

שליטה ובקרה בשדה הקרב כיוונים ומגמות

אל"מ (מיל) יעקב

של מידע ממקורות רבים ומגוונים מקשה על תהליכי הסינון, המיון והעיבוד ומצריכה עריכת חישובים מורכבים על בסיס פרמטרים רבים ושונים; מכלול רחב ביותר של גורמים ונתונים טקטיים, טכניים, מודיעיניים ואחרים, יוצר מגוון של אלטרנטיבות פעולה אפשריות ומקשה בכך על תהליך הברירה המושכלת וקביעת עדיפויות; סביבה דינאמית, בעלת יסוד בולט של איודאות, המטילה לחץ רב (stress) על מקבלי החלטות בקביעת דרך הפעולה האופטימית, וההתרחשויות המהירות והנפרדות העוקבות והמקבילות, דורשות תגובה מיידית והחלטה מהירה, בזמן אמיתי או קרוב לאמיתי.

בעוד שבמרוצת השנים, ובעיקר בעשור האחרון חל כאמור שיפור טכנולוגי ניכר בכלי נשק ואמצעי לחימה, ובמערכות אלקטרוניות לאיסוף אינפורמציה והעברתה ובעיבוד נתונים, הרי שלא חל כמעט כל שיפור משמעותי בתחום טכניקות קבלת החלטות. באופן בסיסי ניתן לקבוע, שכלי החלטה ועזרי המטה העומדים לרשות מפקדים ומפקדות כיום אינם שונים באופן מהותי מאלה, שהיו נוהגים במלחמות העבר. היכולת האנושית נותרה עדיין ציר מרכזי, כמעט בלעדי, בתהליך קבלת ההחלטות במובנו הרחב. רק בשנים האחרונות חלה תפנית בתפיסת חשיבות הנושא בצבאות המודרניים. נחח גדל והולך של כלל המשאבים הלאומיים-צבאיים ושל מאמצי המחקר והפיתוח החל להיות מופנה לשיפור הממד האיכותי המרכזי, הקובע במידה מכרעת את רמת הפיקוד במישור האסטרטגי והאופרטיבי-טקטי כאחד, כלומר: הטכנולוגיה של קבלת החלטות. הולכת ונוצרת המודעות החיונית, הנתמכת על-ידי ההתפתחות הטכנולוגית, בדבר משקלו המכריע של הממד האיכותי במסגרת וצורת העצמה הצבאית והגדלת האפקטיביות הכוללת שלה. מודעות זאת מוצאת את ביטוייה ביצירת כלים ועזרים ובפיתוח שיטות ונהלים שיביאו לייעול תהליכי המחשוב ועבודת המטה (קבלת החלטות, שליטה, בקרה) על מנת למצות באופן הטוב ביותר את המשאבים החומריים והאנושיים בקרב.

הגורם האנושי בתהליך קבלת החלטות

המושג "קבלת החלטות" כרמה האופרטיבית-טקטית, מתייחס לתהליך השלבי הרצוף של ניהול סיטואציה "מקומית" (היינו – המוגבלת במונחי זמן, מרחב ומשאבים), המתרחש במהלך ביצוע משימה נתונה ומאופיין בדרך כלל על-ידי טווחי זמן קצרים ביותר המתמשכים משעות מעטות ועד ימים בודדים.

ניתן להסתכל על תהליך זה כעל פעילות מתמשכת של המרת אינפורמציה בפעולה בדרך של היוון חוזר היינו: מצב הסביבה

של בחירת אלטרנטיבות לגבי הפעלת האמצעים הללו (איזה מהם? מתי? באיזו דרך?). יתר על כן, מספר חסר תקדים של כלי נשק חכמים מונחים מרחוק ואחרים, יצריכו הגדלה כמותית ואיכותית של מערכות התקשורת והאלקטרוניקה ושל עזרי שליטה ובקרה (שר"ב), באופן שיבטיחו מיצוי תכליתי ויעיל של אמצעים אלה.

