

אמנה בינלאומית להתמודדות עם לוחמת סייבר? לקחים מהאמנות בתחום הנשק הכימי והביולוגי

קמרון בראון ודוד פרידמן

עשרות מדינות לכודות כיום במרוץ חימוש בתחום הסייבר. מדינות אחדות בלבד חושפות את היקף השקעתן השנתית הכוללת ביכולות לוחמת סייבר הגנתיות או התקפיות, אך אין ספק כמעט שעבור רוב הממשלות – הגידול הכולל בהשקעות פיננסיות ובמשאבי אנוש בתחום זה הוא מעריכי (אקספוננציאלי).¹ יש מספר סיבות לכך שההשקעה בסייבר הולכת וגדלה, אולם מגמה זו היא בעיקר תוצאה של הבשלת לוחמת הסייבר לכדי איום רב-עוצמה. קיימות הפרעות ברמות נמוכות באתרי רשת – למשל מתקפות DDoS המונעות שירות והופכות משאבי רשת לבלתי-נגישים למשתמש, או וירוסים שגורמים למחשב לייצר ספאם ודואר זבל – למשל עבור 'נסיך ניגרי שמחפש נואשות דרך להחזיר לעצמו את הירושה שלו'. מעבר לכך נמצאות מערכות נשק סייבר מורכבות, כמו 'סטקסנט' (Stuxnet) או 'פליים' (Flame) הידועות לשמצה, שאפשרו למדינות לרגל אחר טווח מרשים של מטרות צבאיות, דיפלומטיות ותעשייתיות, ולבצע נגדן מתקפות בהיקף נרחב.² מתקפות אלו מתבצעות ביעילות רבה – בין היתר משום שניתן להכחיש אחריות לעצם התרחשותן ולביצוען. בשנים האחרונות נפרצו אף מערכות "air-gapped" – המופרדות לחלוטין מהאינטרנט.³

המהפכה בתחום הצבאי (Revolution in Military Affairs) גרמה לעשרות מדינות בעלות עוצמה צבאית לשלב אמצעים של לוחמת סייבר במערך הכוחות שלהן, ברמה האסטרטגית והטקטית כאחת. ברמה האסטרטגית, למשל – מתקפת הסייבר שביצעה רוסיה (ואשר נותבה דרך שרת שבסיסו בברוקלין) שיתקה את התשתיות של גיאורגיה עם פרוץ המלחמה ביניהן ב-2008. דוגמה נוספת: מוערך כי לארצות הברית יש יכולות סייבר שמאפשרות להשבית את כל מערכות ההגנה האווירית של היריב עוד טרם עזיבתו של מטוס אמריקאי ראשון את מסלול ההמראה.⁴ אשר לרמה הטקטית, למשל,

מומחים אמריקאים לנשק סייבר משולבים כיום ביחידות לוחמים סדירות – גם נגד יריבים בעלי יכולת טכנולוגית נמוכה יחסית, כמו הטליבאן באפגניסטן.⁵ גם בעיתות שלום, ארגוני מודיעין משתמשים רבות בלוחמת סייבר. מוערך שהסינים חדרו כמעט לכל מוסד חשוב בווייטנאם, וכי האתגר המודיעיני הניכר שהם ניצבים בפניו כיום הוא לסנן ולנתח את מיליארדי המסמכים שנאספו.⁶ הנזק שגרם ריגול סייבר לעסקים באמריקה בלבד נאמד במעל 300 מיליארד דולר (אם כי, מהימנותה של שיטת האומדן מוטלת בספק) – שווה-ערך פחות או יותר לכלל הייצוא השנתי של ארצות הברית לאסיה. ראש מפקדת הסייבר והסוכנות לביטחון לאומי של ארצות הברית, הגנרל קית' אלכסנדר, העריך את היקף הביזה הזו של קניין רוחני כ"העברה הגדולה ביותר של הון מאז ומעולם".⁷

לנוכח אפשרות זו של גניבת סודות צבאיים ותעשייתיים והיקפים עצומים של תשתיות צבאיות ואזרחיות קריטיות שהן כה פגיעות למתקפה, אישי ציבור רבים קראו לגיבוש אמנה בדבר לוחמת סייבר (בנפרד מאמנה בעניין פשיעת סייבר).⁸ בספטמבר 2011, משרד החוץ הרוסי יחד עם סין, טג'יקיסטן ואוזבקיסטן אף הרחיקו לכת והגישו טיוטת אמנה בעניין זה לאספה הכללית של האו"ם, לעיון לקראת החלטה.⁹ בוועידה שהתקיימה במאי 2012 טען יוג'ין קספרסקי, מייסד חברת תוכנת האנטי-וירוס Kaspersky Labs, שקבוצות של האקרים פורצי מחשבים (כמו אנונימוס) יכולות להשתמש בנשק סייבר דוגמת סטקסנט נגד מדינות אחרות באמצעות העתקת קוד ושימוש עתידי בו במתקפות על רשת החשמל של מדינה כלשהי, וכן על רשתות תקשורת ומוסדות פיננסיים או ממשלתיים. "אני חושש שיש רק דרך אחת להגן [על רשתות ומוסדות אלה], והיא הסכמים בינלאומיים בעניין נשק סייבר, בדומה לזה שנעשה ביחס לנשק גרעיני, נשק כימי ונשק ביולוגי".¹⁰

פקידי ממשל אמריקאים רבים הביעו אמנם ספק ביחס לסיכויי ניסוח ואימוץ אמנה כזו, אך אחדים היו בעדה, ביניהם הסנטורית דיאן פיינסטיין (דמוקרטית מקליפורניה), יו"ר ועדת המודיעין של הסנאט. בהצהרה קצרה בנושא היא אמרה כי "יש לעשות מאמצים דיפלומטיים נמרצים במטרה לגבש הסכמים בינלאומיים בין שחקני מפתח בכל הנוגע להתנהגות בסייבר. הגיע הזמן לבחון את הערך של הסכם סייבר, שביטחונות התנהגות הדדיים יהיו מובנים בו".¹¹ בין מובילי התמיכה באמנת הסייבר נמצא ריצ'רד קלארק, ששירת שלושה נשיאים אמריקאים כמתאם לאומי ויועץ מיוחד למלחמה בטרור, ביטחון, נושאים בינלאומיים ולוחמת סייבר, והוא מחבר הספר *Cyber War: The Next Threat to National Security and What to do About it* (2010). בהרצאה שנשא בבית הספר ללימודים מתקדמים של הצי האמריקאי ב-17 באוגוסט, 2010, סיכם קלארק את הטיעונים כפי שהופיעו בספרו:

We also need to think seriously about an arms control treaty for cyberspace...because two, and more, can play this game. Between 20 and 30 countries now have cyber warfare commands.... It [an arms control agreement] won't be easy – attribution [determining who is behind an attack] is immensely difficult, so the cyber world doesn't lend itself to deterrence strategies like mutually assured destruction with nuclear weapons – but we have to try, just as we did with conventional weapons and bio weapons. We succeeded with those, and the only way to get there is by starting.... Most countries would agree to sign a treaty not to attack each other's international financial and banking system networks. They don't want to cross that Rubicon, or the entire international banking system could go down. We have an international regime for cyber crime, and we need one for cyber war – to rule out some things globally. But we have to take this seriously and move quickly. If we're not careful – if we don't take cyber defense and cyber arms control seriously – we may find ourselves in a shooting war and wake up to find that the enemy has pulled the plug on all our shiny, trillion dollar weapons, that our chips and supply chains have already been compromised, that our pipelines have been shut down and our trains derailed, all while our computer screens are telling us that nothing is happening.¹²

