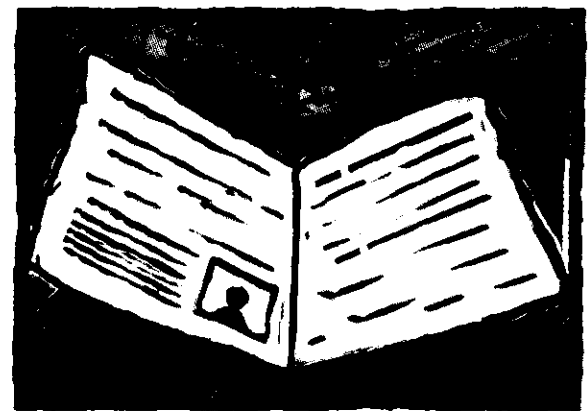


לוחמה ביולוגית מיציאת מצרים ועד ההנדסה הגנטית



סיקורת ספרים

"פצצת האטום של העניים" נוהגים לכנות את הנשק הביולוגי בשל היותו זול וקל לייצור ולהפצה. זאת הסיבה שהולך וגדל החשש שארגוני הטרור יעשו בו שימוש – במיוחד לאחר פיגועי ה־11 בספטמבר, שבהם הוכיחו שאין הם נרתעים מהרג המונים. להיסטוריה ולעתיד של הלוחמה הביולוגית מוקדש ספרה של ונדי ברנבי: "יוצרי המגיפות: העולם הסודי של הלוחמה הביולוגית"

סא"ל ד"ר יואב יחזקאלי

האירוע במורד הרוח במרחק קצר ממחנה צבאי מס' 19, שעסק בייצור נשק ביולוגי וחיסונים.

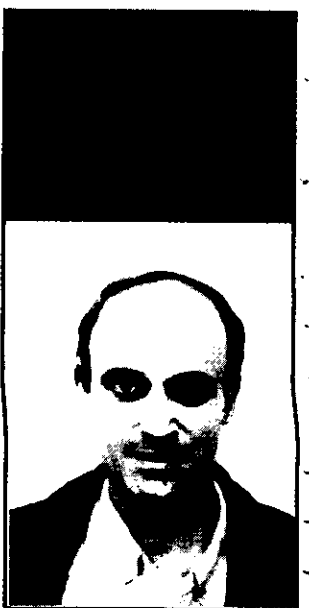
אלה שתיים מהדוגמאות שמביאה ונדי ברנבי (Wendy Barnaby), כתבת אוסטרלית לענייני מדע המתגוררת באנגליה, בספרה "יוצרי המגיפות: העולם הסודי של הלוחמה הביולוגית" (The Plague Makers: The Secret) שיצא לאור בלונדון בהוצאת Vision (2002).

מלחמת המפרץ ב־1991 וההוכחות החד־משמעיות שהתקבלו ב־1995 לכך שסדאם חוסיין עסק בפיתוחו של נשק ביולוגי הגדילו את החשש – בעולם בכלל ובישראל בפרט – מפני חומרי לחימה ביולוגיים (חל"ב). לוחמה ביולוגית היא הפצה מכוונת של מיקרואורגניזמים (חיידקים, נגיפים וכדומה) או של תוצריהם (בעיקר רעלנים) כדי לגרום נזק לבני אדם, לבעלי חיים או לצמחים. לוחמה ביולוגית ידועה ככל הנראה עוד משחר ההיסטוריה. סבורים כי השחין הנזכר בספר שמות היה אנתרקס, ככתוב: "ויקחו את פיח הכבשן ויעמדו לפני פרעה, ויזרוק אותו משה השמימה, ויהי שחין אבעבועות פורח באדם ובבהמה" (שמות, ט' 10). במאה ה־14 השתמשו הטטרים בלוחמה ביולוגית: בעת המצור על העיר קאפה שלחופי הים השחור הם השליכו גופות של נפטרים ממחלת הדבר אל תוך העיר הנצורה, ויש הטוענים כי היה זה אחד הגורמים להתפשטותה של מגיפת הדבר ("המוות השחור"), אשר כילתה כשליש מאוכלוסיית אירופה של אותם הזמנים.