• גידול בטווח כלי הנשק וברמת קטלניותם, יביא להגדלת הניידות ופריסת הכוחות, על כל בעיות השליטה (תקשורת, בקרה, הנחיה, דיווח ואחרות) הכרוכות בכך.

• העצמת כושר הלוחמה האלקטרונית (ל"א) של האויב שתוצאתו האפשרית תהיה הקטנה משמעותית של אמצעי תקשורת, שיהיו זמינים בפרק זמן נתון, ופגיעות יתר (ולו גם זמנית) של מערכות נשק הנשענות על אמצעים אלקטרוניים.

• פעילות מבצעית אינטנסיבית ודינמית, מלווה במבצעים משולבים בין-זרועיים ותלת-ממדיים רחבי היקף, שיחייבו שימוש במערכות קשר, שליטה ובקרה מסועפות, לשם הבטחת המשכיות הפעולה ורציפותה.

• שדה קרב "רווי מטרות", פיזיות ואלקטרוניות כאחת, מספק כמות רבה של מידע ונתונים משהיה ידוע בעבר. איסוף מידע זה, מיונו, הערכתו, ניתוחו והשוואתו, הם מושכל ראשון המתנה תגובה מהירה והמאפשר הקצאה מתאימה של כוחות ואמצעים לשם העסקה יעילה של אותם מטרות ויעדים.

מורכבותן של בעיות החלטה, שפניהן ניצבים המפקדים ברמות הפיקוד השונות, הלכה וגדלה עם הזמן, במקביל להתפתחות שחלה במערכות הנשק ובשיטות הלחימה. מאפייניו של שדה הקרב המודרני ישפיעו בהכרח על אופן ניהול הלחימה, יגדילו את מורכבותו של תהליך קבלת החלטות ויקנו ממד קריטי למרכיביו.

שטף של זרימת אינפורמציה ותדירותה עלולים להביא לסתימת צינורות השליטה, וצינורות המודיעין והדיווח במידע שאינו בעל השלכה ישירה על קבלת החלטות בנתוני זמן ומרחב הרלבנטיים; כמות רבה

ההתפתחות הטכנולוגית בעשורים האחרונים בעיקר בתחומי האלקטרוניקה, המחשבים וטכניקות הזיוור, אפשרה התפתחות של מערכות לחימה מודרניות, הנשענות על טכנולוגיות אלה. המציאות החדשה של עולם בעל מודעות טכנולוגית ההולכת וגוברת מאפשרת עתה מתן פתרונות מתקדמים לתחום נרחב של בעיות שדה הקרב. פיתוחים חדשים, כגון: מערכות מכ"ם מתקדמות, מערכות תקשורת חדשניות, פצצות חכמות וטילים, וכלי טיס מודרניים, כל אלה מהווים ביטוי לרתימת הטכנולוגיות החדשות לצרכים צבאיים, ומדגישים את הפוטנציאל הגלום בכך להגברת העצמה הצבאית ולהגדלת מגוון כלי הנשק בשדה הקרב המודרני. בין אם נניח כי הפיתוח נובע מדרישות מבצעיות אמיתיות קיומיות, ובין אם נאמר שהמציאות הטכנולוגית החדשה יוצרת צרכים חדשים ואוכפת עצמה על המחשבה הצבאית, הרי אין מחלוקת באשר להשפעתה של מציאות זאת על דמותו של שדה הקרב העתידי.