נראה שקריאה לעגן באמנה מגבלות על לוחמת סייבר עשויה להתקבל באהדה, אבל האם אמנה כזו יכולה להיווצר? יתרה מכך, גם אם אמנה כזו תיכנס לתוקף, האם החותמים עליה יפעלו על פי תכתיביה? (שתי השאלות נפרדות, שכן פוליטיקאים יכולים להימנע מקיום הסכם שהם חתומים עליו). לכן, מתעוררת שאלה לגבי התוקף המעשי של האמנה המקווה. למשל, אם בלבה של כל אמנת בקרת נשק יש מנגנון אימות אמין, אזי לוחמת סייבר היא מועמדת בעייתית במובן זה. בקרת נשק ביחס לנשק גרעיני, לדוגמה, הייתה בדרך כלל מוצלחת למדי, וזאת בין היתר ובעיקר משום שהפיתוח של נשק גרעיני מצריך משאבים מרובים: מתקנים גדולים מלאים חומרים רדיואקטיביים; אלפי מדענים ומהנדסים לבושים בחלוק מעבדה לבן; בדרך כלל, ייבוא של מכשירים וחומרים ייחודיים. לעומת זאת, על פי מה שנראה בעין, בסיס לוחמת סייבר מתקדם יכול להיות דומה במובנים רבים למעונות סטודנטים בקולג'.¹³

בדיוק משום כך, התומכים באמנת סייבר אוהבים להצביע על אמנות הנשק הביולוגי (BWC) והנשק הכימי (CWC), ששתיהן היו אמורות להגביל את הפיתוח והשימוש באמצעי לחימה שאתגרי האימות שלהם הם בלתי־אפשריים, כמעט כמו

אלה של אמצעי לוחמת הסייבר. במאמר זה נבחנת אנלוגיה זו לעומק. ראשית, ייבחנו לקחים מארבעה הסכמים עיקריים שאסרו שימוש בנשק כימי וביולוגי: אמנות האג וז'נבה, אמנת הנשק הביולוגי BWC ואמנת הנשק הכימי CWC, וכן מידת התאמתם לתחום הסייבר. בהמשך יידונו הבדלים בין אמצעי לחימה כימיים או ביולוגיים לבין אמצעי לוחמת סייבר – הקריטיים שבהם עשויים לערער מיסודה את האנלוגיה בין הסוגים השונים של אמצעי הלחימה.

המקורות של בקרת נשק כימי וביולוגי

למרות שהנשק הביולוגי (BW) והנשק הכימי (CW) מסווגים בדרך כלל כנשק להשמדה המונית, הם הקדימו באופן ניכר את הנשק הגרעיני והרדיולוגי (של חומרים רדיואקטיביים). השימוש הראשוני בהם החל עוד בימי קדם. בהודו נעשה שימוש באדים רעילים כבר בשנת 2000 לפני הספירה לערך, ובשנת 400 לפני הספירה אנשי ספרטה, כך נאמר, השתמשו בעץ רווי בזפת ובגופרית בעת מצור על מנת לחנוק את מגני העיר המותקפת. בשנת 1346, במקום שכיום הוא פדוסיה שבאוקראינה, גופות של חיילים טטארים שצרו על עיר ומתו במגפה הושלכו מעבר לחומה, אל תחום העיר הנצורה.¹⁴

בין המגבלות הראשונות שמדינות הטילו על עצמן בבקשן להקל את "אסון המלחמה"¹⁵ הייתה זו שכוונה נגד שימוש בתחמושת רעילה. במדריך לשדה הקרב שנכתב ב-1863 על ידי פרנסיס ליבר עבור צבא האיחוד של מדינות הצפון, שלחם בהובלת אברהם לינקולן במלחמת האזרחים בארצות הברית, צוין כי: "ההכרח המלחמתי אינו מקבל אכזריות... הוא אינו מקבל שימוש ברעל בכל דרך שהיא..." עשור מאוחר יותר, הצאר אלכסנדר השני כינס ועידה בבריסל, שבה שליחים מ-15 מדינות דנו יחדיו בטיטוטת הסכם על אודות "חוקים ונוהגים למלחמה". בין האיסורים הברורים שנכללו בטיטוטה היה האיסור על "שימוש ברעל או בנשק רעיל" (סעיף 13). ההסכם לא אושר בעת ההיא, אך המסמך שימש בסיס ל"אמנת האג", שגובשה ב-1899. נוסח האמנה מ-1907 הרחיק לכת: נכלל בו איסור על "הפצה של גזי חנק או גזים מזיקים" (הצהרה IV, 2).¹⁶

אולם, הסכמים אלה הוכחו כחסרי ערך בזמן מלחמת העולם הראשונה. גרמניה, צרפת ואנגליה עשו במהלכה שימוש נרחב בנשק כימי, שגרם להרג של מעל 100,000 חיילים ולפציעתם של יותר ממיליון מהם.¹⁷ לנוכח השימוש הנרחב בנשק כימי ושפיכות הדמים המסיבית בכלל בזמן המלחמה, מדינות מובילות חתמו אחרי המלחמה על מספר הסכמים בינלאומיים, ביניהם 'אמנת חבר הלאומים' ו'הסכם קלוג-בריאן' משנת 1928. הסכמים אלה נועדו לשים קץ למלחמות, ובמקרה של מלחמה בלתי-נמנעת – לצמצם את הגרוע ביותר. 'אמנת ז'נבה' מ-1925 אסרה באופן ספציפי את השימוש בנשק כימי

ובקטריוולוגי במלחמה. ואכן, במלחמת העולם השנייה כמעט לא נעשה שימוש בנשק כימי. האם אמנת ז'נבה הצליחה במקום שבו כשלה אמנת האג?¹⁸ לא המחויבות לאמנת ז'נבה היא שהסבירה את הימנעותן של מדינות הציר משימוש בנשק כימי (לצד התעלמות מהאיסור על שימוש בחומרים כימיים שלא בשדה הקרב, למרבה הצער). מיליונים נרצחו על ידי כוחות גרמניה בתאי הגז, צבא איטליה שבהנהגת מוסוליני השתמש בנשק כימי באתיופיה; יפן החלה להשתמש בנשק כימי ובנשק ביולוגי בסין בתחילת שנות הארבעים במאה הקודמת.¹⁹ מה שהרתיע את כוחות הציר משימוש בנשק כימי לא היו דעת קהל או חשש מנורמות ומאמנות בינלאומיות, אלא איום שלא השתמע לשתי פנים בתגובה כימית מסיבית מצד בעלות-הברית. לאחר השימוש בנשק כימי על ידי יפן, הצהיר הנשיא האמריקאי, פרנקלין ד' רוזוולט:

“Retaliation in kind and in full measure... We shall be prepared to enforce complete retribution.”²⁰

גרמניה ויפן העריכו את יכולת הלוחמה הכימית של בעלות-הברית כמפותחת יותר משלהם, ובכך הורתעו בהמשך המלחמה.²¹