ברנבי פותחת את ספרה בתיאור מתקפת מעטפות האנתרקס בארה"ב בסוף 2001, זמן קצר לאחר אירועי ה־11 בספטמבר. הפרשה הזאת, שנותרה בלתי מפוענחת,

ב־7 בספטמבר 1978, בעיצומה של המלחמה הקרה בין הגושים, התהלך גולה בולגרי בשם גיאורגי מרקוב מגשר ווטרלו למשרדי ה־BBC בלונדון, שם עסק בשידורים אנטי קומוניסטיים. לפתע חש דקירה חדה ברכו. הוא הסתובב והבחין באדם הנושא מטרייה. האלמוני התנצל ומיהר להיעלם. למחרת הובהל מרקוב לבית־חולים, כשהוא סובל מחום גבוה ומהרגשה רעה. הוא היה מאושפז במצב קשה במשך ארבעה ימים, עד שמת. הרופאים הוציאו מירכו, במקום שבו נדקר באמצעות המטרייה, כדורית מתכת זעירה בעלת ארבעה נקבים. על סמך סימני המחלה וממדי הכדורית הסיקו החוקרים כי מרקוב מת כתוצאה מהרעלת ריצין – רעל המופק מזרעי הקיקיון. את הרעל החדיר לגופו סוכן בולגרי, שירה את כדורית הרעל מהמטרייה שהייתה ברשותו.

באפריל 1979 מתו בסברד־לובסק שבהרי אורל עשרות בני אדם מהתפרצות של מחלת האנתרקס (גחלת), מחלה האופיינית לחיות משק ושעלולה להדביק בני אדם במגע עם העור. הסובייטים טענו שסיבת ההתפרצות הייתה אכילת בשר מזוהם, אך כבר אז חשדו האמריקנים כי מקור המחלה היה דליפת נבגי אנתרקס ממפעל לייצור נשק ביולוגי. רק בראשית שנות ה־90, עם הרמת מסך הברזל והופעת פרסומים של רופאים ושל מדענים רוסים, התברר כי אכן מדובר היה בתחלואה בטיפוס הנשימתי של מחלת האנתרקס, האופייני לחשיפת דרכי הנשימה לנבגי (חיידקי) אנתרקס המפוזרים במתכוון. ניתוח מטאורולוגי הוכיח כי כל החולים שהו ביום



אומנם הסתכמה רק בכ-20 חולים ובנפטרים בודדים, אך השפעתה הכלכלית והפסיכולוגית הייתה עצומה: מערכת הדואר בארה"ב שותקה לזמן רב, והיה צורך לסגור ולטהר מבני ציבור רבים, ובהם קומות שלמות של הסנאט ושל חברות תקשורת ענקיות. ההשפעות הכלכליות והפסיכולוגיות יהיו קרוב לוודאי משמעותיות ביותר בכל אירוע ביולוגי חריג – בין אם מעשה ידי אדם ובין אם טבעי, כפי שאירע במגיפת ה-SARS במזרח הרחוק ב-2003.

במשך השנים נעשו ניסיונות להגביל את תפוצת הנשק הביולוגי, אך אלה לא זכו להצלחה רבה. בשנת 2001 נסוגה בה ארה"ב מנכונותה לחתום על אמנה חדשה למניעת הפצתו של נשק ביולוגי. האמנה הקיימת (BWC) נחתמה ב-1972, ובעקבותיה התפרקה ארה"ב ממאגרי הנשק הביולוגי שלה. ארה"ב טוענת כי האמנה ממילא אינה אפקטיבית, והראיה לכך היא שבריה"מ ועיראק, שהיו חתומות על האמנה הקודמת, המשיכו לפתח ולייצר חומרי לחימה ביולוגיים. הקושי הרב שביישום אמנות נגד נשק ביולוגי טמון במגבלות שהן מטילות גם על מחקרים לגיטימיים ועל שימוש בחומרים ביולוגיים, שיכולים אומנם לשמש לייצור חומרי לחימה אסורים, אך הם חיוניים גם לפעילויות

מסחריות ולימודיות לגיטימיות לגמרי. זהו אחד ההיבטים המגביר את האטרקטיביות של הנשק הביולוגי מחד ואת חששן של מדינות ישרות מאידך: השימוש הכפול (Dual Use) האפשרי במחקר ובפיתוח ביולוגיים הן לצורכי התגוננות והן לצרכים התקפיים.

