

## ה מדע במלחמה

א.

היה זמן שהאנשים האמינו כי תלמידי חכמים מרבים שלום בעולם, כמאמר חז"ל; אולם כל החומר ההיסטורי אשר ברשותנו אינו מעיד על מימרא נאה זו כי נכונה היא. לא הוכח עדיין כי בכוח המחשבה המדעית להביא את האנושיות לכלל הבנה הדדית ולהכינה לאחווה אוניברסלית. מחשבי חשבונות מצאו, כי במשך 3400 השנה האחרונות היו רק 260 שנות שלום וכל שאר 3140 השנים היו שנות מלחמה – הוה אומר, שמצב של מלחמה הוא הכלל, והשלום אינו אלא מצב חולף, ואנשי המדע שבכל הדורות הסתגלו, כנראה, למצב הכללי. כך מצינו, שלמן ארכימדס, שעשה גדולות בתגליותיו המדעיות כדי לעזור לעיר מולדתו סירקוס להחזיק מעמד במצור שהוטל עליה, ולמן מכונות המלחמה של ליאונרדו דה וינצ'י וביצוריו של מיכאל אַנג'לו, עד תגליותיהם הצבאיות הפיסיקליות והחימיות של גליליי, לְבוֹאֲזִיָה ופֶרְדִּי וְעַד לחוקרי זמננו, משקיעים גדולי החוקרים שבכל הדורות את מאמצייהם הרוחניים בשכלול אמצעי הקרב וההתגוננות. יתר על כן, יש אשר ימי המלחמה מחישים באופן ניכר את התפתחותם של כמה ענפי מדע, הנכנסים לכלל שימוש ונבחנים באופן מקיף רק בהשפעת הצרכים הדחופים של השעה.

אם היה יסוד כל שהוא להאמין, כי יש בכוח המדע למנוע את האנשים מלהלחם, הרי זה רק מתוך ההנחה שכוחות ההרס של אמצעי הקרב המודרני, יצירי המדע, הם הרסניים במידה כזו שלא ימצאו חיילים שיסכימו לסכן את עצמם בתופת האיום של פצצות כבדות־נפץ, של גזים מרעילים וכלי רכב משוריינים. זו היתה מחשבתם העיקרית של האופטימיסטים, שבישרו אחרי המלחמה הצרפתית־הפרוסית לפני שבעים שנה ואחרי המלחמה העולמית לפני עשרים ושלוש שנה, כי הקרב האחרון הגיע, ומעתה יבוא השלום הנצחי. הפשיזם סילק גם אמונה זו, וכעת אין דרך אלא להשיב על פעולות האויב באמצעים מדעיים מחושבים ורציניים העומדים בהתאמה למידת התכונותו הגדולה של הצד שכנגד.

השלטת השיטות המדעיות במלאכת המלחמה אינה מטרה שתושג בקלות. הקפיטליזם המודרני, אף שהוא קשור ומעורה בהתפתחות המדעית, חושש למשטר מאורגן בתעשייה, באשר יש בו כמה יסודות המנוגדים למשטר הרכושני. המלחמה כיום אינה נעשית ע"י החיילים בלבד, כאשר נעשתה בימי הביניים; כל חיל רגלי הנמצא בחזית מעסיק משלושה עד ארבעה פועלים בעורף, וכל טייס מעסיק עד שלושים פועל בבתי החרושת. אין ספק, אפוא, שארגון מלא של המלחמה פירושו השתלטות מלאה על משק האומה, ריכוז אמצעי ההספקה, פיקוח על כמות התוצרת וכן קביעת גודל המפעלים ומהירות התפתחותם. נקל להבין שאין בעלי המפעלים להוטים למסור לידי המדינה את סודותיהם התעשייתיים ואת הפיקוח על רווחיהם. רק ממשלת צ'רצ'יל הצליחה במאמצים מרובים, הנמשכים והולכים גם עתה, לכפות פיקוח מדעי מספיק על אוצרות הכלכלה של אנגליה.

ב.