תפוצת הנשק הכימי והביולוגי לאחר מלחמת העולם השנייה

למרות שלא נעשה שימוש נרחב בנשק ביולוגי וכימי בשדה הקרב בשום מלחמה שנוהלה על ידי צד שלישי (פרוקסי) בתקופת המלחמה הקרה בין ארצות הברית לברית המועצות,²² נשק ביולוגי ונשק כימי שולבו במלאי אמצעי הלחימה של האמריקאים והסובייטים. גם צרפת ואנגליה פיתחו ושימרו כמויות ניכרות של סוגים שונים של אמצעי לחימה כימיים וביולוגיים. עד 1960, יותר מתריסר מדינות ביקשו להשיג או היה ברשותן נשק כימי וביולוגי, בכללן דמוקרטיות מערביות: אוסטרליה, מערב גרמניה ושוודיה; מדינות הגוש המזרחי: צ'כוסלובקיה ויוגוסלביה; מדינות נוספות: מצרים וסין.²³ בשנות השישים של המאה הקודמת, מספר מדינות לוויין של ברית המועצות, ביניהן קובה, מזרח גרמניה וצפון קוריאה, החלו בבניית מלאי של נשק כימי. בשנות השבעים והשמונים, עשרות מדינות נוספות – בעיקר מדינות מתפתחות או עניות – עשו מאמצים להשיג נשק כימי או ביולוגי בעצמן, או שקיבלו אותו מספק חיצוני.²⁴ מדינות אלו ראו בנשק כימי וביולוגי תחליף לנשק גרעיני (“פצצה של עניים”), על שום המידה הפחותה של ההשקעה והתחכום הטכנולוגי שהייתה כרוכה בפיתוחם. כן נחשבו נשק כימי וביולוגי לאמצעים האמורים להעצים את כושר ההרתעה לנוכח יתרונותיהם של היריבים בתחום הנשק הקונוונציונלי.²⁵

בשום אזור מאזורי העולם לא הייתה תפוצה נרחבת של נשק כימי וביולוגי יותר מאשר במזרח התיכון. מצרים, עיראק, סוריה, איראן ולוב השקיעו מאמצים אדירים

להשיג נשק ביולוגי וכימי וכן מערכות שיגור מתקדמות – טילים בליסטיים ארוכי-טווח – כדי לשמור על הרתעה אסטרטגית הדדית וכלפי ישראל, שהיא לכאורה גרעינית. והחשוב יותר, חמשת המקרים שבהם נעשה שימוש בנשק לא-קונבנציונלי מאז מלחמת העולם השנייה התרחשו באזור זה: מצרים השתמשה בנשק כימי בזמן מלחמת האזרחים בתימן בתחילת שנות השישים; לוב השתמשה בנשק כימי בצ'אד ב-1987 וסדאם חוסיין השתמש בו בשנות השמונים, תחילה נגד איראן, ולאחר מכן על מנת לדכא התקוממות כורדית בעיראק עצמה. במהלך מלחמת האזרחים בסוריה, שפרצה ב-2010, הפעיל בשאר אל-אסד נשק כימי קרוב לתריסר פעמים נגד שטחים המוחזקים בידי המורדים.

גם ארגוני טרור ניסו לפתח או לרכוש נשק כימי או נשק ביולוגי, בדיוק משום שנשק כימי וביולוגי מתאים לאופן פעולתם. אמצעי לחימה אלה אמורים לזרוע פחד וייאוש בקרב היריבים – גם אם (כמו פיגועי טרור בדרך כלל) הם גורמים פחות הרג מזה הנגרם במלחמה קונבנציונלית. למרות שמספר ארגוני טרור (דוגמת אל-קאעדה) הצהירו על רצונם להשתמש בנשק כימי וביולוגי, ארגונים מעטים בלבד הצליחו לפתח אחד מאמצעי הלחימה הללו בעצמם.²⁶ ידועים רק שלושה מקרים של שימוש בהם בפועל. אירועים אלה מוכיחים בעיקר את יעילות ההרג המוגבלת של נשק כימי המופעל על ידי חובבים. אפילו הכת היפנית "אום שינריקיו", שביצעה פיגוע ברכבת התחתית בטוקיו ב-1995 תוך שימוש בגז סארין (הייתה זו הפעם היחידה שטרוריסטים השתמשו בנשק כימי), נטשה את תוכניתה להשתמש בחומרים ביולוגיים. זאת משום שקשה עד מאוד לפתחם באפקטיביות, וכל שכן להפיצם ללא פגיעה במעבירים עצמם.²⁷

מאמצי בקרת נשק לאחר מלחמת העולם השנייה

עקב מגמות אלה ביקשו מדינות לחזק את אמנת ז'נבה משנת 1925 באמצעות הוספת כללים מחייבים ומפורטים יותר של בקרה ואי-הפצה של נשק – הן ברמה האזורית והן ברמה העולמית. מעניינת במיוחד מגמה שהתפתחה, אשר במסגרתה ויתרו מדינות רבות באופן חד-צדדי על הנשק הביולוגי והכימי שהחזיקו ברשותן.

צעדים חד-צדדיים

בשנת 1969 הורה נשיא ארצות הברית, ריצ'רד ניקסון, על השמדת כל מאגרי הנשק הביולוגי האמריקאיים ועצר כל מחקר, פיתוח וייצור של נשק זה. ברגע שבריתניה וצרפת רכשו יכולת גרעינית, נטשו אף הן את התוכניות לחימוש ביולוגי.²⁸ ב-1974 בקירוב, נטשו מדינות נוספות את תוכניות הנשק הכימי שלהן באורח חד-צדדי. עם אלו נמנו אוסטרליה, שוודיה, אוסטרליה, קובה, גרמניה המזרחית והמערבית. החלטות חד-צדדיות אלו נתקבלו בין היתר על סמך שיקולים אתיים, הקשורים בכך שאמצעי

לחימה אלה גורמים נזק ללא אבחנה, ולכן השימוש בהם הינו לא-מוסרי. לשיקול זה נוספו גם מניעים אסטרטגיים מכריעים. ראשית, נשק ביולוגי ונשק כימי מצריכים השקעות מרובות, בעיקר כדי לאחסן אותם בצורה בטיחותית באופן שמבטיח מוכנות לקרב. שנית, למרות שאפילו כמויות מועטות של נשק ביולוגי יכולות להשיג רמה גבוהה של רעילות נדרשת, שימוש בנשק ביולוגי או בנשק כימי בשדה הקרב יהיה כרוך תמיד בחוסר ודאות, משום שלשינויים במזג האוויר, ברוחות ובקרינת השמש יהיו השפעות דרמטיות על השרידות ועל קצב ההדבקה של החומר הפעיל. שלישית, פעילותם של חומרים רבים אינה יכולה להיות מוגבלת לאזור מטרה קטן מבוקר, ובתנאים מסוימים הם יכולים לחזור ולרדוף גם את הגורם המשגר (טיעון זה רלוונטי במיוחד לגבי חומרים ביולוגיים מסוימים). לבסוף, הערך ההרתעתי של חומרי הלחימה הביולוגיים והכימיים מוטל בספק: מצד אחד, הם אינם יכולים להוות גורם מרתיע מפני נשק גרעיני, שכן יכולת ההרס שלהם פחותה משמעותית. יתרה מכך, ההשפעה של נשק ביולוגי אינה מיידיית – הפגיעות מופיעות רק יום או יומיים לאחר הזיהום, ובמקרים מסוימים הפגיעות ניתנות לטיפול. מהצד השני, מדינה בעלת יכולת גרעינית תוכל להגיב בנשק גרעיני על מתקפות בנשק כימי או ביולוגי. במילים אחרות, הימצאות נשק כימי או ביולוגי בידי מדינות אף עלולה לערער את יכולת ההרתעה שלהן.²⁹

עם זאת, יש לציין שגם מדינות שוויתרו באופן חד-צדדי על נשק ביולוגי וכימי שימרו בידיהן יכולות הגנה מפני אמצעי לחימה אלה, ואף חיזקו אותן. זאת, על שום ההבנה כי מדינות אחרות ימשיכו להתחמש בסוגי נשק אלה בחשאי, וכי מערכת הגנה תגדיל את טווח ההרתעה מפני תקיפה אפשרית.