נשק ביולוגי נחשב לזול מבין סוגי הנשק להשמדה המונית, ולכן כונה במשך שנים "פצצת האטום של העניים". הטכנולוגיה הדרושה לייצור נשק ביולוגי נפוצה, יחסית, ועקרונית זו אותה הטכנולוגיה המשמשת לצרכים רפואיים וחקלאיים, כך שניתן להסוות בקלות מתקן לייצור נשק ביולוגי ולטעון שמדובר במתקן אזורי תמים, המייצר, למשל, מזון לתינוקות.

יחד עם זאת הדעות חלוקות בנוגע למידת יעילותו של הנשק הביולוגי: עמידותם של החיידקים ושל הנגיפים המפוזרים באוויר או במים אינה גבוהה, והטכנולוגיה

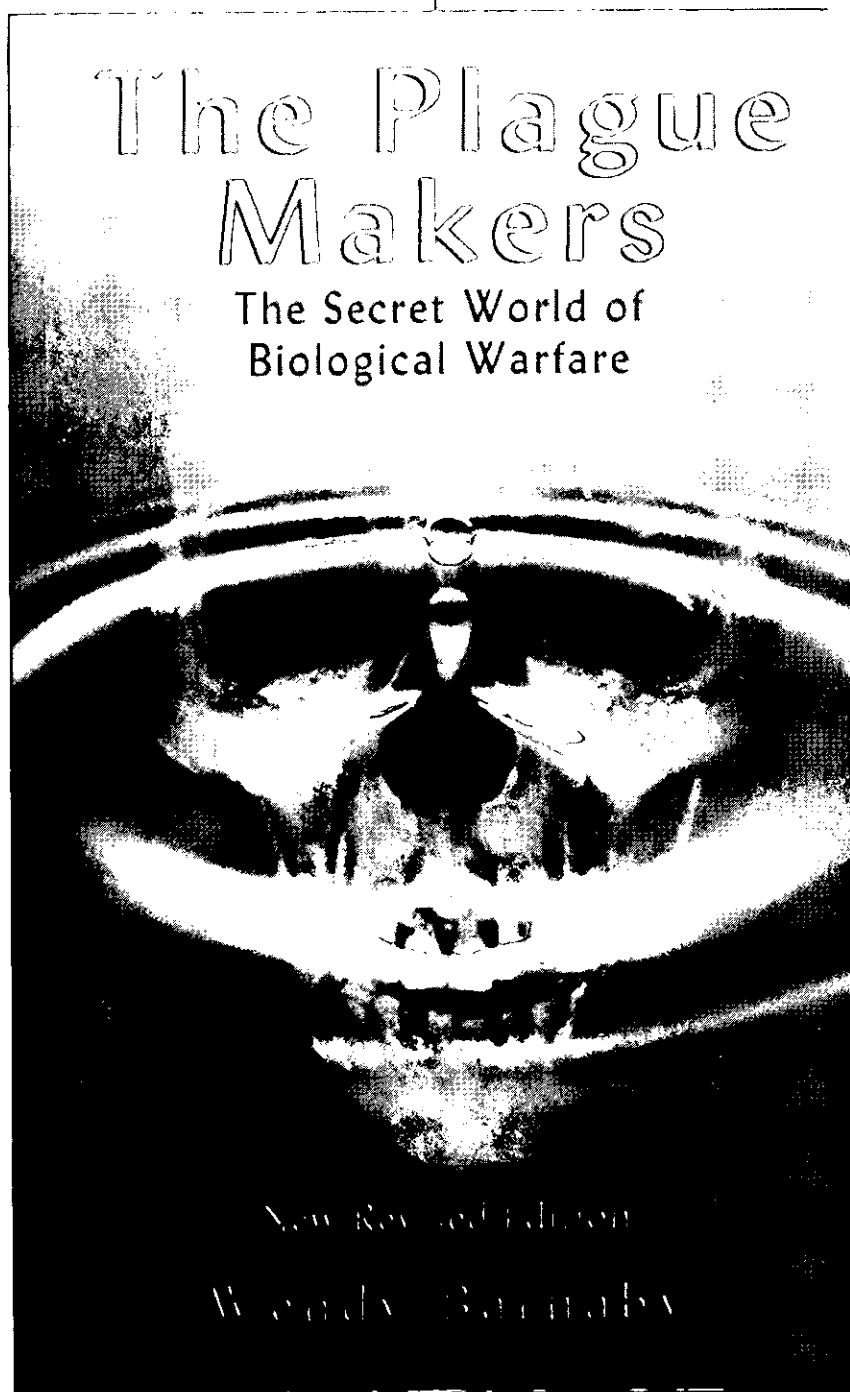
הנדרשת לפיזורם היעיל היא בכל זאת מתוחכמת למדי. המחברת סוקרת את פיתוחו ואת ייצורו של הנשק הביולוגי במדינות רבות, ובהן ארה"ב, בריטניה, עיראק, בריה"מ ודרום-אפריקה. היא מתארת את ניסויי השטח שנעשו בפיזור חומרים מדמים (סימולנטים) לנשק ביולוגי כדי לאמוד את מידת השפעתו האפשרית בערים הגדולות בארה"ב. בסן-פרנסיסקו פוזרו בשנות ה-60 חיידקים מאונייה ששייטה במפרץ, ובניו-יורק פוזרו חיידקים שנחשבו בלתי מזיקים ברכבת