בדברי על המחשבה המדעית במלחמה לא נתכונתי למדעים הקשורים במלחמה במישרים, כגון לְבִלִיסְטִיקָה, להנדסה צבאית או לאופטיקה של מכשירי־שדה, ואף

לא לאמצעים הטכניים השונים המנוצלים בתעשייה או באדמיניסטרציה הקשורה בענייני מלחמה. כונתי היתה למדעי הטבע הכלליים, העיוניים בחלקם. בתחילת המלחמה הגזימו הרבה בערכה של ההכשרה הטכנית וביכולתם של מומחים צבאיים להציל את המצב. הדוגמאות המובאות להלן מוכיחות כי לפתרון הבעיות המלחמתיות יש צורך במוחות שלא נתקשרו לרוטינה קבועה של עבודה זו או אחרת, אלא במוחותיהם של אנשי מדע, אשר מתוך תרגול עיוני מקיף ורבי-גווני מסוגלים הם לגשת לפתרון הבעיות המופלאות, המתחדשות לבקרים במלחמה. מרכז דברי יהיה, איפוא, לא תיאור אמצעי המלחמה השונים, שנבנו אמנם על יסודות מדעיים, כי אם הצגת דוגמאות משטח המדע הלבנורטורי, שתוכחנה מה גדול כוחה של עבודה אנושית מחושבת ומתאמת למטרתה לעזור להשגת המטרות הצבאיות.

הפיסיקה היא המדע הקרוב ביותר למדעי המלחמה, וכמעט שאין לך תגלית פיסיקלית רצינית שלא מצאה לה שימוש מתאים במלחמה. אסתפק בשתי דוגמאות.

זכורה עדיין יפה אימת המוקשים המגניטיים שהוטלו ע"י האויריה הגרמנית לימי בריטניה הגדולה בתחילת המלחמה. מוקשים אלה מסוכנים יותר מהמוקשים הקודמים, באשר המוקשים המגניטיים מתפוצצים גם במרחק מה מאנית המלחמה ואין הכרח שהאניה תפגע פגיעה ישרה במוקש. לאחר שהצליחו הבריטים לתפוש אחד המוקשים המגניטיים ולפרקו, נתברר כי במרכזו נמצא מנגנון הדלקה מופעל ע"י מגניט קטן הבא לידי פעולה בהשפעת כל מגניט גדול הנמצא בסביבתו. מגניט גדול כזה היא אנית המלחמה עצמה. כדור הארץ הוא, כידוע, מגניט גדול מאוד המסובב את המחט המגניטית של המצפן כלפי קטביו. כל מגניט יש בכוחו למגנט ברזל, ויותר מזה פלדה קשה, שהיא מרובה בגופן של אניות בומנו. האניה המתנועעת בתוך השדה המגנטי של כדור הארץ (אין לה ברירה אלא להתנועע בתוך שדה זה), נהפכת משום כך למגניט גדול, שיש בכוחו להפעיל את המגניט הקטן הטמון במוקש ולהביא את מנגנון ההדלקה לדטונציה. וכך הועמדה בפני הפיסיקאים האנגלים הבעיה הקשה: כיצד לבטל את השפעת המגנטיות של כדור הארץ הפועלת על האניה.

לא ארך הזמן ונמצא פתרון מחוכם: בהעבירנו זרם חשמלי דרך חוט מתכת יוצר שדה מגנטי עגול מסביב לחוט. בשנותנו את כיוון הזרם החשמלי ישתנה גם כיוון השדה המגנטי. ע"י מערכת חוטי חשמל, שנעביר דרכם זרם חשמלי בעל עצמה מסוימת וכיוון מסוים, נוכל ליצור שדה מגנטי בעל כיוון וכוח רצויים. והנה, אם נעטוף את האניה ברשת-חוטים נושאת זרם חשמלי היוצר שדה מגנטי בעל עצמה שווה לזו של השדה המגנטי של הארץ ובעל כיוון הפוך – יבטל השדה המלאכותי שלנו את פעולת המגנטיות של הארץ, והאניה תעבור על פני המוקש כאילו היתה עשויה עץ!

ועתה דוגמא אחרת, ממקצוע הטיס, בה נראה כיצד כיונה המחשבה המדעית את דרך החיפושים לאפיק הנכון וחסכה עמל מיותר.

עד הזמן האחרון היה מרכז הכובד בשכלול האוירונים – השאיפה לבנית מודלים בעלי מהירות גבוהה. חקירות מפורטות שהוצאו לפועל, ביחוד ע"י מהנדסים יהודים בגרמניה. גילו את מקורות החולשה של האוירונים הישנים וציינו את עקרונות בבניה של המודלים החדשים. נתברר כי לא די בהתאמת כל חלק מחלקי האוירון לתפקידו – יש להתאים את הצורה השלמה לתנועה מהירה באויר. לפי עקרונות