מאפייניו של שדה הקרב המודרני והשפעתם על תהליך קבלת החלטות

ניתן להניח במידה רבה של ביטחון שתהליכי כיום הם אנו עדים כבר כיום, יילכו ויתעצמו, ויהיו בעלי השלכות על שדה הקרב של העתיד. ניתן לציון כמה מן המאפיינים של שדה קרב זה:

• גידול במורכבות מערכות הנשק ובמגוון אמצעי הלחימה, שירדשו התמצאות במכ"ל רחב של פרטים טכניים וישומיים על ידי מפקדים בשדה הקרב ויצבו בעיות חריפות

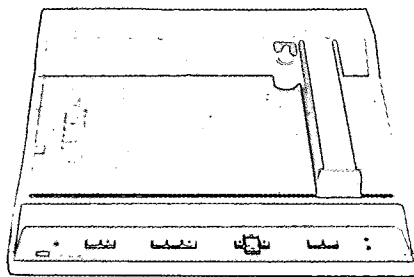
• **מצבים פתאומיים ובלתי צפויים מראש** (וקטיגוריה זאת כוללת מספר ניכר של התרחשויות בשדה הקרב), מצבים גם הם קושי ניכר בקביעת אלטרנטיבות פעולה אפשריות. הנטייה "הטבעית" במקרה זה תהיה להחלטה אינטואיטיבית, תוך הימנע עת מניסיון להגדיר פריטי מידע נוספים, שיהיה בהם כדי להקטין את מצב אי הוודאות.

• **השפעות שליליות של חשיבה קבוצתית.** חלקן של ההחלטות הצבאיות מתקבל כתוצר של "ההחלטה בצוות" במפקדות ובמטות. בצד יתרונות "החשיבה הצוותית" המתקבלת בתהליך מסודר של עבודת המטה, אין להתעלם גם ממגבלותיה האפשריות כגון: חיזוק אשליית אי הפגיעות והמעטת ערך היריב, המחוקת נטילת סיכונים קיצוניים; מאמץ משותף של קציני המטה המביא לרציונאליזציה של אינפורמציה סותרת, בכיוון של חיזוק כיווני החלטה קודמים, כתחליף לבחינה מחדשת של תמונת המצב; בקבוצת החשיבה קיים לחץ ישיר (סמוי או גלוי) על כל משתתף המבטא סטייה מההסכמה הכללית, בעוד שהפרט עצמו, נוטה להמעט בערכם של ספקותיו ושל נימוקי הנגר שלו העומדים בסתירה לדעת הכלל או לדעת בכירים ממנו. כתוצאה מכך אין הכרח ש"ההחלטה השקולה" תהיה פרי מאמץ אינטלקטואלי משותף של כלל המשתתפים בתהליך.

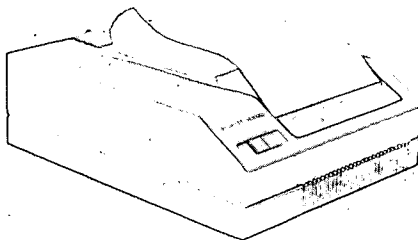
מערכת אדם - מחשב

מהרברים שנאמרו עד כה משתמע כי לאדם מגבלות בצבירת אינפורמציה, בעיבוד ובניצול יעיל שלה, ואלה מהווים מכשול בפני יכולתו להגיע להחלטות אופטימליות. מכאן שמערכת אדם-מחשב, בה קיימת חלוקה פונקציונאלית מתאימה בין "המש" תמש" לבין "המכונה" תוכל להיות רציונאלית להבה יותר, תאפשר לאדם השתלטות על כמויות אינפורמציה גדולות, במידת דיוק ורגישות גבוהות יותר, ובכך תגדיל את הסיכוי לקבל החלטות מיטביות במצבים מורכבים.

מערכת אדם-מחשב היא מעצם הגדרתה, מערכת דו-ממדית משולבת, בה מתפקד האדם בתחומים בהם גדול יתרונו היחסי, תוך שהוא מסתייע ביתרונותיו הסגוליים של המחשב. אין "המכונה" באה להחליף את האדם בתהליך קבלת ההחלטה, אולם המחשב מסוגל להסיר מהמשתמש בו את הטיפול במצבי קבלת החלטה שגרתיים בעוד הבקרה הסופית והפיקוח נותרים בידי אדם. דבר זה מקל את הטל המוטל על האדם המחליט, והוא יכול להתמקד בתפקיד קבלת החלטה העיקריים והיחודיים לו, בטיפול במצבים לא שגרתיים, בקביעת מטרות ויעדים, ובפעולות הדורשות הסתגלות לשינויים והפעלת שיקול דעת. מערכת המחשב תתרום לתהליך באותם תחומים בהם יתרונה היחסי עולה על זה של האדם