התחתית. הניסויים אלה הוכיחו כי באמצעות נשק ביולוגי ניתן לכסות שטחים עצומים ולפגוע בתושבים רבים. ראוי לציין שהניסויים האלה נחשפו לציבור במקרה, היות וחלק מהחיידקים שפוזרו, ושנחשבו בלתי מזיקים, גרמו לתחלואה בקרב האוכלוסייה שנחשפה להם.

אחת השאלות המעניינות היא מדוע נמנע היטלר מלפתח ולהפעיל חומרי לחימה ביולוגיים במלחמת העולם השנייה. נראה שהתשובה לכך היא חששו מתגובה מכאיבה של בעלות הברית, שהכינו לפני המלחמה מאגרים של נשק ביולוגי. היטלר אישר למדעניו רק לפתח נשק ביולוגי נגד יבולים חקלאיים. המדענים הגרמנים גידלו זן של חיפושיות התוקפות תפוחי אדמה, ומטוסים גרמניים פיזרו אותן במזרח אנגליה.

יפן פיתחה וייצרה חומרי לחימה ביולוגיים במלחמת העולם השנייה, בעיקר חיידקי דבר. שיטת הפיזור התבססה על פצצות אוויר ועל פגזים שהכילו פרעושים שנשאו את חיידקי המחלה. יפן גם ניסתה חומרי לחימה ביולוגיים על עצורים במחנות ריכוז במנצ'וריה בשנות ה-30 וייתכן שגם על שבויים של בעלות הברית במהלך המלחמה. למרבה הזוועה, עם סיום המלחמה לקחו האמריקנים את ד"ר אישי שירו, מפקד יחידה 731 הנודעת לשמצה, שביצעה את הניסויים הברבריים האלה, והעניקו לו – ולמדענים נוספים – חסינות מתביעות בתמורה לידע שצברו.

רק באמצע שנות ה-90, כאשר התאפשר לבכירים סובייטים לשעבר לפרסם את זיכרונותיהם, התברר עד כמה מפותחת הייתה תוכנית הנשק הביולוגי של ברית המועצות – תוכנית שנמשכה שנים רבות לאחר



שבריה"מ חתמה על האמנה למניעת הפצתו של נשק ביולוגי ב־1972. במפעלים סובייטיים הועסקו עשרות אלפי עובדים אשר פיתחו וייצרו חיידקי דבר עמידים, נגיפי אבעבועות שחורות וחיידקי אנתרקס במסווה של מכוני מחקר. נגיפים של אבעבועות שחורות פוזרו במסגרת ניסויים בים הצפוני וככל הנראה גם במוסקבה ב־1960. כתוצאה מכך – נטען בספר – חלו 46 אנשים והיה צורך לחסן שישה מיליון איש בתוך שבוע.

בספר ישנה התייחסות גם לישראל. עליה נכתב כי סבורים של־ישראל ישנה היכולת לייצר חומרי לחימה ביולוגיים, אך ככל הנראה היא לא עשתה כן. בספר מתוארת פרשה של הרעלת בארות בחיידקי מעיים נגד הצבא המצרי בעזה במלחמת השחרור, וכמו כן מתוארת בהרחבה פרשת מאסרו של פרופ' מרקוס קלינגברג מהמכון הביולוגי בנס־ציונה.