האווירון כיחידה שלמה נוצרו המודלים ההרמוניים והיפים של המלחמה הזאת, המגיעים למהירות של 800 ק"מ ומעלה לשעה. אולם נתברר עד מהרה, כי כל נסיון להעלות את המהירות ליותר מ-1000 ק"מ לשעה נתקל בהתנגדות קשה של החומר, ולמעשה אין אפשרות לעבור גבול עליון זה בלי מוטורים ענקיים כבדים שאין בכוח האווירון לשאתם. הבדיקה העיונית הראתה, כי גבול מהירות הטיסה באויר הוא כמהירות גלי הקול, כלומר 1200 ק"מ לשעה (הקול מתפשט במהירות של  $\frac{1}{3}$  ק"מ לשניה או 1200 ק"מ לשעה). גוף המתנועע באויר במהירות העולה על מהירות הקול נתקל בהתנגדות גדולה מאוד, הדורשת כוחות ענקיים בשביל להתגבר עליה. הגבול של 1000 ק"מ לשעה הוא, איפוא, הגבול השימושי של מהירות הטיס. מכאן יש ללמוד שמרכו הכובד בשכלול האווירונים צריך לעבור משטח המהירות לשטח אחר. בצדה של שאלת המהירות יש בעיה צבאית אחרת שוה לה בערכה, זו בעית התמרון, או בעית השנויים הנוחים והמהירים של כיוון התנועה באויר. אוירונים מהטיפוס של אוירוני-הצלילה יוצרים תוך נפילתם, המגיעה כמעט למהירות של 1200 ק"מ לשעה, גלי תנודה חזקים באויר, וגלים אלה עלולים היו לשבור בנקל כל אוירון מהמודלים הישנים. המהנדסים והחימאים יושבים עתה וחוקרים קונסטרוקציות שונות, שיהיה בכוחן לעמוד בפני התנודות החזקות המלוות את התמרון, וכן בודקים הם חמרים פלסטיים שונים בעלי רזיסטנציה (כוח התנגדות) אֶלסטית גבוהה.

## ג.

ועתה מן הראוי שנעבור לבעיה החימית הראשית של כל אמצעי ההובלה, לבעית הדלק. מתוך 270 מיליון טון שמן אדמה המנוצלים מדי שנה בשנה ע"י העולם, מפיקה אמריקה ממקורותיה למעלה מ-200 מיליון טון. ארצות אירופה והמזרח הקרוב נתברכו בכמויות נפט קטנות ביחס, והעליה העצומה בתצרוכת הנפט במלחמה עושה את שאלת הדלק לאחת השאלות המכריעות בהיאבקות זו. בגרמניה הנחנקת מחמת העדר הנוזל היקר נעשים מאמצים קשים ע"י חימאים ובעלי תעשייה להפיק את הנפט והבנזין באופן סינתטי. עוד לפני עשרים שנה מצא ברגיוס, תוך חקירות בפיח של פחם דק, כי אם מחממים פיח מעורב במימן גזי בתוך דוד הרמטי עד לטמפרטורה של 400-500 מעלות צלסיוס בלחץ של 150-200 אתמוספירות, מקבלים בנזין סינתטי, שאינו שונה במאומה מהבנזין המתקבל ע"י זיקוק שמן האדמה. פ. פישר, מעובדי חברת הצבעים הגדולה של גרמניה, שיכלל את תהליכו של ברגיוס וכבר ב-1938 הכינה גרמניה כמליון ושלוש מאות אלף טון בנזין מלאכותי. הבנזין המלאכותי עולה אמנם פי ארבע ממחירו של הבנזין הטבעי, אולם המלחמה יודעת לשלם יפה. ואף החימאים בודאי אינם טומנים ידם בצלחת ומשכללים ומוזילים את התוצרת. באנגליה נעשו חקירות מפורטות לשם השכחת הבנזין הטבעי. במוטורים העובדים במהירות גדולה גורם הבנזין הרגיל דפיקות מיוחדות - דפיקות דטונציה - המקלקלות את המוטור. אוירונים המתנועעים במהירות עצומה זקוקים איפוא לבנזין מיוחד בעל ערך דטונציוני נמוך. בדיקות שונות הראו כי אחד ממרכיבי\* הבנזין - הידוע בחימיה בשם "אֶקְסֵן" - הוא חומר הדלק הטוב ביותר, ומאז ועד הזמן האחרון היו נוהגים להפרידו מתוך הבנזין ע"י זיקוק מיוחד. במשך השנה האחרונה הצליחו החימאים האנגלים לפתח שיטות-עיבוד חימיות ההופכות את רובו של

\* מְרֵיב - קומפוננט.

