

חזיונות ייסוד במלחמה האטומית *

פרק ראשון: הקיום האופייניים להתפוצצות אטומית

1. דרכי התקפה

פצצה אטומית ניתן לפוצצה על פני הקרקע, מתחת למים, בגובה מועט מעל למטרה ובגובה רב מעליה. בהתפוצצות בגובה רב הנזק החמרי לשטח-המטרה — תחמו נרחב ביותר. בהתפוצצות בגובה מועט השטח הנפגע יהיה מצומצם יותר אולם הנזק יהיה חמור יותר. התפוצצות מתחת למים גורמת לזהומו של שטח מכסימלי (פירושו של „זהום” זה יובן מתוך המשך הדברים). אין כמעט ספק שההתפוצצות בגובה הרב היא היעילה ביותר לגבי מטרה רגילה, כגון שטח בנוי בצפיפות, היות ובה בא לידי בטוי מכסימום של אפקט ההדף. יתכנו תנאים מיוחדים, הכרוכים במטרה מסוימת, שיצריכו שנוי בהגדרות טקטיות אלו, אולם הדבר יהיה בגדר יוצא מן הכלל.

2. תאור כללי של התפוצצות

כשפצצה אטומית מתפוצצת באויר נוצר כדור אש בקוטר של כמה מאות רגל. כדור זה שולח לכל עבר ברק מסנור, חום עצום וצורות שונות של קרינה רדיואקטיבית ולאחריהן גלי הדף וקול. גלי האור, החום והקרינה הרדיואקטיבית מתחילים להגיע לשטח המטרה שניות מספר לפני בואם של גלי ההדף והקול האטיים יותר בעוד שמוצריה הרדיואקטיביים של ה„בקיעה”, הנוצרים מ„חומר הפצצה” שעה שהוא מתפרק תוך ההתפוצצות, מגיעים מאוחר עוד יותר, או שאינם מגיעים כלל.

כדור האש, המאבד את בהקו במהירות, מתרומם למעלה, יחד עם הגזים החמים שנוצרו ע”י ההתפוצצות, כעמוד צבעוני תחילה, ההופך אח”כ לבן, עשוי גז והלקיקים מתמרים. עמוד זה מתרומם לגובה של אלפי רגל רבים, מתפשט ומקבל צורת פטרית ענק על גבעולה. על הקרקע, במקום פגיעת ההדף, עטוף הכל בענן אבק ועשן.

3. הסכנות הנובעות מהתפוצצות

האנרגיה העצומה המשתחררת בשעת התפוצצות אטומית לובשת שלוש צורות עיקריות העשויות לגרום נזק חומרי ולסכן את בני-האדם: חום, רדיואקטיביות והדף. האפקטים של חום והדף ידועים כבר במלחמה בקשר לחומרי נפץ, אם כי בקנה מידה קטן לאין ערוך מזה שבפיצוץ אטומי. הרדיואקטיביות היא תופעה חדשה, מיוחדת לנשק אטומי, ומהווה סכנה מידית בשעת ההתפוצצות.

* מעובד לפי קובץ להדרכת ייסוד של ההתגוננות האזרחית בבריטניה.

הרדיואקטיביות עלולה, בתנאים מתאימים גם להוות מקור לסכנה מתמדת ע”י זהום, או ע”י הקרנה כלפי הקרקע או כלפי עצמים שונים.

אם נתבונן בשלוש תוצאות אנרגיה אלו בסדר שבו הן מגיעות אל המטרה נקבל את התמונה הבאה על אופיין, ועל הנזק שהן עלולות לגרום לרכוש ולאדם. כמו כן תתבלטנה כמה מהבעיות שהן מעמידות בפני שרותי ההגנה האזרחית.

(1) הברקת חום: עם ההתפוצצות נקרן גל חום עצום, הנקרא „הברקת חום”, בכל הכיוונים. קרני חום אלו מתפשטות לכל עבר בקוים ישרים ובמהירות האור (300.000 ק”מ/שניה) והן חזקות במידה המספיקה כדי להעלות את הטמפרטורה בשטחים של העצמים הנמצאים ישר מתחת לכדור האש, לכמה אלפי מעלות. גוף האדם יכול לחוש בחום הנקרן אפילו במרחק של כשמונה ק”מ. הברקת חום זו נמשכת כשניה אחת ואין לה כוח חדירה רב, אולם בכל זאת היא עלולה להצית חומרים נוחים להתלקחות, כגון בגדים כהים, ניר ועץ יבש רקוב (כשם שאמנם קרה ביפן) וע”י כך לגרום לדליקות רבות על פני שטח נרחב. ביפן נודעו מקרים רבים של דליקות „ראשוניות” מבודדות גם במרחק של למעלה מ-3 ק”מ מהנקודה על פני הקרקע שמתחת למקום הפיצוץ („נקודת האפס”). בתים רבים שהחזיקו מעמד בפני ההדף נהרסו ע”י דליקות שהתהוו בשעה שקרני החום חדרו פנימה דרך הדלתות והחלונות הפתוחים והציתו את החפצים הנציתים שבתוכם. נפגע שטחם העליון של חומרים רבים שבאופן נורמלי אינם מושפעים ע”י חום. רעפי הגג העלו בועות; שטחי גרניט מלוטשים התחספסו ובטון קיבל גון אדום אף במרחק של שלושת רבעי ק”מ ועד למעלה מק”מ וחצי מנקודת האפס. פרטים אלה ניתנים כאן כדי להמחיש את הטוח והעצמה של הברקת החום, אולם יש לזכור שבעיר אירופית, הבנויה בעיקר לבנים, אבן ובטון, הסכויים למספר גדול של דליקות בעקב הברקת החום, קטנים יותר משהיו בערי יפן.