תוויון



מדפסת גרפית

מזאת, לעיתים קרובות לא קיים מתאם בין הצורך האובייקטיבי לבין הדרישה הסובייקטיבית למידע, מצב המוביל להתעסקות במידע יתיר, שולי ולא רלבנטי המוסיף על עומס האינפורמציה.

• **קושי ניכר לאמוד את הסתברות ההתרחשות של תוצאות אפשריות ולהעריך נכונה התפתחויות מורכבות רבות משתנים.** בעיקר כשמדובר בהסתברויות מותנות המהוות ערך מרכזי בקבלת החלטות.

• **חוסר עקביות של האדם במערכת החלטות** תיו, בין אם מדובר בשינוי החלטה גם כאשר לא השתנו לכאורה התנאים החיצוניים המחייבים שינוי זה, ובין אם מדובר בהטייה הנובעת מהתנגדות לשינוי בתפיסה קיימת או לסתירתה, תוך התנגדות פנימית למסקנות המעידות על טעות, דבר העלול להוביל לבחירה באלטרנטיבה, שאינה עומדת בניגוד לאמינות המחליט ולהחלטותיו "האינטיואיטיביות", ולהביא לטעויות בהערכה, באומדן וכו'.

• **נטייה בולטת להתעלם מאינטראקציות מורכבות בין גורמים שונים** ולהעדיף תהליכי מחשבה "פשוטים", גם לגבי מצבי החלטה מורכבים הדורשים ניתוח יסודי. מקורה של נטייה זאת, בקושי האנושי שבהשוואת אלטרנטיבות בעלות מספר רב של ממדים. מחד גיסא, ברור שככל שמתחשבים במספר גדול יותר של ממדים רלבנטיים, גדל הסיכוי להחלטה אופטימלית, מאידך גיסא - גדל באותה מידה גם הסיכוי לטעויות ולשקלול בלתי מתאים של מרכיבי החלטה, וזמן ההחלטה מתארך מבלי שהדבר יביא לשיפור ההחלטה. (אדרבא - הגדלת כמות הנתונים מעל מקסימום מסוים תפגע באיכות ההחלטה).

(זירת הלחימה) המשתנה ברציפות, מחולל החלטות שתוצאתן - פעולה, זו מצידה חוזרת ומשפיעה על תמונת שדה הקרב ובכך מטביעה חותמה על אופי התגובות וההחלטות העוקבות, וחוזר חלילה. החלטה "מוצלחת" תלויה אפוא בראש ובראשונה באינפורמציה המשמשת בסיס ליצירת תמונת מצב כוללת המזינה את קבלת ההחלטה, ובטיב התהליך הגורם להמרת אותה אינפורמציה בפעילות ממשית. מעגל פעילות זה כרוך בתפקוד מורכב של המחליט, שתכליתו לבחור מהלך רצוי מתוך כמה חלופות אפשריות, והכולל איסוף וניתוח של מידע רב בעל רמות אמינות שונות, הערכת סיכונים וסיכויים, הערכת תוצאות של דרכי פעולה אפשריות וכל זה בתוך מציאות המשתנה במהירות ובתנאים של אי-ודאות וערפל קרב, על-פי רוב בתנאי לחץ זמן ולחצי פעולה.