הבנוין לאוקטן, ועל ידי כך הצליחו להפוך את הבנוין הטבעי, המגיע לאנגליה ביתר קלות מאשר לגרמניה, לדלק מעולה לשימוש צי-האוויר הבריטי.

ערך שני במעלה לצרכי התחבורה יש לקאוצ'וק. זה שנים שהקאוצ'וק נהפך לאחד מעמודי התווך של התעשייה המודרנית כחומר-המוצא לצמיגים, צנורות, חלקי מכוונות, תלבושות, שקים פניומטיים, מסכות-גז ומספר בלתי מוגבל של מצרכי יום-יום קטנים יותר. חסרונו העיקרי של הקאוצ'וק בשביל אירופה הוא שיש להביאו ממרחקים: מיערות-העד של ברזיליה, יָוֶה, מֶלֶיָה, הודו וכמה ארצות טרופיות אחרות. אמריקה מספקת כ-95% מתצרכתה ממיץ החלב הנוסף מעצי ההוֹאָה (Hevea) באחוזות-המטעים הדרום-אמריקניות; אולם ארצות כגרמניה נזקקות יותר ויותר לתוצרת הסינתתית, היקרה אמנם הרבה יותר מהטבעית, אלא שהיא נעשית במקום. כבר כיום יוצר בית חרושת ל"תיאוקול" - מין קאוצ'וק סינתתי - בשטח בנינים של עשרה דונם, תוצרת של 200 טון ליום; תוצרת מעין זו היתה מחייבת ניצולם של 10000 דונם מטעים ביערות-העד. יש להודות, שהתוצרת המלאכותית אינה גרועה מהטבעית, ומכמה בחינות מיכניות אף עולה עליה. אין ספק, כי בשעה זו יושבים עשרות חימאים בכל חלקי אירופה ומחפשים אחר שיטות זולות ומשוכללות להכנת הגלם החשוב, ההכרחי לגלגלי האוירונים ומרכבות-המלחמה.

#### ד.

נראה שלא אוכל בכ"ז להמנע מנגוע בשאלה חימית אחת בעלת אופי צבאי טהור - שאלת חמרי הנפץ. לא אטפל בסודות תעשייתיים, שאינם מוכרים גם לי, כי אם אספר במקצת על העבודה המדעית של שלושה אנשי-מדע יהודים גדולים, שעשתה גדולות בתעשייה זו.

כמעט בכל השמות החימיים של חמרי הנפץ חוזרת ונשנית המלה "ניטר" - ניטר-גליצרין, ניטר-צ'לולוזה, ניטר-טולואול וכד'. "הקבוצה החימית" ניטרן היא "קבוצה" שהוכנסה לחומר הנפץ ע"י חומצה חנקנית או חומצה ניטרית. לפני המלחמה העולמית הקודמת היו מקבלים את החומצה החנקנית מתוך מלחת שהובאה מצ'לי. בפרוץ המלחמה העולמית הקודמת ידעו אנשי הכלכלה בגרמניה, כי המלחת שנמצאת בארצם תוכל להספיק לייצור חמרי נפץ במשך שלשה-ארבעה חדשים בלבד. אמנם האסטרטגים הגרמנים האמינו אנו, כי במלחמת-בזק יוכלו לכבוש את אירופה כולה בפחות משלשה חדשים; אולם לאחר שהמלחמה הוסיפה להמשך, יותר מהמקווה, ולאחר שהמשלוח האחרון של המלחת מאמריקה הדרומית טובע בים ע"י הצי הבריטי, נעשה המצב דחוק ביותר. האיש אשר איפשר לגרמנים להמשיך במלחמה היה החימאי הגדול פריץ האַבֶּר, אשר פיתח עוד בשנת 1904 שיטה להכנת אמוניאק מאויר וממים. בתהליכו של האַבֶּר מכווצים את החנקן שבאוויר ואת המימן שבמים בתוך דוודים מיוחדים בלחץ של כמה מאות אטמוספירות ובטמפרטורה של 550 מעלות, בנוכחות חמרים מזרוים מיוחדים, ומקבלים אמוניאק גזי. את האמוניאק שורפים על גבי רשת פֶּלְטִינָה בטמפרטורה של 600 מעלות ויותר - ותוצרת השרפה של האמוניאק היא החומצה החנקנית המבוקשת. בשנות המלחמה 1914/18 התחילה תעשיית הסודה הבאדנינית להכין כמוית עצומות של אמוניאק לפי שיטתו של האַבֶּר. בימי שלום הגיעה התוצרת בקירוב לשני מיליון טון לשנה. התהליך שוכלל במידה כזאת, שנזמן האחרון לא הביאה עוד גרמניה מלחת מצ'לי, כ"א יצרה אותה מהחומצה החנקנית שהוכנה לפי השיטה המוזלֶת. האבר קבל את תגמולו מיד