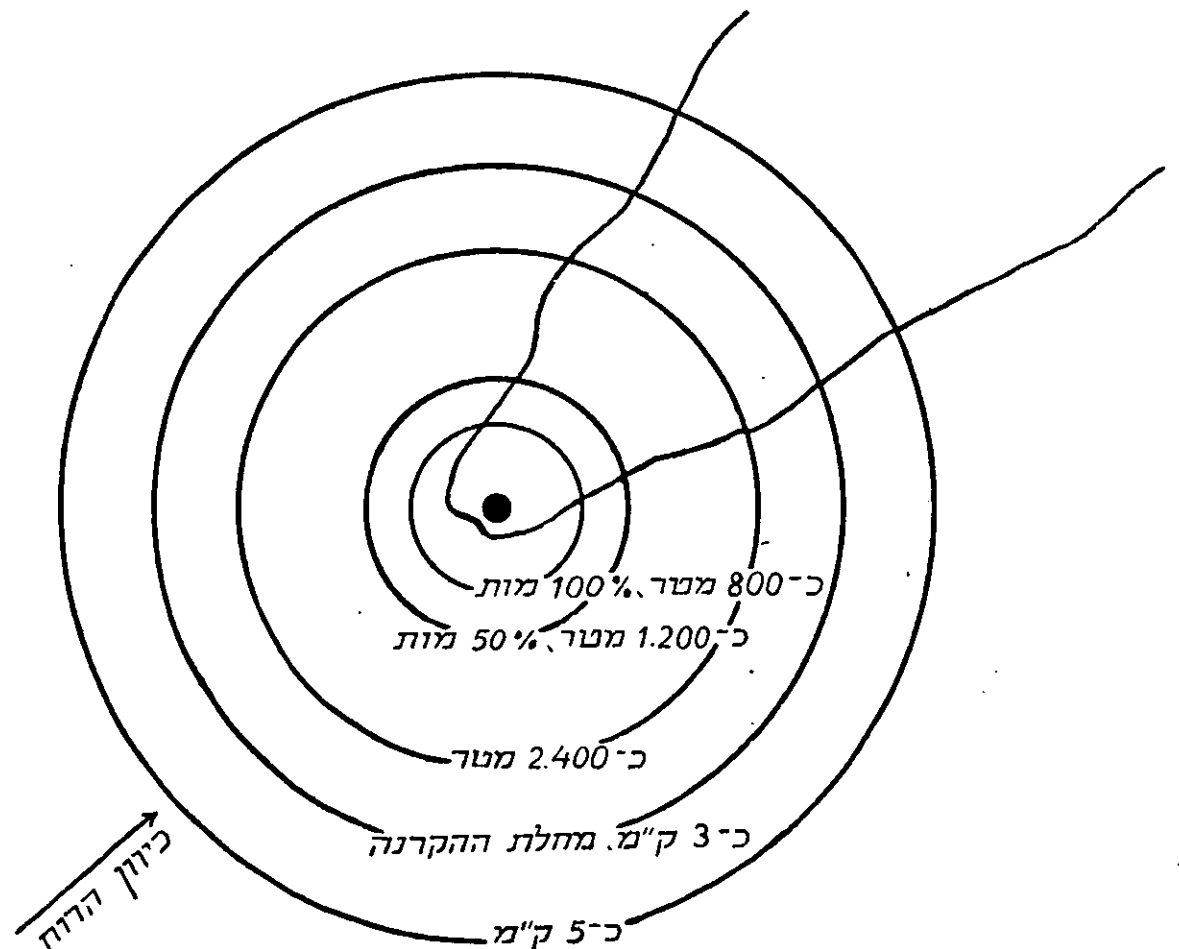
כשמוסיפים לסכנות הדליקה הנובעות באופן ישיר מהברקת החום את הדליקות המשניות, הנגרמות ע”י התמוטטות בנינים שבמטביהם בערה אש, שבירת צנורות גז, הנזק לחיבורי חשמל וכו’, הרי ברור שפצצה אטומית היא גם נשקית-בערה רב עצמה. יהיה צורך לאחוז באמצעי זהירות מיוחדים נגד אש, ביחוד לגבי תרכיבים נציתים של בנינים העומדים בדרך כלל בפני אש.

(2) רדיואקטיביות (באשר לסכנה מידית): כשפצצה אטומית מתפוצצת מתפשטת רדיואקטיביות לכל

עבר בצורת קרינה הנקראת "קרני גמא" ובצורת חלקיקים הנקראים "ניוטרונים". חומר הפצצה עצמו מתפורר אף הוא לאבק רדיואקטיבי הנקרא "מוצרי הבקיעה".

א. קרני גמא: קרנים אלו מתפשטות במהירות האור והן מתפזרות באוויר ומוחזרות מעצמים סמוכים, ממש כקרני אור. יוצא מכאן שאם כי העצמה הגבוהה ביותר של קרנים אלו באה ישר מעבר כדור האש — ישנה בכל זאת הקרנת "גמא" מסוימת מכל חלקי השמים, ממש כשם שחדר שחלונו אינו מופנה ישר אל השמש יכול להיות מואר יפה ע"י פיזור האור ע"י האוויר והחזרתו ע"י עצמים. רובן של קרני "גמא" נקרן בשניות הראשונות. עצמת הקרינה יורדת במהירות עם עבור הזמן ועם התרחקותו של החומר המקרין, בעלותו עם כדור האש. כעבור דקה אחת סכנת קרינת "גמא" היא קטנה למדי. בהסתמך על הנסיון של פיצוץ בגובה רב, כשם שהיה ביפן (דהיינו, פיצוץ הגורם להרס נרחב ביותר) אפשר להניח שטוח הסכנה האפקטיבי בפצצות אלו הוא כשני ק"מ עד שני ק"מ וחצי ממרכז ההרס.

לקרני "גמא" כח חדירה רב. הן עוברות עובי ניכר של מבני בנין וחומרים אחרים. הן חודרות בנקל לגוף האדם ופגיעתן בו רעה. מצד שני אין הן מקנות לחומר שדרכו הן עוברות תכונות רדיואקטיביות, ועצמתן נחלשת תוך כדי חדירתן. עד כמה שידוע כיום אין שום בגדי מגן נגד קרנים אלו, אולם מבני מגן ימקלטים מהסוג הרגיל מקנים מידה רבה של חסינות. בנושא זה נטפל בהרחבה בפרק שלישי.



רדיוסי הפגיעה של קרני גמא

בני אדם בלתי מוגנים שימצאו בתחום של כ-800 מטר מנקודת האפס יספגו מנת קרינה ממיתה, ובתחום של כאלף ומאתיים מטר יתכן כי מחציתם ימותו. מעבר לתחום זה עצמת קרני "גמא" נחלשת במהירות ומספר מקרי המות יהיה קטן באופן יחסי, אם כי השפעות פחות חמורות, כגון נשירת השיער, עלולות להגרם גם עד מרחק של $2\frac{1}{2}$ ק"מ. ביפן מיחסים לקרני "גמא" 20—15 אחוזים ממקרי המות, אולם האחוז עלול היה להיות גבוה יותר לולא מתו חלק מנפגעי הקרנים מהמת גורמי פגיעה אחרים.

המספרים שהובאו בקטעים הקודמים הם הערכות הנובעות מחקירת מקרי ההתפוצצויות מגובה רב שנעשו ביפן. ובתנאים דומים היה תקפס יפה גם לגבי ערים אירופיות. מאידך גיסא יש להדגיש שהם נכונים לגבי אנשים שהתפוצצות באה עליהם לפתע ושלא הספיקו לתפוס כל מחסה, ושגם בתים רגילים נותנים מידה מסוימת של הגנה ע"י הקטנת עצמת הקרינה החודרת דרכם (ראה לעיל).

ב. ניוטרונים: זוהי צורה נוספת של קרינה חדירה, המהווה מקור סכנה מיידית בזמן ההתפוצצות. הניוטרונים הם חלקיקים זעירים הנפלטים בשעת בקיעת גרעיני האטומים בחומר הפעיל של הפצצה. הם מתנועעים במהירות גדולה מאד לכל הכיוונים ומגיעים לאדמה, אם הפיצוץ היה קרוב אליה במידה מספקת, כמעט לידה. משך פליטתם הוא קצר, כנראה לא יותר מכמה שניות. גם הטוח שבו כרוכה סכנת מות בפגיעתם הוא קצר בהרבה

מזה של קרני "גמא". נראה הדבר כי ניוטרונים עלולים להוות מקור סכנה רציני באותן התפוצצויות אטומיות, שאינן מתרחשות בגובה גדול מעל פני האדמה.

מעל פני האדמה. רב, הן בחמרים שונים והן בגוף האדם, שהם גורמים לו נזק רציני, אם כי אין מרגישים מיד בחדירתם. הם שונים מקרני "גמא" בזה שהם גורמים מים לפעילות רדיואקטיבית משנית מצד כמה וכמה חמרים שדרכם הם עוברים. צורת רדיואקטיביות זאת נקראת "רדיואקטיביות מושרית" ו היא יכולה להתמיד במשך זמן ממושך למדי, הכל לפי החרמר המוקרן ע"י הניוטרונים.