אמנת נשק ביולוגי ורעלנים – BTWC

אמנת נשק ביולוגי ורעלנים (BTWC) נפתחה לחתימת מדינות באפריל 1972 ונכנסה לתוקף ב-1975. בכמה מובנים, אמנה זו הייתה נקודת מפנה בתחום בקרת הנשק ואי-ההפצה, בהיותה האמנה הראשונה שאסרה על פיתוח, ייצור ואגירה של קטגוריה שלמה של נשק להשמדה המונית. זאת לעומת אמנת ז'נבה, שאסרה רק על שימוש בנשק להשמדה המונית. בניגוד לאמנה למניעת תפוצתו של נשק גרעיני (NPT), BTWC נוצרה כאמנה שוויונית, משום שהיא חייבה כל מדינה חתומה באותם סטנדרטים. ראויה לתשומת לב העובדה שהאמנה נחתמה בתקופת המלחמה הקרה, כאשר שררה מידה רבה מאוד של אי-אמון וחשדנות בין ברית המועצות לארצות הברית. כתוצאה מכך לא הסכימו המדינות החתומות על מנגנוני אימות לאמנה, ומשמעותה העיקרית הייתה הצהרתית.

באמנת BTWC קיים מתח פנימי שאינו בר-פתרון. מחקר ופיתוח של חומרים ביולוגיים למטרות שיפור יכולות הגנה ובריאות הציבור אינם אסורים. נהפוך הוא,

האמנה מעודדת שיתוף פעולה והעברה של ידע טכנולוגי לארצות מתפתחות. עם זאת, קשה להבחין בין מחקר ופיתוח לצורכי התקפה או הגנה, והדבר מקשה על פיתוח משטר הדוק של אמצעי בטיחות ואימות. כל זאת נוסף לאתגרי האימות הרגילים, ולכך שבכל משטר פיקוח גלומה סכנה של חשיפת סודות מדינה גם בתחומים אחרים. משום כך, המאמצים לכונן משטר של אימות ובטיחות נחלו כישלון עד כה.³⁰

עד עת כתיבת שורות אלה, חתמו על אמנת הנשק הביולוגי והרעלנים ואשררו אותה 163 מדינות. 13 מדינות חתמו על האמנה אך לא אשררו אותה, וכ-20 מדינות לא חתמו כלל. מאמצים דו-צדדיים נעשים כדי לשכנע מדינות שאינן חברות להצטרף, בין היתר על ידי שיפור ההסכם באמצעות צעדים בוני אמון – כמו אזהרה על התפרצות מגפה, הודעה על תרגילים של טרור ביולוגי והקמת מעבדות בטיחות. צעדים אלה יכולים לפצות על היעדר משטר אימות, אולם, אין כנראה די מדינות שיקבלו תנאים אלה, עקב חשש שכך ייחשף מידע רב-ערך. החל בשנת 1994 נוסדה קבוצת אד הוק במטרה לגבש אמנה חדשה מרחיקת לכת שתתבסס על אמנת הנשק הכימי עבור נשק ביולוגי, ואשר תחליף את ה-BTWC חסרת השיניים. ניסיון זה, שנתקל בהתנגדות חריפה ובמיוחד מצד ארצות הברית, גווע ב-2001 בוועידת הבדיקה החמישית, משלא הושג קונצנזוס לגבי נוסח הטיוטה.³¹

אמנת הנשק הכימי – CWC

אמנת הנשק הכימי (CWC) נכנסה לתוקף בשנת 1997, אחרי 24 שנים של סבבי משא ומתן מייגעים. כאשר מנהלי המשא ומתן ניסחו את טיוטת האמנה, הם ניסו לשלב בה לקחים מניסיונות קודמים לגבש הסכמה לגבי האמנה למניעת תפוצתו של נשק גרעיני (NPT) ואמנת BTWC, ובמיוחד בכל הנוגע לסעיפי היישום. בדומה ל-BTWC, גם אמנת הנשק הכימי (CWC) היא הסכם שוויוני, אלא שלהבדיל מ-NPT ומ-BTWC, יש בה כללי אימות ובטיחות מוצקים וחודרניים, וכן רשימה מוגדרת וברורה של חומרים אסורים. ההסכם אוסר פיתוח, ייצור, אגירה ושימוש בנשק כימי מכל סוג שהוא, ומחייב את החתומות על האמנה להשמיד את כל המאגרים שברשותן בתקופת זמן מוגדרת. מדינות-חברות חייבות לדווח על כל המאגרים, הפיתוח ומתקני הייצור, לרבות מתקנים אזוריים, שמייצרים חומרים המופיעים ברשימה. מומחים אמורים לערוך ביקורות סדירות במתקנים המוצהרים ופעילותם תנוהל על ידי הארגון למניעת הפצת נשק כימי (OPCW) שמושב בֶּהָאָג, והוא מעסיק כמה מאות אנשי סגל.

מנגנון האימות החודרני כולל אפשרויות של "ביקורות פתע" בהתרעה קצרה. שיבוצו על ידי OPCW בעקבות הגשת תלונה מבוססת מצד מדינה חברה אחרת. מנגנון זה היווה מוקד לוויכוח במהלך המשא ומתן על נוסח האמנה, בשל הרגישות הגבוהה הכרוכה בו. על כן אירונית העובדה שמאז גיבוש ההסכם לא הוגשה תלונה

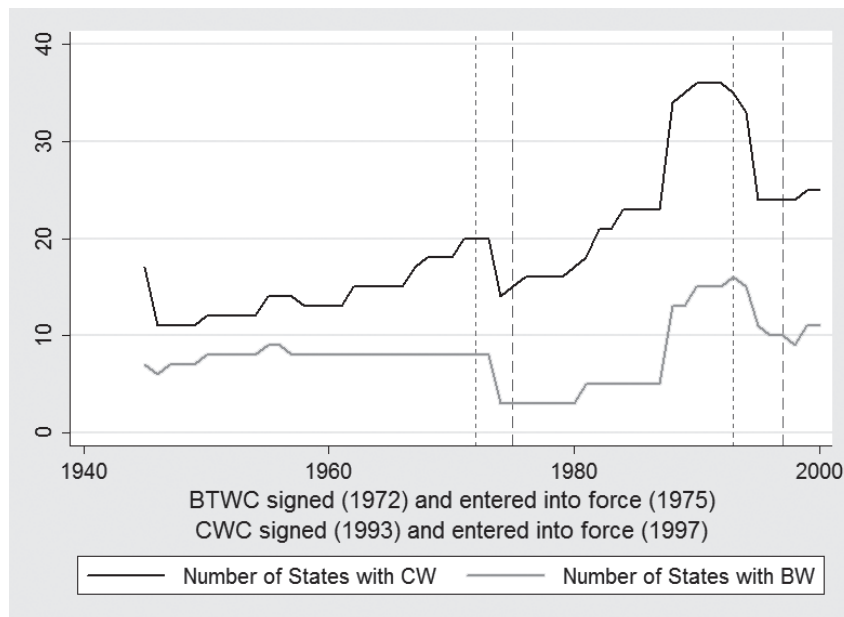
כלשהי בנדון, וממילא לא בוצעה כל ביקורת פתע. זאת משום שאיסוף הראיות נגד מדינה חשודה אינו פשוט כלל ועיקר. בנוסף, ניתן לשער שמדינות חוששות מכך שהפעלת אופציה זו תפגע, בסופו של דבר, גם בהן.

עם זאת, באמנה חברות 190 מדינות, שתיים נוספות (ישראל ומיאנמר) חתמו עליה אך לא אשררו אותה, וארבע נוספות (אנגולה, מצרים, צפון קוריאה ודרום סודאן) לא חתמו.³² על פניה, לפחות, אמנת הנשק הכימי היא סיפור הצלחה של בקרת נשק. מדינות הצהירו על מתקנים וממשיכות לעשות זאת, כנדרש. מדינות משמידות כמויות גדולות של נשק וחומרים כימיים, וביקורות סדירות יוצרות רושם שההסכם סייע בקידום נורמות האוסרות שימוש והפצה של נשק כימי.