הפטריויטים הנאצים – הוא גורש מגרמניה ומת בשברון לב בשוויץ. אולם בחומצה חנקנית בלבד לא סגי. להכנת חומר הנפץ החשוב ניטרו-גליצרין דרוש גם גליצרין. בימי שלום מכינים את הגליצרין בכמויות עצומות בתעשית הסבון, כתוצרת לוואי בפירוק השומנים הטבעיים. אולם בימי מלחמה היו השומנים הטבעיים מוזנח העיקרי של הנשים והילדים הנמקים ברעב. אותה שעה נקטו בשיטתו של הביו-כימאי קרל נויברג, שהצליח לקבל גליצרין בתסיסה פוזהלית רגילה. בעזרת השמרים, שהיו הופכים מדורי דורות את העמילן של תפוחי האדמה לאלכוהול, ובנוכחותו של מלח ידוע, יצר נויברג את הגליצרין לתעשית הדינמיט הגרמנית. אף נויברג בא על שכרו – הוא גורש מגרמניה, ובשנה האחרונה נצטרף לחבר העובדים של האוניברסיטה העברית בירושלים.

ואחרון אחרון – תגליתו של ד"ר חיים וייצמן. חומר הנפץ המודרני החשוב ביותר להטלת פגזים, אבק השריפה שאינו מעשן, מכיל מלבד ניטרו-גליצרין גם ניטרו-צולוזן. שמתקבלת מתוך הפעלת חומצה חנקית על צמר גפן או עץ מנוקה\*. התמיסה של ניטרו-צולוזן בתוך ניטרו-גליצרין רגישה מאוד לכל תנועה, וכמעט שאינה ניתנת לטרנספורט בלי חשש התפוצצות. כדי להביא את אבק השרפה למצב גזח לשימוש, יש להמיסו בתוך אצטון עם קצת וזלין, לפי יחסים אלה: 65 חלקים ניטרו-צולוזן, 30 חלקים ניטרו-גליצרין ו-5 חלקים וזלין. כאשר מתנדף האצטון נשארת התמיסה כולה בצורת גלרטה (קריש) נוחה מאד לעיבוד ומתפוצצת רק בפעולתם של דטונטורים. את האצטון נהגו ונוהגים להכין בעיקר מחומצת חומץ, אולם בזמן המלחמה נזקקו לכמויות אצטון עצומות למעלה מכל שיעור הרזרבות של החומץ. זכותו הגדולה של וייצמן היא בגילוי בקטריה אשר יצרה אצטון בתסיסה מיוחדת של תפוחי אדמה, שהם מצויים באנגליה לרוב. בזמן האחרון הצליחו להעביר את הבקטריה גם על קליפות תפוזים.

#### ה.

מענין חמרי הנפץ אנו עוברים לטיפול בקרבנות המלחמה. טעות היא בידי החושבים, כי המלחמה היא רק מעשה הריגה, פציעה, כיבוש עמדות, התקדמות ונסיגה ותו לא. בעית הפצועים והחולים, המלווים כל מסע-קרבות, היא בעיה צבאית שאינה נופלת בערכה מכל בעיות הציוד התכני והטרנספורט. ואכן, הנאצים מבינים דבר זה יפה ולפיכך השתמשו בחזית הצרפתית במין חדש של פצצות בעלות קליפה דקה, שכוח הפיצוץ שלה קטן משל הפצצות הרגילות, אולם היא מתיזה רסיסים בעלי חדירה עמוקה, הגורמים לפצעים קשים. פצצות אלו אינן גורמות למספר גדול של הרוגים, אלא מוציאות את החיילים מהפעולה ומטילות אותם כנטל כבד על בתי החולים הצבאיים.

כמה מספרים המובאים בזה יוכיחו לנו, מה גדול היקפה של בעיה זו: במלחמה העולמית הקודמת גויסו 68 מליון חיילים, מהם נהרגו 8.5 מליון ו-21 מליון נפצעו; ז. א. כשליש מכל החיילים שהשתתפו במלחמה היה פצוע בזמן מן הזמנים. מבין הפצועים הבריאו 62%, מתו 12%, 8% נשארו אינוואלידים קשים, ו-18% נשארו אינוואלידים קלים. אם נקח בחשבון את ההפצצה האכזרית של הישוב האזרחי במלחמה זו, נבין כי מנהלי המלחמה עומדים כבר כיום בפני הבעיה החמורה של טיפול

\* ז. א. עץ שהוציאו ממנו את הליגנן.