קשה להעריך את מספר הניזוקים ע"י גיוטרונים בשעת התפוצצות אטומית, אולם יש להניח שאותה שכבת בטון הנותנת הגנה בפני קרני "גמא" תגן גם בפני גיוטרונים, חוץ מאשר על פני הקרקע, ממש מתחת לפצצה. יש לזכור שהגורמים החשובים ביותר למקרי מות בתחום שבו פעילים הגיוטרונים הן השפעות ההדף (דהיינו תמוטתם של בנינים וכו'), הברקת החום וקרני "גמא". ישנה, כמובן, גם האפר שרות לסכנה מצד חמרים בעלי רדיואקטיביות משנית, "משרה", הנוצרת בהם ע"י הגיוטרונים ומתמידה תקופה ניכרת.

(3). רדיואקטיביות (לגבי סכנה מושהית): בסעיפים הקודמים נזכרו בקצרה "מוצרי בקיעה" ו"רדיואקטיביות משרה" הנגרמת ע"י הגיוטרונים, בחמרים שדרכם הם חודרים. שתי צורות רדיואקטיביות אלה מהוות מקור לסכנה "מושהית", מקרני ה"גמא" החדרניות שהן מקרינות ומחלקיקים רדיואקטיביים הנוגעים בגוף או הנכנסים לתוכו אגב נשימה או בליעה.

א. "מוצרי בקיעה": אלה הם חלקיקים בעלי פעילות רדיואקטיבית חזקה הנוצרים בשעת בקיעה אטומית. הסכוי לכך כי חלקיקים אלה ירדו ויגיעו בכמות מסוכנת אל פני שטח המטרה, בשעת התפוצצות אטומית בגובה רב, הוא מועט למדי. הם נישאים למעלה בעמוד העשן והגזים החמים לגובה גדול מאד ושם הם מתפזרים ע"י הרוח ובסופו של דבר נעשים בלתי-מסוכנים. ישנה אפשרות שכמות מסוימת מהם, שעה שעודם מרוכזים למדי, תכוון כלפי האדמה ע"י גשם שוטף ומשברוח מן המטרה. במקרה כזה השטח הנגוע לא יהיה בדרך כלל גדול מאד ואין הוא חייב להיות דוקא בשטח עיר, כי אם יתכן ויהיה גם בשדה פתוח, כך שלא יגרום נזק רב. כאמור, הסיכויים למקרה כזה של שקיעת החלקיקים אינם רבים. אולם אין להתעלם גם מאפשרות מעין זו. בהתפוצצויות בגובה נמוך או על פני הקרקע "מוצרי-בקיעה" אלה מהווים מקור סכנה מרדיואקטיביות, כי הם ימצאו על פני האדמה ובלוע הנוצר ע"י ההתפוצצות. והם עלולים להנשא ברוח כשהם הולכים וצונחים תוך כדי מעופם ויוצרים ע"י כך אזור נגוע דמוי-מניפה, לכמה קילומטרים במגמת הרוח, שבו עצמת קרינתם מסוכנת למדי.

בהתפוצצויות מתחת לפני המים ימצאו מוצרי-הבקיעה במים ובערפל הנזרקים כלפי מעלה והם עלולים לזהם בני-אדם ועצמים בתחום של כמה וכמה ק"מ מרובעים.

שטחים שזוהמו ע"י מוצרי בקיעה או רדיואקטיביות מושרית יוסיפו להיות רדיואקטיביים לאחר ההתפוצצות, בהקרינם קרני "גמא" ובהוותם מקור לחלקיקים רדיואקטיביים העלולים לבוא במגע עם גוף האדם או להבלע או להנשם לתוכו.

לטיפול כימי, לחום ולתנאים אטמוספריים שונים אין כל השפעה מונעת על פעילותם הרדיואקטיבית של שטחים אלה. משהפך איזה חומר רדיואקטיבי הרי ילך ויתפרק עד תום לפי תהליכו הטבעי, בהתאם ל"משך מחצית החיים" הסגולתי המיוחד לו, אשר יש והוא בן שניות מספר ויש והנו בן שנים רבות, הכל לפי החומר הנדון. במושג "משך מחצית החיים" אנו מבינים את הזמן שבו יורדת ומת-חסלת באופן טבעי פעילותו הרדיואקטיבית של האלמנט הנדון עד מחצית ערכה, או, במלם אחרות, הזמן שבו מאבד החומר את מחצית פעילותו הרדיואקטיבית. כאמור, זמן זה הוא שונה ומיוחד לגבי כל סוג חומר שהפך רדיואקטיבי.

היות ואלמנטים שונים רבים, בעלי "זמני מחצית חיים" שונים עלולים להיות מעורבים בגרימת זיהום רדיואקטיבי של שטח קרקע, והיות ומידת הסכנה תלויה בכמה וכמה גורמים, כגון גובה ההתפוצצות, התנאים האקלימיים והמטאורולוגיים, אופי הקרקע והרכבה וכו', אי-אפשר לקבוע למפרע כמה זמן עלול שטח נגוע להוות מקור סכנה; יתכנו תנאים בהם לא תהיה אפשרות להכנס בבטחון לתוכו, אלא כעבור זמן די ניכר.

היות והעצמה הרדיואקטיבית ההתחלית הולכת וקטנה במהירות הרי כרגיל יוכלו פלגות-הצלה, מכבי-אש ואנשי התגוננות-אזרחית אחרים, להכנס לשטח הנגוע לביצוע תפקידים הכרחיים ללא בגדי מגן מיוחדים, אם כי זמן שהותם בו יהיה, כמובן, מוגבל, בהתאם למנת ההקרנה המכ-סימלית שגוף האדם יכול לעמוד בה בלי לסבול נזק. גורם זה נתון עתה במחקר.

אם כי אין לראות או להגיש ברדיואקטיביות הרי מצוריים מכשירים "בעזרתם אפשר לקבוע אם עצם מסוים שולח קרינה רדיואקטיבית ומהי עצמתה של הקרינה. אלה יתוארו להלן, עם תיאורה של הכסות אשר יש ללבשה למען מנוע בעד "מוצרי הבקיעה" מלהגיע אל הגוף.

ב. רדיואקטיביות מושרית: זו נגרמת ע"י גיוטרונים הנזרקים מגרעיני האטומים הנבקעים. כשני-טרונים אלה חודרים דרך חמרים מסוימים הם מקנים להם פעילות רדיואקטיבית ועושים אותם ע"י כך למסוכנים. כמו במקרה של "מוצרי בקיעה" (עיין בסעיף הקודם) סכנה זו הנה ממשית רק במקרי התפוצצות בגובה נמוך או על פני הקרקע, והיא מוסיפה במקצת על סכנת הרדיואקטיביות הנגרמת ע"י מוצרי בקיעה. רדיואקטיביות מושרית זו מצויה גם בהתפוצצויות מתחת לפני המים, אולם שם פער לתה מוסנה כרגיל ע"י פעילותם הרדיואקטיבית העצומה של מוצרי הבקיעה.

(4). הדף: ההבדל בין ההדף הנגרם ע"י פצצה אטומית ובין זה הנגרם ע"י פצצת חנ"מ רגילה הוא בזה שבמרחקים שבהם הליציס הנגרמים ע"י שתי הפצצות

הם שוים הרי משך הזמן של ההדף מהפצצה האטר-
מית ארוך מאה פעם ויותר מזה של פצצת חנ"מ. כתוצאה
מזה המכניזם של ההרס הנגרם ע"י פצצה אטומית שונה
לגמרי מזה הנגרם ע"י פצצה רגילה.