הספר מרבה לעסוק בטרור העולמי ומונה מקרים רבים שבהם הפעילו טרוריסטים או ניסו להפעיל חומרי

כיום להנדס חיידקים כך שיהיו עמידים יותר לאנטיביוטיקה, אם כי בד בבד מוזכר שהתהליכים האלה עשויים גם לגרום לחיידקים לאבד מאלימותם. ניתן כיום להנדס גנטית חיידקים לתכונות הרצויות לתוקף באמצעות החדרת גנים שונים. נוסף על כך, עם גילוי רצף הגנום האנושי מכירים יותר ויותר בהבדלים הגנטיים בין קבוצות אתניות, שאפשר לנצלם לפיתוח חומרי לחימה ביולוגיים שישפיעו באופן סלקטיבי על אוכלוסייה מסוימת ולא על אוכלוסייה אחרת. זהו "הנשק האתני", המתבסס על העובדה שגנים מסוימים שכיחים יותר בעמים מסוימים. ניתן להעלות על הדעת לא מעט סכסוכים לאומיים, שבהם נשק אתני יכול להיות שימושי עבור הצדדים הניצים. האפשרות הזאת מדאיגה, אך למרבה המזל דרוש לשם פיתוחו של נשק כזה תחכום טכנולוגי רב.

הספר מתייחס גם לפגיעותה הרבה של התבואה העולמית למזיקים. בשנים האחרונות מתבססת

חיילים בריטים בלבוש מגן מלא מחפשים חומרי לחימה ביולוגיים בעיראק



לחימה ביולוגיים במהלך המאה ה־20. פשטות הייצור והאפשרות להפעיל נשק כזה גם בלי להותיר טביעות אצבע עושות אותו אטרקטיבי לטרוריסטים. זאת ועוד, לאחר חציית הסף בפיגועי ספטמבר 2001 גברה הסכנה שארגוני טרור יפנו לנשק להשמדה המונית בכלל ולנשק ביולוגי בפרט.

בפרק העוסק בהתקדמות הביוטכנולוגיה ובשימושיה האפשריים בלוחמה הביולוגית מוזכרת היכולת הקיימת

החקלאות במידה הולכת וגדלה על זנים שהונדסו גנטית כדי להגביר את היבולים. אולם ככל שהמגוון הגנטי קטן, הופך הצומח להיות רגיש יותר למזיקים, שאותם ניתן לפזר גם במכוון.

בפרק העוסק בהתגוננות מפני חומרי לחימה ביולוגיים מתוארים בפרוטרוט דווקא צעדי ההתגוננות שנקטה ישראל במלחמת המפרץ ב־1991 מפני חומרי לחימה כימיים, כגון חלוקת ערכות מגן ואטימת החדרים.

האמצעים אלה כמובן לא יהיו יעילים נגד התקפת פתע, כגון אירוע טרור. אין בספר התייחסות ספציפית למוכנות שהייתה נגד חומרי לחימה ביולוגיים.

המחברת מתארת אמצעים רפואיים שונים נגד חומרי לחימה ביולוגיים – על יתרונותיהם וחסרונותיהם. חיסונים יעילים קיימים רק נגד חלק מחומרי הלחימה הביולוגיים, ולרוב לא יידע המתגונן מראש נגד אילו גורמים מחוללי מחלות עליו להתחסן. לחיסון האוכלוסייה האזרחית יש משמעויות רפואיות (סיבוכים אפשריים) ולוגיסטיות רבות. תרופות אנטיביוטיות יעילות נגד חלק מהמחלות, אבל יעילותן הולכת ופוחתת ככל שחולף זמן רב יותר בין החשיפה לבין הגילוי והזיהוי של מחולל המחלה. חשוב לגלות ולזהות את חומר הלחימה הביולוגי מוקדם ככל האפשר, אך אין הדבר פשוט כלל ועיקר. חלק מהמחלות אינן קלות לאבחנה, ועלול לעבור זמן יקר מהרגע שמתפרצת התחלואה ועד שיזוהו גורמיה. ייתכן שיש ערך למערכות ממוחשבות לגילוי חריגה בדפוסי התחלואה הקבועים, ואכן יש ניסיונות בעולם וגם בארץ לפתח ולהכניס לשימוש מערכות כאלה. בין השאר מתוארת בספר מערכת ה-Bids האמריקנית, שנועדה לאפשר גילוי וזיהוי מהירים של חומרי לחימה ביולוגיים בדגימות סביבה מהאוויר.