במאות אלפים של פצועים, מלבד בעית סידורים של האינולידים אחר המלחמה. פצועי הקרבות מוגחים לעתים שעות רבות בשדה הקטל ומאבדים כמות-דם רבה; ועל כן, העזרה הראשונה שצריכה להנתן להם היא עירוי דם. התכניקה הרגילה של נדבות דם, המנוצלת בקנה מידה גדול ברוב בתי החולים המודרניים, כמעט שאינה באה בחשבון לשימוש בחזית. וזה מספר שנים שהרופאים והביו-כימאים מחפשים דרך לשמור על הדם בכלים סגורים, בלי שיתקלקל. החקירה הראתה כי אגירת דם בבקבוקים מצופים פּרָפִין, בטמפרטורה נמוכה (4-2 מעלות) ובנוכחותם של מלחים וסוכרים מתאימים, מאפשרת לשמור על פעילות מלאה של הדם במשך שבועיים ימים. לאחר שבועיים הכדוריות האדומות מתבקעות והדם מתקלקל. הרוסים לקחו בחשבון גם את דמם של החללים, שאפשר להשתמש אף בו כל זמן שלא הספיק להקרש. אולם אף פתרון זה לא היה בו כדי לספק את הצרכים. בתחילת המלחמה אגרו באנגליה כמויות גדולות של דם משל תורמי הדם ושלחו לחזית; אולם לא נמצא שימוש לכלל הדם הזה במשך שבועיים, והיה הכרח לשפוך את רובו החוצה. יש לשער כי מספר התורמים ירד כעבור שבועיים אלה באופן ניכר, כי אין אנשים להוטים לשפוך את הנוזל היקר שבגופם כדומן חוצות.

הפתרון הסופי נמצא ע"י המלומדים האנגלים לפני כשנה. הבדיקה הראתה כי החלק החשוב ביותר בדם הערוי מבחון אינו בכדוריות אלא בנוזל של הדם— הנסיוב או הסרום. את המחסור בכדוריות יש בכוחו של הגוף למלא בעצמו ביתר קלות מאשר את המחסור בנסיוב. ודוקא הכדוריות הן אותו האלמנט המקלקל את הדם במשך הזמן, בהתפוצצן ובהריקן את תכנן לנסיוב. וזו היא השיטה שהוכנסה לשימוש בזמן האחרון: מרחיקים מן הדם את הכדוריות ע"י צנטריפוגציה (בצנטרי-פוגות, מעין הספּרטרורים של החלב), ואת הנסיוב הצלול מרכזים בתנאים מיוחדים לאבקה צמיגה. האבקה היבשה נשמרת במשך זמן בלתי מוגבל, ובכל עת צורך יכול בית החולים הנודד למהול את האבקה של הסרום בכמות מחושבת של מים ולערותה לגוף הפצוע.

תורת ריפוי הפצועים נמצאת עדיין בתחילת דרכה. בשנים האחרונות נצטבר חומר עשיר שטרם נבחן במידה מספקת והוא מחכה לעיבוד נוסף. נתגלה, למשל, ויטמין חדש, ויטמין K, אשר חסרונו מתגלה, ביחוד אצל עופות, בַּאֲבֹד לדם סגולתו להקרש. חושבים כי ויטמין זה הוא המזרז את התפתחות החמרים המקרישים שבדם (הטרוֹמְבִין). לפני שלוש שנים ניסו להגדיל את המנה של ויטמין זה במזונותיהם של חולים שנוקקו לנתוח ודמם נקרש בקושי, כגון חולי מרה, והתוצאות לאחר הניתוח היו משביעות רצון ביותר. במלחמה זו התחילו להשתמש בויטמין K כדי לזרז את הקרשת הדם בפצועים, ונראה כי הושגו כמה הישגים. במלחמת ספרד שמו לב לעובדה המפתיעה, כי פצועים שבאו במגע עם עפר מלוכלך בשתן אדם נסגרו יותר מהר מפצועים שקבלו טפול רפואי רגיל. אם כי עובדה זו זקוקה לאישור נוסף, הריהי עומדת בהתאמה להסתכלות החימית, הקובעת, שחלבונים שאינם נמסים יפה במים נמסים בתמיסות של שְׁתָנָן. — החומר העיקרי של שתן האדם, יתכן, שהעברת חלבוני הרקמה מסביב לפצע למצב מומס היא המזרזת את תהליך הרפוי. כן שמו לב במלחמת ספרד, כי פצועים שדבק בהם עפר, והם נסגרו לזמן ממושך על ידי „רִטְיָה“\* זו, החלימו במהירות בלתי משוערת. הדבר נוסה בכמה בתי

\* פלסטר.