ציור מס. 2 מראה עקומת לחץ-זמן אפיינית לפצצת
חנ"ם בינונית במרחק שבו נגרמים למבנים נזקים רציניים.
אפשר לראות שהלחץ עולה לערך של 15 ליטראות לאינץ'
מרובע (אטמוספירה אחת, יותר מ-500 ק"ג למטר מרובע),
ערך שהוא גבוה בהרבה מהעומס הסטטי שמבנה נורמלי
יכול לשאת. אולם לחץ זה קיים רק זמן קצר מאד (כ-1/10
שניה) ואפיו, לכן, הוא יותר אופי של מהלומה פתאומית
למבנה מאשר אופי של עומס סטטי. מידת כשרה של
מהלומה פתאומית לגרום נזק נקבעת הן ע"י הלחץ והן
הזמן שבו פועל הלחץ. למעשה נמדד כושר ההרס של
ההדף מפצצת חנ"ם ע"י מכפלת שני הגורמים האלה (הידור-
עה כ"איימפולס"). אפשר להמחיש נקודה זו ע"י פעולת
דחיפה על דלת רגילה, בלתי סגורה. אפשר לפתוח את
הדלת ע"י דחיפה קלה ואטית באצבע. אם מכים
בדלת מכה פתאומית באגרוף היא לא תפתח בהרבה אפילו
אם המכה חזקה מאד. אם המכה תהיה חזקה למדי הדלת
עלולה להקרע מעל צירה; זוהי למעשה פעולתו של ההדף
מחומר נפץ — הוא מכה בעצמים מכה פתאומית ולא דוחף
אותם במשך זמן ממושך; רבות מתוצאותיו המשוונות למר-
אית עין של ההדף — ניתן להסבירן בנקל משהובנה
העובדה הנ"ל.

בציור מס. 2 אנו רואים שאחרי שלב הלחץ, (השלב
החיובי) של ההדף בא שלב היניקה (השלב השלילי). אם
כי היניקה שבשלב שלילי זה מגיעה רק ל-1/3 מעצמת
הלחץ שבשלב החיובי, הרי משך פעולתה ארוך פי
שלושה מהנ"ל. מכאן שהאיפולסים שבשני השלבים
הנם שווים בערך. והכושר הפוטנציאלי להרס שוה, איפוא,
בערך, בשניהם. אולם מכיון שלב היניקה בא אחרי
שלב הלחץ פעולתו נוטה להתבלט יותר. לדוגמה: קיר
בנין עלול להסדק בשלב הלחץ אולם התמוטטותו, בכיוון
מקום ההתפוצצות, עלולה לבוא בשלב היניקה.
אם נבוא להשתמש בקנה-המידה של "איימפולס" לגבי
ההדף מפצצה אטומית נמצא שהדף זה צריך להרוס קירות

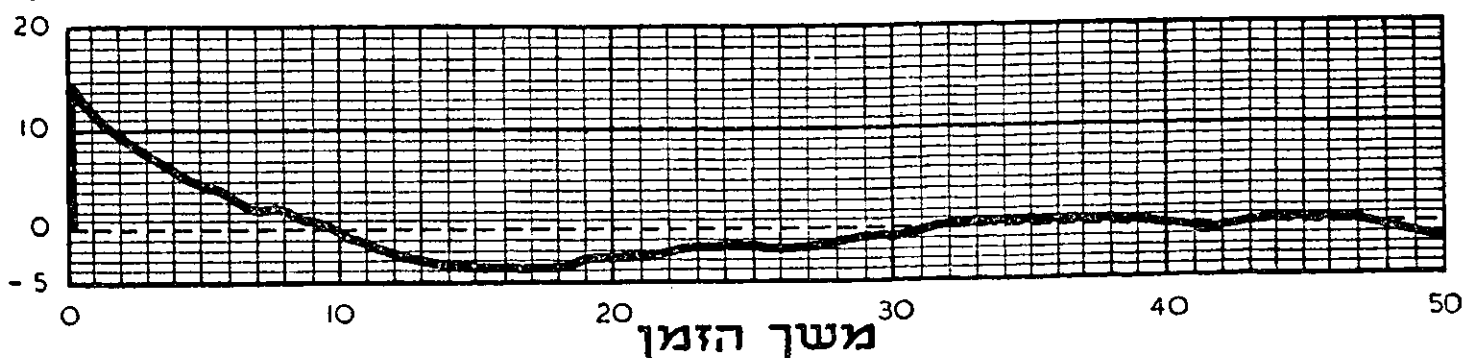
לבנים בעובי של 22 ס"מ במרחק של קרוב ל-20 ק"מ.
אולם במרחק זה שיא הלחץ מפצצה אטומית הוא רק 1/10
ליטרה לאינץ' מרובע, ולחץ זה נמוך בהרבה מהחוזק
הסטטי של הקיר. המבנה יחזיק איפוא, מעמד ויהיה משך
הלחץ הנ"ל עליו כאשר יהיה. אנו רואים, איפוא, שקנה-
מידה זה של "איימפולסים", לא יצלח לגבי פצצה אטומית.
אפשר להשתמש בו רק במקרים שלחץ-ההדף המכסימלי
עולה במידה ניכרת על החוזק הסטטי של המטרה ואין
זה כך אף לגבי שיא הנזק העלול להגרם למבנים רגילים
ע"י פצצה אטומית. במקרה זה קנה-המידה הנכון לנזק
הוא לא ה"איימפולס" אלא לחץ ההדף. כפשוטו, אם לחץ-
ההדף האפקטיבי עולה על החוזק הסטטי של המבנה יש
לצפות לתמוטה, בעוד שאם הלחץ קטן מהחוזק הסטטי לא
יגרם כל נזק, ולו גם תארך פעולת הלחץ זמן רב.

ההדף מפצצה אטומית דומה יותר לרוח חזקה מאשר
למכה הפתאומית המציינת את ההדף מחומר נפץ רגיל.
רבים ממקרי ההרס בהירושימה ובנגאטסאקי דמו למדי לאלה
הנגרמים לבנינים ע"י רוח חזקה מאד.

כעת ברורה הסיבה להעדרם בהירושימה ונגאטסאקי של
נזקים נגרמי-יניקה. כפי שצוין כבר, שוים בערך, "האימ-
פולסים" שבשלב הלחץ והיניקה, כך שלו היינו
מקבלים כקנה-מידה להרס את "איימפולס" ההדף היינו צרי-
כים לחכות למקרים רבים של הרס ע"י יניקה. אולם, אם
נקבל את הלחץ כקנה-מידה להרס, ונזכור שהלחץ
בשלב החיובי גדול פי 3 או 4 מהיניקה בשלב השלילי הרי
שאין לחכות להרס רב כתוצאה מיניקה. אם בנין אינו
מתמוטט בעקב הלחץ בשלב החיובי ("שלב הלחץ") אין
לצפות לכך שיתמוטט תחת הלחץ הנמוך בהרבה שבשלב
השלילי ("שלב היניקה").

אפשר להגביר את נזקי ההדף מפצצה אטומית (וכן
מפצצות חנ"ם גדולות) ע"י פיצוץ מעל לפני הקרקע. גם
הלחץ מהפצצה מוחזר אז מפני האדמה והיות וגל-מוחזר
זה מתנועע דרך אויר שנדחס וחומם ע"י הגל הישיר, המקור
לי, תהיה תנועתו מהירה יותר מזו של הגל הראשוני,
הישיר, והוא עלול להשיגו, להתלכד אתו וליצור מה שקור-
אים "גל של Mach": והתהוותו של גל זה היא הגורמת
להרס המוגבר בשעת נפץ-האוויר.