המחברת מדגישה את החשש שמא מחקר על התגוננות בפני חל"ב (למשל, פיתוח חיסונים) עלול להסוות מחקר התקפי, שכן גם התוקפן ירצה לחסן את חייליו מפני הגורם שיעשה בו שימוש, ומכאן שהדבר עלול להאיץ את מרוץ החימוש. נראה כי חששה מופרז, וניתן לפתור אותו על-ידי הגברת שקיפותם של המחקרים שנערכים במכונים השונים ועל-ידי שיתופם של גורמי חוץ במחקרים.

המחברת טוענת, ובצדק, שהאמנה נגד הפצת הנשק הביולוגי (BWC) היא חלשה מהאמנות האחרות, וזאת מכמה סיבות: קשה ליישמה בלי לפגוע במחקר הביולוגי בכלל, ואין לה מנגנון יעיל לפיקוח וליישום. התעשייה הביוטכנולוגית חוששת שהפיקוח יהפוך להיות ריגול תעשייתי, שיפגע בסודות מסחריים, בפטנטים ובמידע שיווקי. אין ספק שהאמנה בעייתית מאוד, ומשום כך מעולם לא הצליחה "להתרומם". ישנה הפרזה בחשיבותה של האמנה ככלי למניעת תפוצתו של הנשק והמעטה בחשיבותם של אמצעים נלווים (שהאמנה מעודדת) כגון חיזוק אמצעי ההגנה בפני חומרי לחימה ביולוגיים, פיקוח על הפצתם של מחוללי מחלות, חקיקה מקומית והחלטיות של הקהילה הבין-לאומית נגד מדינות פורעות חוק ונגד ארגוני טרור.

המחברת תומכת גם ביצירת דעת קהל נגד נשק להשמדה המונית בקרב הקהילה המדעית. רוב העוסקים באתיקה של המדע סוברים שמדענים – יותר מהאוכלוסייה הכללית – צריכים להבין את תוצאות מעשיהם, לשאת באחריות ולסרב לעבוד בשירות המחקר והייצור של נשק ביולוגי.

הספר סוקר בצורה מעניינת ורחבה את הנושא, וניכר שהמחברת עשתה תחקיר יסודי כדי להביא עובדות רבות ככל האפשר. הסקירה ההיסטורית הרחבה על הנשק הביולוגי היא מקיפה ביותר ומחכימה.

עם זאת חסר בספר מידע על המשמעות הרפואית של התחלואים השונים, והיה מקום להפריד בצורה ברורה יותר בין מחלות שעוברות מאדם לאדם, העלולות להתפשט כמגיפה מעבר לאזור שבו פוזר חומר הלחימה הביולוגי, לבין מחלות שאינן עוברות מאדם לאדם, ואשר התחלואה הנגרמת מהן צפויה להיות מוגבלת לאזור הפיזור.

מעניין במיוחד לבחון את הלקחים שיש בספר בנוגע לישראל. ישראל נמצאת במוקד סכסוך לאומי המלווה בגל טרור חסר תקדים, ותהיה זו טעות להתעלם מהאפשרות שארגוני הטרור יפנו לטרור בלתי קונוונציונלי. על מדינת ישראל להיות מוכנה להתמודד עם סוג כזה של טרור, בין אם יהיה כימי, ביולוגי או רדיולוגי, ואכן מערכות הבריאות והביטחון בארץ נערכות לכך.

החשש מנשק ביולוגי גובר, ובצדק, אך עיקר החשש הינו מפני הבלתי נודע. משאבים רבים מושקעים כיום בעולם בחיזוק ההתגוננות מפני האיום, ואפשר שהם יביאו את המזור לנגע המסוכן הזה. תרומתו של ספר מדע פופולרי מעין זה להבנת הסוגיה ולהגברת הידע – הן בקרב אנשי מקצוע והן בקרב הקהל הרחב – עשויה כשלעצמה להפחית את החשש מפני הלא נודע. הספר לא תורגם לעברית, ולמעוניינים בהרחבה בנושא ניתן להמליץ על שני המקורות שלהלן.

מקורות

1. הספר הביולוגי – לוחמה ביולוגית: היבטים רפואיים ומענה, הוצאת מפקדת קצין רפואה ראשי בצה"ל ומשרד הבריאות, 2002
2. Shemer and Shoenfeld (eds.) "Medical aspects, of Biological, Chemical and Radiological Terrorism", in **Terror and Medicine**, Pabst, 2003