חולים צבאיים, ולמרות ההצטברות של נוזלים גופיים והריח הרע הבא עמם, היו התוצאות חיוביות לחלוטין. הרופאים מאמינים שהרקמות שנפגעו מפרישות מיצי צמיחה; עד עכשו היתה שטיפת הפצע גורמת להרחקת המיצים האלה, ודוקא הרטיה הפרימיטיבית של גוש עפר, נקי פחות או יותר מחידקים, שמרה יפה על אותם חמרי הגידול. בכמה מעבדות קליניות נעשים עתה נסיונות להפקת חמרי-גידול חשובים אלה.

הפצעים מסכנים את הנפגעים לא רק על ידי אבדן הדם והחולשה הכללית הכרוכה בכך. הפתח שנפתח באורגניזם משמש מקום חדירה מסוכן לחידקי מחלות שונות הדורשות טיפול מיוחד. לא אוכל לעמוד כאן על ההישגים העצומים של הריפוי בנסיובים נגדיים שונים; דייני אם אציין, כי הרפוי בנסיובים (סר-טרפיה) שחרר למעשה את האנושיות מסכנת המגפות, שהיו בנות-לויה תמידיות לכל המלחמות מאז ומעולם. אף הטיפוס והפרא-טיפוס, שקצרו קציר של מאות אלפים במלחמה הקודמת, לא הגיעו בשום מקום לכלל מגפה במלחמה הנוכחית, וזה בזכות האמצעים הסניטריים והריפוי המשוכלל במיני נסיוב מתאימים. ואולם רצוני לעמוד כאן על תגלית חדשה ומבטיחה-גדולות במלחמה עם קבוצה אחת של חידקים-הסטרפטוקוקים. סטרפטוקוקים אלה ידועים כנושאי השנית (הסקרלטינה), קדחת הלידה והשושנה. בכל המחלות האלה משאירים החידקים בגוף החולה רעלים מיוחדים הגורמים לתסביכי-לואי קשים. במלחמה פגיעתם קשה משום שהם חודרים לפצעים ומעלים מוגלה. ואין הם מסתפקים במוגלה בלבד, כי אם מפרישים מרעליהם וגורמים במקרים קשים לשיתוק ולתופעות לואי אחרות. אמצעי-המלחמה בחידקים אלה בא מכיוון בלתי צפוי; חברת הצבעים הגרמנית הידועה J. G. Farbenindustrie בחיפושיה להרחבת שטח השימוש של הצבעים הסינתטיים, גילתה כי צבעים שונים משמשים יפה כרפואות לכמה פצעי עור. את תוצאות התגלית הזאת אפשר להכיר גם ברחוב הארץ-ישראלי, בפגשנו אנשים שעורם צבוע בצבעים אדומים, ירוקים וכחולים לריפוי פצעייהם. הגב' טרפי כפריז חקרה את ההרכב החימי של הצבעים הגרמנים ומצאה שיסוד רפואי אחד משותף לכולם - הסולפנילאמיד או הפרונטוזיל. הגב' טרפי הניחה את היסוד לרפוי בפרונטוזיל, והתוצאות במלחמה עם הסטרפטוקוקים היו מצוינות. בפרונטוזיל נמצא החומר הראשון מבין החמרים הסינתטיים, שיש בכוחו להרוג חידקים בלי לפגוע לרעה בחולה, כדוגמת הסלורסן של אהרליך בפעולתו על הפרוטוזואים (בעלי-חי חרתאיים). שורה של תרכובות נגזרות מהפרונטוזיל הוכנו בינתיים באמריקה, וביניהן אפקטיביות יותר ובעלות השפעות-לואי מזיקות פחות מאלה של חומר המוצא (החשוב בכל התרכובות הוא הסולפאפירידין). על ידי השימוש בתרכובות אלה חולפת והולכת סכנת הזיהום הבקטרי שהיתה מלווה תמיד את פצעי המלחמה.

ו.