BTWC ו-CWC: לקחים

נכון לעת כתיבת שורות אלה, לא ניתן להעריך בוודאות איזו השפעה נודעה לאמנות BTWC או CWC, שכן אין לדעת מה עלול היה לקרות – כמה מדינות היו מוותרות על נשק כימי או נשק ביולוגי או היו נמנעות משאיפה להשיגו, לולא נחתם הסכם כלשהו בנדון.³³ בהתחשב בהסתייגות זו, ניתן להסיק מספר מסקנות. כפי שמראה תרשים 1 – מספר המדינות שברשותן היה נשק כימי או ביולוגי בין השנים 1945–2000 (הקו המקווקו מציין את השנים שבהן אומצו BTWC ו-CWC). הנתונים מצביעים על כך שהסכמים לא הפחיתו לחלוטין את הבעלות על נשק כימי או ביולוגי, ואף יש מדינות שחתמו על שתי האמנות, והן חשודות בהפרת התחייבויותיהן. יתר על כן, יש מדינות שוויתרו על אמצעי הלחימה הכימיים והביולוגיים ללא קשר למחויבותן להסכם – היו מדינות שוויתרו על נשק כימי לאחר ש-BTWC נפתחה לחתימה – ולהיפך. נטישה חד-צדדית זו מרמזת על כך שהחומרים לא נתפסו כשימושיים בצורה חד-משמעית. לבסוף, מעניין שהירידה המשמעותית ביותר בשיעור הבעלות העולמית על נשק כימי וביולוגי התרחשה מייד לאחר שהסכמים אלה נפתחו לחתימה לראשונה (ל-NPT, לעומת זאת, לא הייתה השפעה דומה). מגמה זו מלמדת כי להסכמים כשלעצמם היה תפקיד כלשהו, אם כי שאלת היקפו של אותו תפקיד ממתנה למחקר נוסף, שיעניק לה תשובה.

בהמשך לקו מחשבה זה, נדרשת צניעות בהערכה לגבי ההשפעה הנורמטיבית של אמנות אלו על מניעת השימוש בפועל בחומרים אלה. החתימה על אמנת האג משנת 1899 לא מנעה שימוש מסיבי בנשק כימי במלחמת העולם הראשונה. בדומה לכך, אמנת ז'נבה הייתה אפקטיבית פחות במניעת שימוש מסיבי בשדה הקרב במלחמת העולם השנייה; מה שהרתיע בעיקר מפני השימוש בחומרים אלה היו איומים גלויים בתגובה מסיבית. באופן דומה, מספר ארגוני טרור הכריזו בגלוי שהם אינם מחויבים לאיסורים אלה ועדיין, עד כה, הם לא עשו שימוש בחומרים. כל אלה, ובפרט העובדה



תרשים 1. אמנות נשק כימי (CWC) וביולוגי (BWC) ומספר המדינות החשודות בפיתוח נשק כימי וביולוגי³⁴

שלא נעשה שימוש בחומרים על ידי טרוריסטים, מלמדים כי ניתן לייחס את השימוש הנדיר שנעשה בעבר בנשק כימי וביולוגי רק לשיקולים של יעילות, יחסית לחלופות קונוונציונליות קיימות וזמינות לשימוש מיידי.

אי לכך, ובפרט נוכח קשיי האימות והאכיפה המשמעותיים הכרוכים בקיום הסכמים אלה, ראוייה לתשומת לב העובדה ששני ההסכמים – אמנת נשק ביולוגי ורעלנים ואמנת הנשק הכימי – קיימים ותקפים. ראשית, שני סוגי הנשק – הכימי והביולוגי כאחד – הם בעלי "שימוש כפול", קרי, יש להם שימוש אזרחי לגיטימי, לצד שימוש למטרות צבאיות אסורות. גם בשימוש צבאי, אפשר לפתח חומרים כימיים וביולוגיים למטרות תקיפה (ולכן הם אסורים), או למטרות מותרות של הגנה – שאף זוכות לעידוד. למשל, הפיתוח והייצור של חיסון מצריך בדרך כלל פיתוח של מיקרואורגניזמים (וירוס או בקטריה), החלשתם וייצור כמויות המוניות מהם על מנת לחסן את האוכלוסייה כולה. אותן שיטות ותשתיות עלולות לשמש לפיתוח מיקרואורגניזמים אלימים יותר, שיהיו נשק. במיוחד לגבי נשק ביולוגי, כמות החומר הנחוצה היא מועטה מאוד. אין צורך במתקני פיתוח וייצור גדולים – מעבדות קטנות ופשוטות שאינן ניתנות לאיתור יספיקו לצרכים של מחקר ופיתוח. באופן דומה, פיתוחים מתקדמים מאפשרים ייצור של חומרים כימיים במיני-ריאקטורים שקשה לזהותם. לעומת זאת, לשם פיתוח וייצור

נשק גרעיני וטילים יש צורך במעבדות ובתשתיות שקשה להסתירן. לקח רלוונטי נוסף הוא שבשנים שלאחר ניסוח טיוטת אמנת הנשק הכימי, מספר מדינות, בפרט ברית המועצות, פיתחו חומרים בעלי רעילות גבוהה שאינם כלולים בהסכם. חומרים אלה, שאינם כפופים למנגנון הבקרה של אמנת הנשק הכימי, נפוצים מאוד כיום, ומשום כך מציבים איום על התוקף ועל טווח היישום של ההסכם עצמו.

הסיכויים לאמנת לוחמת סייבר

אילו לקחים מתחום אמנת הנשק הביולוגי ואמנת הנשק הכימי ניתן ליישם בתחום לוחמת הסייבר? האם אפשר להגיע לאמנה מוסכמת, והאם כל החתומים עליה יצייתו לתכתיביה ויפעלו על פיהם?

הלקח הראשון הוא, שאימות אפקטיבי – בין שהוא אפשרי או בלתי־אפשרי – אינו "תנאי הכרחי", כמו שלוגיקנים ינסחו זאת, לחתימה של מדינות על אמנה לבקרת נשק או לאשרורה. בניגוד לציפיות הגיוניות וכפי שמראה תרשים 1, אפשר אף שאימות אפקטיבי אינו הגורם החשוב ביותר הקובע האם מדינות יצייתו להסכם. במקום זאת, השיעור החשוב ביותר שמלמד הניסיון של אמנת הנשק הכימי ואמנת הנשק הביולוגי והרעלנים הוא, שהערכת המגבלות הטקטיות והאסטרטגיות של אמצעי לחימה אלה היא החשובה ביותר בין השיקולים המסבירים את נכונותן של מדינות לוותר עליהם, ובאותה מידה זהו גורם המוביל מדינות אחרות להימנע מהשגת יכולות של לוחמה כימית או ביולוגית.

במילים אחרות, על סמך אנלוגיה בין נשק ביולוגי ונשק סייבר, המתבססת על אתגרי האימות המשותפים לשני אמצעי לחימה אלה, סבורים רבים כי אמנת סייבר היא אפשרות ריאלית. אולם, בניגוד גמור לנשק כימי וביולוגי, לא זו בלבד שאמצעי לוחמת הסייבר אפקטיביים עד מאוד בהשגת מגוון רחב של יעדים, אלא שמתכנתים עדיין מותחים את הגבולות בצעדי ענק ובמהירות לגבי מה שניתן להשיג באמצעות נשק סייבר. זו כנראה הסיבה העיקרית והחשובה ביותר לכך שהשגת קונצנזוס ביחס לאמנת סייבר אינה נראית אפשרות סבירה בשנים הקרובות.³⁵ דברים אלה, אין פירושה שמכשול מובנה לאימות אינו חשוב ליציבות ולהצלחה של משטר בקרת נשק. אמנם על הנייר, אמנת הנשק הביולוגי והרעלנים וכן אמנת הנשק הכימי נוקטות גישות קוטביות ביחס לאימות – לאמנת הנשק הביולוגי והרעלנים אין כמעט שום תוכנית, ואילו לאמנת הנשק הכימי יש תוכנית רחבה וחודרנית – אך מבחינה מעשית הן דומות יותר מאשר נראה לעין. עדיין, במנגנון הביקורת של אמנת הנשק הכימי לא נעשה שימוש אף לא פעם אחת מאז נכנס ההסכם לתוקף.