לחץ



4. הערכה על מספרי הנפגעים בהפצצה הגורמים לאבידות בהתפוצצות אטומית הן כויות מהב" רקת החום, רדיואקטיביות, כויות אש רגילות והפגעות מחלקי בנינים מתמוטטים וכדומה. הערכת אחוז גורמי המות, המבוססת על הנסיון ביפן, היא: מהברקת החום — 20—30%; מקרני "גמא" — 15—20%; מחבלות גופניות וכויות — 50—60%. אם הפצצה אטומית תבוא על אחת מערינו (כונת הכותב, כמובן, לערים בריטיות — המער.) במפתיע, לפני

שפונתה מתושביה ובלי שיוכנו מקלטים מתאימים, יהיה מספר הנפגעים, ע"י התפוצצות בגובה רב, מבהיל. המשר לחת הבריטית ליפן העריכה שבתנאים אלה בעיר בריטית טיפוסית בעלת צפיפות אוכלוסין של 12 נפש לדונם עלולים להיהרג עד ל-50,000 איש. אולם אפשר לעשות הרבה כדי למעט את פעולתה של פצצה אטומית ולהציל חיי אדם ואין ספק שבהכנות מוקדמות הולמות, הכוללות הכנת מקלטים מתאימים וארגון שירותי הגנה אורחית יעילים, אפשר להקטן בהרבה את מספר הנפגעים.

פרק שני: הברקת החום

1. השפעה על בני אדם

השפעות הברקת החום על בני-אדם בלתי מוגנים הנן חמורות ביותר. כל כמה שקרובים יותר לנקודת-האפס כן תגדל הסכנה. אלה הנמצאים בנקודת-האפס עצמה יהרגו ללא ספק. כויות קשות ממדרגה שלישית תגרמנה לאלה שימצאו בתחום עד ל-2—1½ ק"מ בערך, מנקודת-האפס, וכויות פחות קשות — עד לתחום של כ-4 ק"מ ומעלה. ביפן ייחסו להברקת החום 20—30% מכל מקרי המות שנגרמו ע"י הפצצה האטומית. אפשר לשער כי האחוז יהיה דומה גם בעיר אירופית אם לא תנתן אזהרה. במקרה שתנתן אזהרה בזמנה ואלה שימצאו ברחוב, יספיקו לתפוס מחסה יהיה מספר מקרי המות מהברקת החום קטן באופן יחסי.

זמן ההברקה הוא קצר מאד, כנראה לא יותר משניה או שתיים. יתר על כן, הקרנים מתפשטות בקוים ישרים. ההגנה היא קלה באופן יחסי והיא ניתנת ע"י כל בנין שהוא. הגנה מסוימת ניתנת גם ע"י מלבושים, בהירים בעיקר, שאם כי הם עצמם עלולים להחרך, הרי אם אין הם נמצאים במגע ישיר עם העור, הם מגנים עליו בפני קרני החום. להבדל בין צבע כהה ובהיר של המלבוש יש ערך רק במרחקים שבהם עצמת החום אינה מספיקה להצית את הבד. בערפל קטן המרחק שבו מסוכנת פגיעת החום.

2. פעולת הברקת החום על חמרים

קשה להסיק מסקנות מהנסיון של יפן לגבי מידת סכנת דליקה בעיר בריטית בעקב הברקת החום. כי הרי בעיר אירופית — הדרכים האחרות לבנין בתים, וצפיפות הבנינים הפחותה גורעים מסכנת הדליקה. יתר על כן — ארגון מכבי האש וציודם יעילים יותר. בהירושימה נשלפו כ-10 קמ"ר במרכז העיר ובנגאסאקי — קרוב ל-4 ק"מ מרובעים. הער" בה אמריקאית לנזק-שריפה העלול להיגרם לעיר אמריקאית

כתוצאה מפצצה אטומית החזקה הרבה יותר, היא כ-5 ק"מ מרובעים.

בהתפוצצות בגובה קטן פעולת החום תהיה הרבה יותר אינטנסיבית, אולם מרוכזת בשטח הרבה יותר קטן; בהתפוצצות על הקרקע פעולת החום תתרכז בעיקר בשטח המכתש שינצר; בהתפוצצות מתחת לפני המים יבלע רובו של החום במים בהפכו אותם לקיטור.

3. בעיות של סערת אש

בתיאוריה של התקפת הירושימה צוינה "סערת אש", אם כי תופעה זו לא נראתה בנגאסאקי. יצירת סערת אש, הן ע"י פצצה אטומית והן כתוצאה מ"התקפת-רוויה" באמצעות פצצות חנ"מ, היא בעיה הנחקרת כעת חקירה מדעית. על תוצאה כזו של דרכי הפצצה מסוימים לא היה ידוע דבר עד לאחר מלחמת העולם, שעה שנתברר כי כזאת קרה בהמבורג ויתכן אף בעוד כמה ערים גרמניות.

יש להביא בחשבון את הסכנה של סערת אש שתגרם ע"י התפוצצות אטומית בגובה גדול או קטן, וברור שישנם שטחים שבהם עלולה להתחולל סערה כזאת ביתר קלות מאשר באחרים. האפייני לסערת-אש הוא החום הנמרץ, והרוחות החזקות — המקשות ביותר על מלאכת הכיבוי וההצלה. אולם סערת אש אינה קמה בבת אחת, ובלי ספק אפשר יהיה למצא סידורים, שיקבעו למפרע, כדי למנוע או לגרוע מהומרתה. (אכן, מערכת אמצעים כזאת כנראה שכבר הוכנה בבריטניה אלא שקיימים שיקולים לא-יפרי-סומה בטרם בא ההכרח להפעילה — המער.) אחת הבעיות החשובות ביותר שיש לבררן היא כיצד אפשר להבחין בעוד מועד בסימנים המעידים על סערת אש העומדת להתחולל, כך שאפשר יהיה לנקוט ללא דחוי בצעדים לפינוי גמור של שטח הסכנה מאוכלוסייה. פרק הזמן בין ההפצצה גופה לבין התפתחות הסערה יכול להיות קצר או ארוך, אולם בכל מקרה יש לנקוט בפעולה נמרצת ומידית אם רוצים להציל את אלה המצויים באזור.

פרק שלישי: רדיואקטיביות

נותנים מידה מסוימת, אם כי מוגבלת, של הגנה, התלויה במרחקים ממקום ההתפוצצות. קירות עבים מאד עשויים למנוע לגמרי את הסכנה מקרני „גמא“, אפילו בקרבת מקום לנקודת האפס, וכן שכבה לא עבה ביותר של אדמה ומספר „לגלים“ של אדמה בלבד בתורת מחפה מלמעלה מקנים חסינות מלאה, וסוגי המקלטים השונים של המל-חמה האחרונה כגון: „מקלטי אנדרסון“ (עשויי מתכת ומכוסי אדמה — המער.), המקלט הבנוי מעל לאדמה, מקלטי מנהרה או מאורה, מקלטי חפירות וכדומה — נותנים מידת הגנה ניכרת בפני קרני „גמא“ שאפשר להביאה לידי שלימות ע"י תוספת עובי.

3. השפעות משתהות.

מקובל לחשוב שהסכנות המושהות הכרוכות בהקרנה לא תהיינה בודאי חמורות כשהמדובר הוא ב„נפצי אור“ של פצצת אטום. באם אמנם תתממשנה סכנות כאלו הלי בעיקר תגרמנה ע"י מוצרי בקיעה ולעתים רחוקות יותר — ע"י רדיואקטיביות משרה, כפי שהוסבר בפרק ראשון. אפשרות אחרת, רחוקה אמנם, היא שימוש במוצרי לואי רדיואקטיביים מסויימים (אבק רדיואקטיבי?) ע"י התוקף. בשעת הכנת החומר הרדיואקטיבי ברהביקוע לפצצות אטומיות נוצרים כמה חמרים צדדיים בעלי פעילות רדיואקטיבית, היכולים, לפחות להלכה, לשמש כנשק ע"י שיפזרום בצורת אבק או יטילום בצורת „ערפל“ או עננים. אולם חמרים אלה נוצרים, בכמויות לא גדולות, ונוסף לכך מציג הטיפול בהם, בהעברתם, טעינתם ואחר סונם בעיות קשות ומסובכות (בשל תכונת ההתפרקות הספונטנית!) כך שהשימוש המלחמתי בהם הוא עדין פרוי בלמטי ביותר.