לא רק הרופא כי אם גם הביולוג הוכנס לחוג העובדים המדעיים של המלחמה. בימי קדם, כאשר המלחמה נערכה בעיקרה בין חיילים לחיילים, פנים אל פנים, לא היה מקום לטיפול מדעי ומחושב בבעיות ההתחפשות ולבישת מסוה. אך במלחמה של זמננו, המשתמשת בנשק בעל מרחק קליעה גדול ובאווירונים הפועלים מגובה של כמה קילומטרים, יש תועלת רבה בידיעת הכללים, שלפיהם תוכל המטרה הצבאית להעלם מעין האויב.

זה זמן רב מכירים הביולוגים דוגמאות של הסואה בטבע, הידועה בשם "מימיקריה". רבים מכירים בודאי את "גמלי-שלמה" הדומים בצורתם לקש שבשדות השלף, או את הפרפרים האכסוטיים, אשר כנפיהם הסגורות דומות בכל לעלי העצים. מקום שבתו של הפרפר. כן ידועים לכל פסי הנמרים, הערודים (זברה) והגירפים, שכתמיהם מתאימים באופן מצוין למשחק האור והצל במקום מגורי החיות האלו. ועדת ההסואה של הממשלה הבריטית מנצלת כעת את ידיעותיהם של הביולוגים ומחפשת דרכים להסתיר מטרות צבאיות חשובות מעין האויב ע"י טיפול משותף של ביולוגים, אמנים ומהנדסים. על הרוב מצלמים את האוביקטים מאוירונים בכמה זוויות-ראיה ובשעות שונות של היום, מכינים מודלים מוקטנים וקובעים את התיקונים ההנדסיים ואת צבעי המגן ההכרחיים להסואה טובה. יש להדגיש במיוחד את הבחינה בזוויות ראיה שונות. בתחילת המלחמה קרה קוריוז מענין: בעלי האוטובוסים האנגלים צבעו את גגות מכוניותיהם האדומות, הירוקות וכיו"ב בצבע אפור כעין הקרקע; סבורים היו כי הטייסים של האויב יראו את האוטובוסים מלמעלה בלבד ולא יבחינו בינם ובין אדמת הסביבה. נהגים אלה לא לקחו בחשבון כי הסתכלות הטייסים לא תמיד מאונכת היא וכי בהסתכלות אלכסונית יתגלה מיד הצבע הבולט של צדי המכוניות.

הדבר הבולט ביותר למרחקים – זו צורתה הגיאומטרית של המטרה. רוב הקוים בטבע הם מעוגלים ורכים ונבדלים בנקל מהקוים הגיאומטריים הישרים והחדים של בניני האדם; הכיסוי בצבעי מגן הוא לפיכך פחות אפקטיבי משינויים שנעשים בתבנית הבנינים כדי לקרבתם בצורתם ההנדסית לנוף. מספרים על חרשתן אחד ששכר ציירים לצייר עצים ירוקים על המגדל הגבוה של בית החרושת שלו. הוא קיווה, כנראה, כי לעין הטייס יראה המגדל כחורשת עצים צפופה. אולם מכיון שעד עתה אין החורשות בטבע מסתדרות בדמות מגדלים, יש לשער כי עמלו היה לשוא. לעומת זה על ידי הוספה של מעט חבלים באגפי בנינים וכיסוים בירק מתעגלת צורת הבנינים ואין כמעט להבחין ביניהם ובין ראשי הגבעות הסמוכות. במקרה שאין אפשרות לצרף לבנינים תוספות אגפיות, בונים לפעמים בסביבה "בתי-בובה" מחומר זול, הדומים בכל למטרה המבוקשת, וכזה מטעים את הטייסים הזרים ממחוז הפצם.

ההסואה בצבעי מגן בנויה על התאמתה של חריפות (Intensity) הצבע ליחסי האור והצל השולטים בסביבה. צביעה בשני צבעים שונים. אך בעלי חריפות שוה אין בה כל תועלת. כן לא די לצבוע צריך או אוטומוביל בפסים חומים וירוקים. הצבעים צריכים להבדל יפה בחריפותם, כגון חום כהה וירוק בהיר, כדי שהעצם יעלם מעין הרואה בתוך כתמי החום והירוק של שדות הסביבה.

את אניות המלחמה, שאין כל אפשרות להעלימן על פני שטחו הגלוי של הים, נוהגים לצבוע בצבעים בולטים ביחס מיוחד, המקשה על קביעת מקומם המדויק של חלקי האניה. הטייס הבוחן ממרחק אניה מוסוית יתקשה גם לקבוע את כיוון תנועתה, וכל שכן להעריך את מהירותה.