אם אכן יש חשיבות למכשולים מובנים לאימות, אזי לוחמת הסייבר נראית מועמדת גרועה ביותר לאמנה לבקרת נשק. הרי אתגרי האימות של נשק הסייבר חמורים

הרבה יותר מאשר אלה הקשורים בנשק כימי או ביולוגי. ראשית, כמעט כל רכיביה של תוכנית סייבר התקפית הם בעלי שימוש כפול (בדומה לתוכנית נשק ביולוגי, אבל יותר מכך). המשמעות היא, למשל, שכל רכיבי התוכנית שמדינה או מעבדה מייבאות עשויים להיראות תמימים למראית עין. סוגיית השימוש הכפול היא כה מכרעת בהקשר של הסייבר, עד כי לצוותי ביקורת שיעברו דרך מרכז לוחמת סייבר התקפית במסגרת 'ביקורת פתע' בהתרעה קצרה, ייראה המרכז דומה עד מאוד לרוב החברות העוסקות בתכנות מחשבים. יתר על כן, מרכז כזה לא יהיה מובחן מעמדת פיקוד של סייבר הגנתי. כתוצאה מכך, יהיה זה כמעט בלתי-אפשרי לתפוס מדינה שתעבור על תכתיביה של אמנה בשעת מעשה.³⁶

זאת ועוד, התשתיות האזרחיות שעוסקות בפיתוח תוכנה גדולות הרבה יותר מאלו העוסקות בפיתוח חומרים כימיים או ביולוגיים. פירוש הדבר הוא שאיתור עמדת פיקוד של סייבר יהיה משול למציאת מחט בערימת שחת. גם אלפי חברות התוכנה הפרטיות הקיימות תסתייגנה מהאפשרות שמומחים זרים לבקרת נשק יתבוננו מקרוב במעשיהן. לעומת תחומי פיתוח אחרים, התבוננות זו תהפוך אותן לפגיעות במיוחד לריגול תעשייתי. לבסוף, בעוד פיתוח נשק כימי ונשק ביולוגי אמור להיות קשה לגילוי, השימוש המעשי בו קל יותר. כאשר משתמשים בנשק כימי קל יחסית לאתרו, משום שהוא יוצא דופן בסביבה הביולוגית שלו, ולכן אי-אפשר להשתמש בו לאורך זמן ובקנה מידה רחב בלי שיתגלה. לא כך הדבר, כמובן, לגבי נשק סייבר. לעיתים, לא מבחינים בו גם שנים לאחר שהופעל. בדומה לכך, חומרים ביולוגיים נושאים חותם גנטי וחתימות אחרות, כך שמדינות יכולות להגיע למקור הפגיעה בדרגת דיוק מסוימת. לא כך הדבר באשר לנשק סייבר.

נקודה משותפת נוספת, לפחות בין נשק ביולוגי לבין נשק סייבר, היא שאם נשק אינו בר-בקרה לאחר הפעלתו (כלומר, קיים פוטנציאל ל"פגיעה עצמית"), אזי למדינות תהיה מוטיבציה גבוהה יותר להסכים להימנע משימוש בו, ולפיכך הן תחתומנה על אמנה בנדון. בדוח שפרסם EastWest Institute נטען כי "נשק סייבר יכול להשיג בהינד עפעף התנהגויות וירוס פראיות, שמשוכפלות בקלות ומועברות ללא אבחנה אשר ליעד".³⁷ אולם, השיקול המכריע להחלטה זו של מדענים הוא האם הם מאמינים שיוכלו לחזות את הגבולות הקיצוניים של יעילות ובקרה. במילים אחרות, אם מתפתח נשק מסוג חדש שקשה להכילו, אין פירוש הדבר שכך יהיה תמיד. תהליך הפיתוח של נשק ביולוגי, למשל, נמשך עשרות שנים, עד שמפתחיו השתכנעו כי בכל תרחיש אפשרי יתלווה לשימוש בו פוטנציאל של פגיעה עצמית. גם לנשק הסייבר עלולה להתלוות פגיעה עצמית, אבל אפשר לדמיין מצב שמתכנתים של מתקפה יוכלו לחלוק מידע עם מתכנתים העוסקים במגננה, כדי שהם יידרשו לנקודות תורפה ויסתמו פרצות

פוטנציאליות. אפשרות זו אינה רלוונטית לגבי נשק כימי או ביולוגי, בוודאי לא באותה קלות או עלות.

שיקול עיקרי נוסף הוא עלות ייצור הנשק, או הקושי לפתח ו/או להפעיל אותו. ככל שעלות הפיתוח וההפעלה עולה, פחות שחקנים יחזיקו באמצעים לפתח ולתחזק אותו או להשתמש בו. אם העלויות תהיינה גבוהות במיוחד, שחקנים לא-מדינתיים ומדינות עניות לא יוכלו לפתח את הנשק ולהשתמש בו. שיקול זה קריטי מכמה סיבות. ראשית, ככל שמעטים השחקנים המעורבים, כך ייעשה האימות של ציות לעקרונות האמנה אפשרי יותר, שכן יצומצמו העלויות של יצירת משטר אימות נטול פניות ושל יכולת מודיעינית נדרשת. שנית, מספר מועט יותר של שחקנים יגביר את הסבירות לכך ששחקנים יקיימו את מחויבויותיהם, משום שלהפרה של מחויבות תהיה סבירות גבוהה יותר להיתקל בתגובה, או שהיא תוביל להתרסקות ההסכם (אפשרות שגם מפרי הסכם פוטנציאליים אמורים להביא בחשבון). ובנוסף, הרתעה מפני אי-ציות תהיה קשה יותר, ככל שיותר שחקנים ישיגו את אמצעי הלחימה האסורים. כאמור, למרות שעלויות הפיתוח של נשק כימי וביולוגי אינן מונעות את הפיתוח, הן עדיין גבוהות יותר (והכישורים הנדרשים לכך נדירים יותר) מאשר פתיחה במלחמת סייבר. ולבסוף, חשוב להצביע על ההבדל הנורמטיבי בין לוחמה ביולוגית וכימית לבין נשק הסייבר. בבסיס האיסור שהטילו אומות בעידן המודרני על השימוש ברעלים ובגזים הייתה מודעות לכאב ולסבל שהם גורמים, ועל כן התבססה מחשבה כי אין להם מקום בעולם מתורבת.³⁸ אלא שבניגוד לנשק כימי וביולוגי, השימוש בנשק הסייבר הוא אלגנטי: לחימת הסייבר משיגה את יעדיה בלי שנלווים לכך מראות זועה של אזרחים מתים המוקרנים על מסכי הטלוויזיה בעולם כולו. למעשה, אמצעי הסייבר אינם משאירים כל תמונה. כמו שלא יהיה זה ריאלי לצפות ממדינות לחדול ממלחמה או מעיסוק בריגול, קשה להבין כיצד שיקולים נורמטיביים עשויים יהיו להוביל לגיבוש אמנה שתשים סייג ללוחמת סייבר, שאינה גרועה יותר מאמצעי לחימה קונוונציונליים, אשר רק לעתים רחוקות זוכים לבקרה המעוגנת באמנות בינלאומיות.