4. הגנה בפני השפעות משתהות

ישנם ששה עקרונות להגנה בפני פעולתה של הרדיואקטיביות המשתהה, והם:

(1) הבחנה (מדידת הקרינה).

(2) לבוש וציוד מתאימים.

(3) המנעות מכניסה לשטחים שנוגעו קשות.

(4) שמירה על טהרת הגוף.

(5) טיהור השטחים מהעצמים הנגועים.

(6) בדיקות רפואיות לעתים מזומנות.

וכללים למידה המותרת של ההתגלות בפני השפעות רדיואקטיביות.

(1) הבחנה (מדידת הקרינה): ישנם כמה סוגים של מכשירים למדידת הקרינה הרדיואקטיבית. סוג

השפעות הרדיואקטיביות על האדם עלולות להיות:

א. מידיות: ע"י כניסת קרני „גמא“ וניוטרוני-נים לגוף האדם בשעת ההתפוצצות.

ב. מושהות: ע"י פגיעת הקרנה מתוך „מוצרי הבקיעה“ הרדיואקטיביים — לאחר ההתפוצצות ואילך — או מחומרי המטרה שנעשו רדיואקטיביים ע"י חדירת ני-טרונים (רדיואקטיביות מושרית).

אם כי חדירת קרני „גמא“ לתוך הגוף היא מידית יש לזכור שהתוצאות הפיסיולוגיות משתהות לבוא.

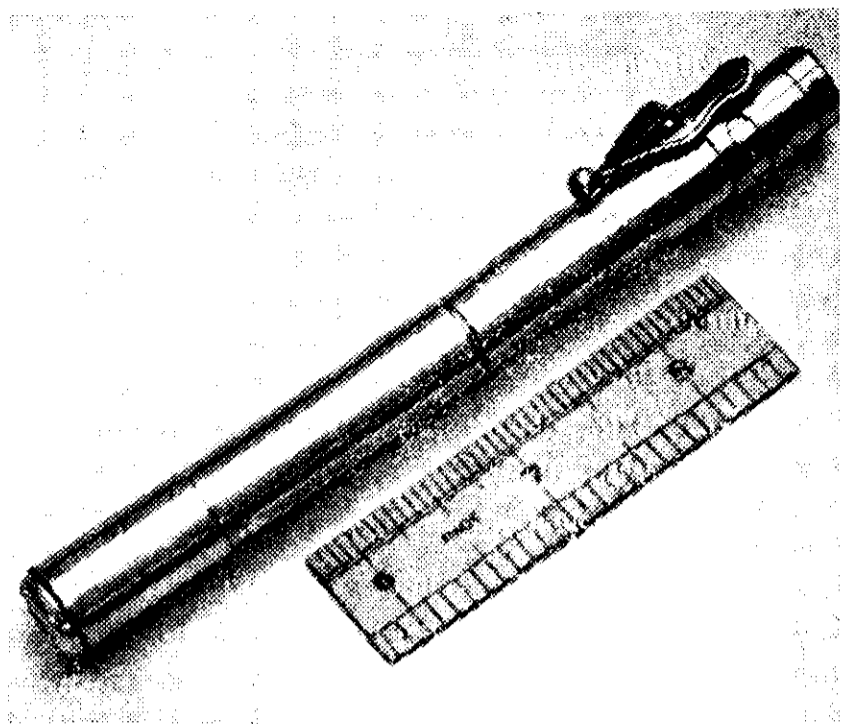
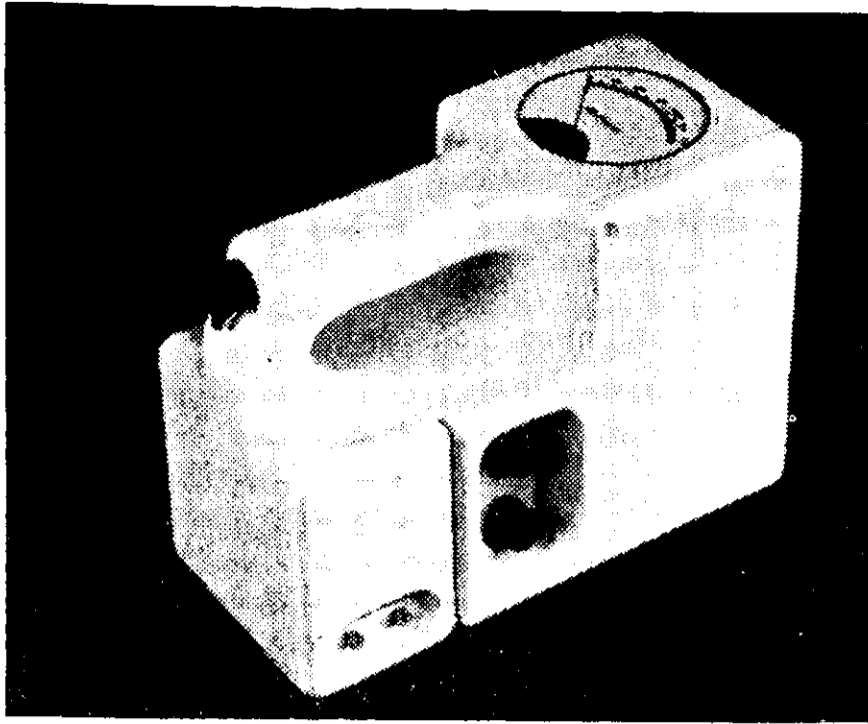
1. השפעות מידיות

הסכנה העיקרית שבהקרנה נובעת מפגיעה ישירה של קרני „גמא“ וניוטרונים ברגע ההתפוצצות. בגלל כוח חדי-רתם הגדול פועלים שני הגורמים הללו במידה פחות או יותר גדולה גם על אנשים המוגנים מפגיעות אחרות ע"י בנינים. פעולת קרני „גמא“ והניוטרונים אינה מלווה כל תחושה מיוחדת, כך שהקרבתן עלול גם לא לדעת את הסכנה שהוא נמצא בה. הופעת הסימפטומים („מחלת ההקרנה“) באה במקדם או במאוחר, בהתאם למנת ההקרנה שנספגה בגוף. זאת תלוייה במרחק ממקום ההתפוצצות ומידת ההגנה שהיתה לנפגע. אולם בהתפוצצויות בגובה גדול יתכן ואפ-שר ליחס את הפגיעה במלואה לקרני „גמא“, היות וטוח פעילותם הממשית של הניוטרונים הוא מוגבל הרבה יותר.

2. הגנה בפני השפעות מידיות

ידועות כמה צורות הגנה בפני גזי מלחמה, כגון בגדי מגן ומשחות שונות. יש להדגיש שאמצעים אלה אינם מקנים כל הגנה בפני ההשפעה „מידית“ של קרני „גמא“ וניוטרונים, אם כי המצב שונה במקצת ביחס להשפעות „המשתהות“.

