליו נחשפת חיית הניסוי.

אפר פחם מוסע מזה שנים רבות ולא נצפתה בעיה בהסעתו הבטוחה מאתר לאתר, אם כחומר יבש במכליות אטומות או כחומר מורטב במשאיות מכוסות ברזנט. לפיכך על פי הקריטריון היסודי המופיע בספר אין האפר חומר רעיל כהגדרת חומר רעיל בספר הכתום. אולם, אפר פחם מכיל כמויות קורט של יסודות רעילים (בדומה לכל מוצק ממקור טבעי). למרות שריכוזם הנמוך מאד של יסודות אלו באפר מפריך על פניו סיווגו כרעיל, על מנת למנוע כל ספק בדבר העובדה שהאפר אינו חומר מסוכן על פי הגדרת הסיכון של חומרים מקבוצה 6, יתייחס הדיון להלן ברמת הרעילות של האפר על פי הפרמטרים שפורטו למעלה.

לגבי הסכנה הכרוכה באפר כאבק (מסלול נשימתי) הרי במדינות בהן ישנה התייחסות לאפר פחם בתקנות הנוגעות לאבק, הוא אינו מוגדר כאבק מזיק וזאת בהתאם לתכולת הסיליקה הגבישית החופשית שבו וההתייחסות אליו היא לכל היותר כאל אבק מטריד או כחומר ללא מגבלות בכל הנוגע לנזקי אבק.

באשר לסיכוני בליעה או מגע עורי, יחושב להלן הסיכון בבליעה, שכן עבור יסודות הקורט המצויים באפר, הכמויות המהוות סיכון אקוטי בבליעה נמוכות בהרבה מהרמות המהוות סכנה אקוטית במגע עורי. החישוב יעשה על פי נוסחה הניתנת בספר הכתום (סעיפים 2.6.2.3.2 ו -

2.6.2.3.3). בסעיפים המוזכרים מפורטות שתי נוסחאות לחישוב והחישוב הבא מבוסס על הנוסחה המחמירה יותר (הנוסחה מייחסת לכלל היסודות הרעילים את רמת ה- LD₅₀ של המרכיב הרעיל ביותר):

$$LD50 = \frac{LD50 \text{ (most toxic component)} \times 100}{\sum \% \text{ composition of toxic components}}$$

רעילותו של יסוד תלויה בצורה הכימית בה הוא קיים (למשל בערכיות היסוד) ושוב נבחר ערך ה- LD₅₀ של היסוד בצורתו הרעילה ביותר מתוך רשימת ערכי ה- LD₅₀ שאותרו. ערך זה הוא 1 מ"ג/ק"ג המשווה לכספית דו-ערכית. החישוב שנעשה מבוסס על מדידות רב שנתיות של ריכוז היסודות המוגדרים כרעילים (כספית, קדמיום, ארסן ועופרת) באפר¹ והוערכה תוספת של 50% לרעילות בגין מרכיבי אפר אחרים העשויים לתרום תרומה כלשהי לרעילותו. בהערכת ריכוז כולל של יסודות רעילים באפר של 120 מ"ג/ק"ג (על בסיס ערך רב שתי ממוצע של 80 מ"ג/ק"ג סך ריכוזי 4 היסודות הרעילים דלעיל), ערך ה- LD₅₀ האקוטי לבליעה נמצא כ- 8000 מ"ג/ק"ג. הערך שחושב גבוה יותר מפי 25 מהערך העליון של פרמטר זה המגדיר על פי הספר חומר כרעיל ברמת רעילות כלשהיא (300 mg/kg - סעיף 2.6.2.2.4.1 שם). גם אם נאמץ את סכום הריכוזים הגבוה ביותר של 4 היסודות הרעילים שנמדד באפר פחם במהלך 9 השנים האחרונות (180 מ"ג/ק"ג) יתקבל ערך LD₅₀ אקוטי לבליעה של 3700 מ"ג/ק"ג, ערך הגדול ביותר מסדר גודל מהערך העליון המגדיר חומר כרעיל בכל רמת רעילות שהיא. פרוש הדבר הוא שגם על פי חישוב מחמיר ביותר מוגדר האפר על פי הספר הכתום כחומר בלתי רעיל.

¹ תכולת היסודות באפרים שנוצרו משריפת פחם בישראל ממקורותיו השונים בשנים 2007-2015 – נמדד במכון הגאולוגי.