הערות

1 קמרון בראון הוא עמית ניובאואר, INSS; דוד פרידמן הוא עמית מחקר בכיר ב-INSS. תודת המחברים מסורה לדניאל כהן, לאביב רוטברג ולגבי סיבוני על תובנות והערות מועילות, ולתמר לבקוביץ על עזרתה המסורה. כמו כן, נודה למיכאל הורוביץ ולניל נראנג, על הגישה לנתונים שאספו. בינואר 2013 הכריז משרד ההגנה של ארצות הברית על הרחבת פיקוד הסייבר מ-900 ל-4,900 עובדים: http://www.washingtonpost.com/world/national-security/pentagon-to-boost-cybersecurity-force/2013/01/19/d87d9dc2-5fec-11e2-b05a-605528f6b712_story.html הממשלה הבריטית מצדה הוציאה 560 מיליון לירות שטרלינג בארבע שנים – סכום אשר מומחי ביטחון הגדירו כנמוך יחסית. ראו: Mark Urban, "Is UK Doing Enough to Protect Itself from Cyber Attack?" BBC News, April 30, 2013, <http://www.bbc.co.uk/news/uk-22338204>.

- ב-2012, ושוב באוגוסט 2013, ממשלת רוסיה הודיעה על תוכניות להקמת מפקדת סייבר משלה, כמו גם מקבילה רוסית לדרפ"א (DARPA) שתעבוד על פרויקטי מחקר מתקדמים: *Ria Novosti*, March 21, 2012 and August 20, 2013 <http://en.rian.ru/russia/20120321/172301330.html>; http://en.rian.ru/military_news/20130820/182870107/Russian-Army-Indicates-Cyber-Force-Plan-Underway.html
- על פי מחקר שוק, ההוצאה העולמית השנתית לפיתוח אמצעי סייבר תעלה ב-50 אחוזים מ-2013 ל-2023. ראו: *Aerospace & Defense News*, August 8, 2013. <[http://www.asdnews.com/news-50561/Cyber_Warfare_Systems_Market_Expanding_to_US\\$19.4Bn_by_2023.htm](http://www.asdnews.com/news-50561/Cyber_Warfare_Systems_Market_Expanding_to_US$19.4Bn_by_2023.htm)>
- 2 על ההיקף הנרחב של ריגול סייבר ראו, לדוגמה, Ellen Nakashima and Carig Timberg, "Chinese cyberspies have hacked most Washington institutions, experts say," *Washington Post*, February 21, 2013, http://www.washingtonpost.com/business/technology/chinese-cyberspies-have-hacked-most-washington-institutions-experts-say/2013/02/20/ae4d5120-7615-11e2-95e4-6148e45d7adb_story.html; Sohail al-Jamea, Robert O'Harrow Jr. and Whitney Shefte, "Zero Day: Exploring cyberspace as a new domain of war," *Washington Post*, June 2, 2012, http://www.washingtonpost.com/investigations/zero-day-exploring-cyberspace-as-a-new-domain-of-war/2012/06/02/gJQAFgc09U_video.html
- על Stuxnet ראו, לדוגמה: John Markoff, "Malware Aimed at Iran Hit Five Sites, Report Says," *New York Times*, February 11, 2011, <http://www.nytimes.com/2011/02/13/science/13stuxnet.html>; William J. Broad, John Markoff, and David E. Sanger, "Israeli Test on Worm Called Crucial in Iran Nuclear Delay," *New York Times*, January 15, 2011, <http://www.nytimes.com/2011/01/16/world/middleeast/16stuxnet.html>
- 3 על גישור מערכות air-gapped, ראו: James P. Farwell and Rafal Rohozinski, "Stuxnet and the Future of Cyber War," *Survival: Global Politics and Strategy*, January 28, 2011, <http://dx.doi.org/10.1080/00396338.2011.555586>
- 4 הדוגמה הרוסית הוזכרה על ידי ריצ'רד קלארק, לשעבר מתאם לאומי ויועץ מיוחד למלחמה בטרור, ביטחון, נושאים בינלאומיים ולוחמת סייבר, בדבריו בבית הספר ללימודים מתקדמים של הצי, ב-17 באוגוסט, 2010. ברברה הונגר, "הצאר לשעבר למלחמה בטרור, ריצ'רד קלארק, קורא למדיניות הגנה לאומית חדשה על הסייבר כדי למנוע 9/11 של הסייבר," אתר בית הספר ללימודים מתקדמים של הצי: <http://www.nps.edu/About/News/Former-Counterterrorism-Czar-Richard-Clarke-Calls-for-New-National-Cyber-Defense-Policy-to-Prevent-a-Cyber-9/11-.html>
- לגבי היכולת להשבית את מערכות ההגנה אווירית, ראו: Eric Schmitt and Thom Shanker, "U.S. Debated Cyberwarfare in Attack Plan on Libya," *New York Times*, October 17, 2011, <http://www.nytimes.com/2011/10/18/world/africa/cyber-warfare-against-libya-was-debated-by-us.html>
- 5 לשילוב לוחמי סייבר במשימות קרביות רגילות, ראו: Tom Gjelten, "Pentagon Goes On The Offensive Against Cyberattacks," *National Public Radio*, February 11, 2013, <http://www.npr.org/2013/02/11/171677247/pentagon-goes-on-the-offensive-against-cyber-attacks>
- 6 ראו: Craig Timberg and Ellen Nakashima, "Chinese Cyberspies have Hacked Most Washington Institutions, Experts say," *Washington Post*, February 20, 2013,

- 7

http://articles.washingtonpost.com/2013-02-20/business/37200837_1_security-experts-law-firms-human-rights.
מקור ההערכות והציטוט: http://ipcommission.org/report/IP_Commission_Report_052213.pdf
ג'יימס א' לואיס, עמית בכיר ומנהל תוכנית טכנולוגיה ומדיניות ציבורית במרכז ללימודים אסטרטגיים ובינלאומיים (CSIS), הצביע על הבעייתיות שבהערכה זו, ראו:
http://articles.washingtonpost.com/2013-03-22/opinions/37923854_1_chinese-hackers-cyberattacks-cold-war.
- 8

היו שהעלו הצעות צנועות יותר. למשל, שר החוץ הבריטי, ויליאם הייג, בדבריו בוועידת הביטחון שנערכה במינכן בפברואר 2011, גרס שאיום נגד נשק סייבר מצריך "תגובה עולמית", שבמסגרתה מדינות יסכימו לסטנדרטים מסוימים של התנהגות באינטרנט. ראו:
"William Hague: UK is under cyber-attack." BBC News, February 4, 2011, <http://www.bbc.co.uk/news/uk-12371056>
בדומה לכך, הפסגה שהתקיימה בקליפורניה ביוני 2013 בין נשיא סין, שי ג'ינפינג, והנשיא אובמה, ביקשה ליצור הבנות רשמיות פחות ביחס ללוחמת סייבר וריגול בין שתי המדינות, אם כי נראה שבהצלחה מועטה. לחלופין, מכון EastWest הציע דרכים לאמץ אמנות קודמות (לדוגמה, אמנת ז'נבה) לעידן הסייבר.
Karl Frederick Rauscher and Andrey Korotkov, *Working Towards Rules for Governing Cyber Conflict: Rendering the Geneva and Hague Conventions in Cyberspace*. NY, NY: EastWest Institute, 2011
- 9