יחד עם זאת כדאי שיהיה ידוע כי באשר לתכנון המק-לטים, הרי ההגנה בפני הפעולה הממיתה של הרדיואקטיביות הנה בגדר אפשרות מעשית. העקרון הוא עקרון „מיסוך“. אם כי לקרני „גמא“ כח חדירה רב ישנו גבול לחדירתן. בשעה שהן עוברות דרך חומר הן מפסידות חלק מהאנרגיה שלהן, והפסד זה עומד ביחס ישר לסך-הכל צפיפותו ועוביו של החומר הנחדר. אפילו אויר מקטין את כוחן במשהו. ככל שצפוף יותר החומר כן יגדל כוחו לגרוע ממחץ קרני „גמא“. חמרי בנין כגון לבנים ובטון עוצרים אותן יותר מאשר עץ באותו עובי. ועוד יותר — העופרת, בשל צפיפותה הגדולה. קילותיהם של בנייני-מגורים רגילים ומקלטים על-קרקעיים מהטיפול של המלחמה האחרונה



מד-שיעור-הקרנה מטלטל. — נבדל מהקודם בכך, שאינו מראה את מדת-ההקרנה עד לרגע מסוים, אלא את שיעור ההקרנה לשעה.

מד-הקרנה אישי, מטיפוס הידוע בשם „קנרץ-פיבר אלקטרור סקופ“. מודד את מדת ההקרנה הרדיואקטיבית. גודלו ותבניתו כשל עט-גובע ואף ניתן לשאתו ככזה.

מצד נשיבת הרוח, במיכלים אטומי אויר. ואיש לא יורשה לטעום מהמזון בטרם יטול ידיו וישפשפן כדבעי, תוך תשומת לב מיוחדת למקומות שמתחת לצפרנים; ומשהוסרו הכפפות, אסור שהידים תבואנה במגע בלבוש ובציוד.

(4) שמירה על טהרת הגוף: רוב הסדורים לטהור אנשים שנוגעו במוצרי בקיעה דומים מאד לאלה הנהוגים לגבי טיפול במזוהמים בחמרי מלחמה חיימת. בשעת פשיטת בגדים יש להזהר מלנערם, פן יתעופפו באויר חלקיקים רדיואקטיביים אשר יתכן ודבקו בהם. ריסוס קל במים, מדי פעם, יש בו כדי להועיל והנו בגדר כלל. כל חלק לבוש שהוסר יש לשימו בפח נעול בטרם יושמד או יטוהר. רחיצה חייבת להיות יסודית ביותר ומלונת שפשוף במברשות; רצוי כי יסופקו כיוריר-רחצה לידים ומברשות צפרנים. (זויות-העור בצפורן טעונות תשומת לב רבה). אחר רחיצה חייב האדם להיבחן שוב באמצעות מד-רדיואקטיביות ובאם ימצא עליו שריד רדיואקטיביות יש לחזור על הרחצה עד ומד-הרדיואקטיביות יעלה בבחינתו תוצאה שלילית לחלוטין.

(5) טיהור השטחים מהעצמים הנגועים: יש לזכור שאי-אפשר להשמיד את הרדיואקטיביות של חומר באיזה אמצעי שהוא. האפשרויות היחידות הן: — לסלק את החומר שהפך מקרין ולהעבירו למקום אחר או להניח לו להתפורר מעצמו התפוררות טבעית. דבר אשר במקרים ידועים עלול להיות תהליך ממושך מאד. א. בגדים: שזוהמו קשה, מוטב להשמידם. בגדים שזוהומם קל יותר — ניתן לעשותם בלתי מסוכנים באמצעי כביסה רגילים פחות או יותר, או ע"י ניקוי-יבש.

אחד דומה בצורתו ובגדלו לעט גובע ומשמש למדידת הכמות הכללית של הקרינה במקום הנבדק. מכשיר זה הוא לשימוש אישי. מכשיר אחר מודד את המהירות (כמות ההקרנה בשעה) שבה מתקבלת הקרינה במקום מסוים. ישנם מכשירים רגישים מאד היכולים לגלות את מקומו המדויק של זיהום רדיואקטיבי על גופו של אדם, על חפץ וכדומה.

(2) ציוד: אם כי אין תלבושת שתגן בפני קרני „גמא“, הרי בגדים עלולים להגן בפני סוגי קרינה מיוחדים (קרני „גמא“ ו„ביתא“) הנפלטים אף הם אגב בקיעה או ממוצריה — באשר כוח חדירתם של אלה קטן למדי; אולם אם החומר הפולט אותם בא במגע ממושך עם העור או שהוא נבלע או נספג לתוך הגוף סכנתם מרובה.

הסה"כ של לבוש הכרחי באזורים נגועים הנו: א) מסכת נשימה, ב) כובע או ברדס ג) סרבל („אוברול“) ד) כפפות (רצוי מגומי או מברד) ה) מגפי גומי או נעלי עור חזקים, כאלה בהם משתמשים בפלגות ההצלה של ההגנה האזרחית.

(3) המנעות מכניסה לשטחים שנוגעו קשות: אין איש צריך להמצא בהם אלא לפי תפקיד. את השאר יש לפנות. אנשי הסיור, אשר לכל אחד מהם מכשיר רדיואקטיביות, ידעו את תחום האזור והוראותיהם מחייבות. אסור לשאת באזורים אלה חומרי מזון, משקה, ממתקים, עישון וכדומה מפאת סכנת הזיהום ממוצרי הבקיעה. באם העבודה באזור כזה תהיה צריכה להמשך יותר משעה-שעתיים יהיה הכרח לספק לעובדים מזון ומשקה. זאת תוכלנה לעשות קנטינות ניידות אשר תבאנה את האספקה מבחוץ עד אל תחום-ההיקף של האזור אשר

ב. חמרים אחרים: אם מתחילים בחיטוי בטרם הונח לזיהום הזמן להקלט בתוך החומר, אפשר לסלק בדרכים הדומות לדרכי סילוקו של זיהום-גזים.

ג. רחובות ומקומות ציבוריים: טרם נודעה דרך לחיטוי גמור, הגם ששטיפה במים באמצעות צינורות כבוי-אש, בודאי שתסיע לפיזור נושאי הזיהום, בתנאי שהשטיפה תוכל להעשות מבלי לגרום לסיכונים נוספים ע"י המים בהם ישתמשו: דהיינו, שיש לדקדק מאד בדרכים להפטר ממים אלו, ואלו, באם התנאים מרשים זאת — אפשר להניח את האזור הנגוע לתהליך ההתפרקות הרדיואקטיבית.

ד. מזון: לקרני „גמא“, אין השפעה מזיקה על חומרי מזון, אולם, מזון הנמצא בטוח קרוב לניוטרונים, שעה שנתפוצצה הפצצה, עלול לקלוט הקרנה מן הללו, ואולם, יש להשמידו אפילו, באם ימצאו במיכלים אטומי אויר, הסכנה הגדולה ביותר, היא, כי מוצרי בקיעה יקנו להם שליטה על פני חומרי מזון חשופים, סכנה שאפשר למנעה ע"י אחסנת המזון במיכלים אטומי אויר.

6) בדיקות רפואיות לעתים מזומנות: בריאותם של אנשי ההגנה האזרחית הנוקקים לשהיות באזורים רדיואקטיביים, תהיה טעונה השגחה ובחינה מדוקדקת. מדי-רדיואקטיביות מסוג זה או אחר יצינו את גודל ה„מנה“ הנקלטת על ידי איש ההגנה האזרחית בכל הזדמנות כזאת ויזהירוהו לכשיתקרב אל גבול המותר.