אמנה בדבר אבטחת מידע בינלאומית: [http://www.mid.ru/bdomp/ns-osndoc.nsf/1e5f0de28fe77fdcc32575d900298676/7b17ead7244e20LouiseArimatsu,%20%20A%20Treaty%20for%20Governing%20Cyber-Weapons:%20Potential%20Benefits%20and%20Practical%20Limitations,%20in%20C.%20Czosseck,%20R.%20Ottis,%20K.%20Ziolkowski%20\(eds.\),%202012%204th%20International%20Conference%20on%20Cyber%20Conflict.%20Tallin:%20NATO%20CCD%20COE%20Publications,%202012,%20http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6243968](http://www.mid.ru/bdomp/ns-osndoc.nsf/1e5f0de28fe77fdcc32575d900298676/7b17ead7244e20LouiseArimatsu,%20%20A%20Treaty%20for%20Governing%20Cyber-Weapons:%20Potential%20Benefits%20and%20Practical%20Limitations,%20in%20C.%20Czosseck,%20R.%20Ottis,%20K.%20Ziolkowski%20(eds.),%202012%204th%20International%20Conference%20on%20Cyber%20Conflict.%20Tallin:%20NATO%20CCD%20COE%20Publications,%202012,%20http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6243968)
Lee Taylor, "Cyber warfare technology will be used by terrorists, says Eugene Kaspersky," *Perth Now*, May 22, 2012. <http://www.perthnow.com.au/technology/cyber-warfare-technology-will-be-used-by-terrorists-says-eugene-kaspersky/story-fn7bsj10-1226363625940>
Andrew Colley, "Cyber weapons conventions needed, Kaspersky tells CeBIT," *The Australian*, May 22, 2012.
- 11

תוכן נאום הסנטורית פיינסטיין מ-2 בפברואר 2010, נדלה ב-14/10/2012 <http://www.feinstein.senate.gov/public/index.cfm/2010/2/909a405b-5056-8059-7671-b791002862e1-post>
- 12

Richard A. Clarke and Robert K. Knake, *Cyber War, The Next Threat to National Security and What to do About it*. New York: Harper and Collins Publishers, 2010.
ציטוט מ-Honegger. הסוגריים המרובעים מופעים בטקסט המקורי.
- 13

Frank Langfitt, "U.S. Security Company Tracks Hacking To Chinese Army Unit," National Public Radio (NPR), February 19, 2013, <http://www.npr.org/2013/02/19/172373133/report-links-cyber-attacks-on-u-s-to-chinas-military>
- 14

Jane's Defense Weekly, Jane's US Chemical-Biological Defense Guidebook: Comprehensive Resource for Chemical and Biological Agent Weaponization and Emergency Response, United Kingdom: Jane's Information Group Limited, 1998.
- 15

הצהרת סנט. פטרבורג: Declaration of St. Petersburg, November 29, 1868.
- 16

הסכמים היסטוריים ניתן למצוא באתר הוועדה הבינלאומית של הצלב האדום:

- http://www.icrc.org/applic/ihl/ihl.nsf/vwTreatiesHistoricalByDate.xsp
- 17 אתר הארגון למניעת הפצת נשק כימי <http://www.opcw.org/chemical-weapons-convention/about-the-convention/genesis-and-historical-development>.
- 18 טענתם של פרייס וטננוולד היא כי לטאבו הייתה השפעה חשובה במניעת שימוש בנשק כימי. ראו: Richard Price and Nina Tannenwald, "Norms and Deterrence: The Nuclear and Chemical Weapons Taboos," in Peter Katzenstein, ed., *The Culture of National Security: Norms and Identity in World Politics* (Columbia University Press, 1996), pp. 114-152.
- 19 על שימוש בנשק ביולוגי ראו ראיון (ללא תאריך) עם: Jeanne Guillemin, author of *Biological Weapons: From the Invention of State-Sponsored Terrorism to Contemporary Bioterrorism*, CUP. <<http://cup.columbia.edu/static/Interview-Guillemin-Jeanne>>. Regarding CW, this section benefited greatly from Frederic J. Brown's *Chemical Warfare: A Study in Restraints*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1968. See pages 198-240.
- 20 כפי שצוטט ב: Brown, p. 201. האזהרה נשלחה לנשיא על-ידי מחלקת המדינה ב-3 ביוני, 1942.
- 21 בראון, עמ' 235. להסבר אחר, ראו גם: Jeffrey W. Legro, "Which Norms Matter? Revisiting the 'Failure' of Internationalism," *International Organization*, 51 (1997), pp. 31-63; and Richard Price and Nina Tannenwald, "Norms and Deterrence: The Nuclear and Chemical Weapons Taboos," in Peter Katzenstein, ed., *The Culture of National Security: Norms and Identity in World Politics*. Columbia University Press, 1996.
- 22 נפלם, פגזי זרחן וכלי נשק אחרים שאינם מסווגים כנשק כימי בתחום אמנת CWC היו לעיתים בשימוש במקומות אחרים.
- 23 Michael Horowitz and Neil Narang, "Poor Man's Atomic Bomb? Explaining the Relationship Between Weapons of Mass Destruction," *Journal of Conflict Resolution* (2013): 0022002713509049 appendix tables 1-2.
- 24 23 מדינות ניסו להשיג נשק כימי ו-10 ניסו להשיג נשק ביולוגי. מדינות שהתחילו לפתח חל"כ הן: ארגנטינה, סוריה, וייטנאם, לוב, אתיופיה, טייוואן, אפגניסטן, פקיסטן, ערב הסעודית, אנגולה, איראן, ברזיל, צ'אד, צ'ילה, אינדונזיה, יפן, לאוס, מוזמביק, פרו, הפיליפינים, סומליה, תאילנד ובורמה. מי שהחל לפתח חל"כ באותן השנים היו: דרום-אפריקה, לוב, קובה, בולגריה, ברית המועצות, איראן, עיראק, צפון-קוריאה, לאוס וויטנאם. ראו את טבלאות 1 ו-2 ב Horowitz and Narang, "Poor Man's Atomic Bomb?"
- 25 ראו גם: Horowitz and Narang. אולם, למעשה, אף לא אחד מסוגי הנשק אינו מהווה תחליף לנשק גרעיני. נשק כימי במיוחד אינו מהווה הרתעה יעילה כלפי מדינה החמושה בנשק גרעיני, משום שרוב המדינות שיכולות להרשות לעצמן נשק גרעיני, יכולות גם להרשות לעצמן לצייד את הצבא ואת האזרחים במסכות גז. למעשה נשק כימי אפקטיבי ביותר נגד מדינות עניות שאוכלוסייתן גדולה וצפופה, וכוחות צבא שאינם מצוידים היטב (למשל איראן בשנות השמונים). נקודה זו צוינה על ידי Matthew Meselson, "Implications of the Kuwaiti Crisis for Chemical Weapons Proliferation: and Arms Control," *Chemical Weapons & Security in the Middle East*. Washington, DC: AAAS, 1990, p. 16.
- 26 ב-2002 הופיעו סרטי וידאו שהראו כי אל-קאעדה הצליח לפתח ולנסות ציאניד וסארין. Nic Robertson, "Tapes shed new light on bin Laden's network," CNN website, August 19, 2002 <http://www.cnn.com/2002/US/08/18/terror.tape.main/>. ב-1984, כת דתית הקרויה רג'נישי זיהמה בר סלטים במחוז באורגון בסלמונה. המזימה הובילה לכך ש-751 אנשים חלו, אבל איש מהם לא מת. האירוע השני של נשק ביולוגי היה ב-2001, כאשר אנתרקס נשלח בדואר בכמה מקרים, וגם כאן רק 18-22 נדבקו וחמישה מתו. Ely Karmon, "Are the Palestinians Considering Biological Weapons?" ICT website, August 14, 2001, <http://www.ict.org.il/articles/articleDET>.