מתנהלים מחקרים בענין גודל ה„מנה“ המשמשת גבול כזה. הדבר תלוי גם באורך הזמן בו „מצטברת“ המנה. בבריטניה סבורים כי יקבעו דרוגים שונים של מנות-הקרנה מותרות: לציבור, לאנשי ההגנה האזרחית, המשטרה והכבאים — דירוג שלישי לעבודת חירום כגון, הצלת אלה שמקלטיהם הפכו להם למלכודת — ההנחה הנה כמשיוחלט על דרוגים כאלה — יהא הכרח כי תהיינה ידיעות לאלה הנושאים באחריות למצב, למען יוכלו לקבל החלטותיהם על פעולות — וכן לאלה הנוגעים לעבודת הרפואה והעזרה הראשונה. המגמה הכללית היא להבטיח עד כמה שאפשר כי כל „התגלות“ בפני הקרנה אפשרית תהא נתונה להשגחה מדוקדקת; וכי אף אם יהיה הכרח להסתכן בסיכונים שמעבר לגבול הרגיל, לא יעשה הדבר מתוך אי ידיעה.

כאמת-מידה למנת רדיואקטיביות משמשות יחידות מוסכמות המכונות „רנטגנים“. מדי-ההקרנה שנועדו לשרותי ההגנה האזרחית, הותקנו למדוד או „רנטגנים“ בתור שכאלה, או „מספר הרנטגנים לשעה“. לפי זה יהא מכונן המכשיר למוד את מנת ההקרנה הכוללת, או את „קצב הצטברותה“ של מנת ההקרנה. יוצא מכלל זה מדי-הזיהום, שנועד לציין את נוכחותם של שרידי רדיו-אקטיביות קלים ותכליתו למוד את כמותו של הזיהום הרדיואקטיבי. הלז נמדד ביחידות-„קיורי“ (או אף מיל-קיורי, או מיקרוקיורי, הכל כאשר ידרש לפי המקרה הנתון).

פרק רביעי: ההדף

2. השפעות על חמרים.

היות וכיוון ההדף הוא מלמעלה למטה (בהתפוצצויות באויר) נפגעים בראשונה הגגות. קרוב למרכזו של האזור הנפגע מתמוטטים הבנינים או, במקרה שהבניה חזקה במיוחד, מתרסקים הגגות או שהם מתקערים כלפי מטה אפילו אם הכתלים מחזיקים מעמד. במרחק גדול יותר, כשגל ההדף הולך ונעשה אפקי יותר, הריהו מהפך את הבנינים או ממעכם. טיפוס הבנין ומרחקו מנקודת האפס משפיעים על תגובתו לגבי ההדף. בנינים חסרי שלד, כגון בניני מגורים רגילים, נפגעים יותר מבנינים בעלי שלד, בעוד שבניני בטון מזוין או פלדה, או בתים היציבים לרעידות אדמה, כמעט ואינם נפגעים במרחק של 750 מטר מנקודת האפס. גשרים, הבנויים לעמוד בפני לחץ וארטיקלי, מחזיקים מעמד נוכח ההדף יותר מבנינים רגילים, אם כי יש להביא בחשבון את האפשרות של החזרת הגל משטח מים, דרכים וכו'.

הערכת המשלחת הבריטית ליפן היא כי בעקבות

1. ההשפעות על בני אדם

ההשפעה הישירה על בני אדם של ההדף מהתפוצצויות בגובה-הרב היא קטנה משאפשר היה לשער, וחבלה פנימית רצינית היא מקרה נדיר. רוב התאונות תהיינה משניות, מחבלות ע"י בנינים נופלים וכדומה. תאונות אלו עלולות לקרות בתחום של $2\frac{1}{4}$ —3 ק"מ, ובמידה פחותה מזוככת ומשברי בנינים מתעופפים אחרים — אף במרחק יותר גדול. מספר הפגיעות הבלתי ישירות הגדול ביותר עלול להיגרם ע"י תמוטת בנינים מהדף, כשהדיירים נלכדים, אולי בעיי המפולת ונתונים לסכנת אש. מעריכים שכ-70% מכל הנפגעים יגרמו ע"י חבלה פיסית ממין זה או אחר.

בעית ההגנה בפני ההדף ניתנת לפתרון. המקלטים היפניים בפני התקפות אויר עמדו יפה במבחן ההפצצה האטומית למרות בנינם הרופף. המקלטים התת-קרקעיים נתנו הגנה מלאה. אפשר לבנות מקלטים שיעמדו גם בפני ההדף וגם בפני קרני „גמא“.

התפוצצות בגובה הרב כזאת שהיתה ביפן, יגרם בעיר אירופית בעלת 4 בתים ו-12 תושבים לדונם הנזק הבא :
אופי הנזק :

בנינים שנהרסו או שהפכו טעונים הריסה ;

בנינים בלתי שכינים והטעונים בדק יסודי ;

בנינים בלתי שכינים זמנית אולם טעונים רק בדק קל.

הרדיוס מנקודת האפס

ומספר הבתים הנפגעים :

$1\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ ק"מ — 30.000 בתים ;

$2\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ ק"מ — 35.000 בתים ;

$3\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ ק"מ — 50.000—100.000 בתים.

הרס זה יפגע במגוריהם של 400.000 תושבים. גם אם ננכה מהחשבון את מספר הנפגעים, את מספר אלה שיוכלו לחזור לבתיהם אחרי תקונים קלים ואת אלה שלא נאלצו לעזוב את בתיהם כלל — הרי בכל זאת ישאר המספר של כ-100.000 נפש הצריכים שיכון חדש — בעיה קשה מאד לשרותי ההגנה האזרחית.

3. השפעה על השירותים הציבוריים.

הנזקים לשירותים הציבוריים ע"י התפוצצות בגובה הרב יצטמצמו בנזק לנמצא מעל הקרקע בלבד. צינורות המים והגז לא יפגעו אלא במקומות שבהם הם נישאים על גשרים; וכן ביביהשופכין. מתקנים מעל לפני הקרקע כגון מיכלי

גז, תחנות שאיבה, תחנות כוח, קוי חשמל, טלפון וטלגרף, וחשמליות עליים, מכוניות ורכבות יסבלו נזק קשה פחות או יותר עד מרחק של 2— $1\frac{1}{2}$ ק"מ בערך בנקודת האפס ותיקונם יהיה בעיה קשה למדי. נתיבות מסילות ברזל וחשמליות תפגענה כנראה רק ע"י גלי ההריסות, דליקות סמוכות, קרונות הפוכים, וכד'. התפוצצויות בגובה קטן, או על פני הקרקע, ייצרו "מכתשים" ויגרמו זעזועי אדמה שיביאו לידי נזקים גדולים בשטח ובעיקר מתחת לפני הקרקע. — אולם אזור פני הקרקע הנגוע בכך יהיה קטן הרבה יותר. סכנת הרדיואקטיביות המשתהה, ומוצרי הבקיעה תכביד במקרים אלה מאד על מלאכת הבדק.

4. בעיות ההצלה.

בין הבעיות הראשונות במדרגה תהיה — בצד האש — העבודה של הצלת הנקברים והנלכדים ; וכבר במלחמה האחרונה הוכח שעיייהמפולת הנוצרים עקב פגיעת ההדף מכבידים ביותר על בעית ההצלה. עבודה זו דורשת משמעת חמורה וטכניקה מפותחת, וחשוב מאד הוא המיפוי למפרע של מקומות המקלטים ומבנם, לחלוקה לחבורות ההצלה. הכרחי גם שיחידות ההצלה תתמצאנה יפה בסביבה ובמפות אלו, היות ואחרי ההתפוצצות עלולים להעלם סימני ההיכר הרגילים והגישה למקלטים תהיה קשה בשל עיי המפולת.