השאלה המתבקשת היא מהו כושרו של מפקד הפועל במציאות זאת, שעצמת מרכיביה הולכת וגדלה עם הזמן, לתפקד ביעילות ולקבל החלטות אופטימליות? האדם מתפקד בדרך כלל באופן בלתי יעיל ותת-אופטימלי בכל הקשור לעיבוד אינפורמציה ולקבלת החלטות, ובעיקר כאשר מדובר בתנאים האופייניים למציאות שדה הקרב. ממצא זה חוזר ואומת במהלך מחקרי התנהגות רבים. יתר על כן, סביר להניח שהמגמות החזויות לגבי התפתחות שדה הקרב העתיד, יחריפו מצב דברים זה. לעובדה מוכחת זאת סיבות רבות שהעיקריות בהן תצוינה להלן:

• **השפעות של מצבי לחץ שונים:** (לחץ זמן, לחץ נפשי, לחצי קרב וכד'). מרבית ההחלטות בלחימה מתקבלות בתנאי לחץ, וככל שההחלטה קריטית יותר, כן תגבר רמת הלחץ. מצבי לחץ יביאו להקטנת היכולת לתפקודים מורכבים כמו ביצוע חישובים, ועיבוד ואינטגרציה של אינפורמציה, יגדילו את הנטייה לתגובה חפוזה שאינה נסמכת על מידע מספיק, יעמיקו את הנטייה להתעלם מאלטרנטיבות חדשות ולהיצמד לפתרונות מקובלים או לתגובות קודמות, יגדילו את עיוותי תפיסת המצב, ואת הסגירות לקליטת אינפורמציה חדשה, ויחריפו את תפיסת הסיכון ובעקבותיה - את הנטייה ללקיחת סיכונים ולהחמרה במחיר הכישלון.

• **השפעות של מצבי עומס אינפורמציה** שהם למעשה סוג נוסף של מצבי לחץ. ביטוייה של השפעה זאת הוא בניצול בלתי יעיל של כמות האינפורמציה העומדת לרשות המחליט, בעיקר במצבים מורכבים; בהגברת הנטייה להשתמש בפחות אינפורמציה, בהגדלת מספר הטעויות ובקשיי מיון והערכה, בירידת קצב התגובה ביחס ישר לגידול במקורות האינפורמציה, עד למצב קיצוני בו עומס יתר של מידע עלול להביא "לתגובת שיתוק" היינו - להיעדר התייחסות מתאימה ולנטייה לנטישת המצב. יתרה

ותנטרל במידה רבה מגבלות אנוש כגון – עיוותים, הטיות וטעויות במצבים של לחץ ועודף אינפורמציה, המפריעים לקבלת ההחלטה.

הפונקציות העיקריות בהן ניתן יהיה להיעזר במחשב, כמובנו הרחב של תהליך קבלת החלטות הן: קליטה, צבירה ואחסון של אינפורמציה בכמות בלתי מוגבלת לכל צורך מעשי. היינו העמדת בסיס נתונים רחב לרשות המחליט והרחבת "הזיכרון לטוח הארוך", איחזור (שליפה, Retrieval) מידי של מידע עפ"י קביעה מראש או בהתאם לצרכים מזדמנים; שימוש במאגר נתונים המקנה גישה ישירה למשתמשים רבים וע"י כך מביא ליצירת בסיס מידע אחיד ומשותף בהתייחסות לנתוני ההחלטה, ומתן אפשרות לאינטראקציה תכליתית בין המטות השונים ובתוכם; תצוגת מידע במידת פירוט רבה ובכל חלק רצוי, תוך יצירת אפשרות לעריכת השוואה בין מצבים בנקודות זמן שונות; ביצוע מהיר של חישובים מורכבים ופעולות לוגיות מסובכות, מתן אתרעות על סטיות מתכניות או מנורמות שנקבעו, ועל אירועים, שינויים או מצבים קריטיים מוגדרים; סיוע בארגון מרחב ההחלטה ובעריכת חומר (פקודות, דוחות וכו'), סיוע בהערכת הסתברויות ותוצאות של החלטות (אלטרנטיבות פעולה) אפשריות ובסי- מולציה של מצבים שונים על סמך פרמטרים נתונים וחזויים.

הפתרון – מערכת ממוכנת של שליטה ובקרה

ההתפתחות בשדה המחשבים (בעיקר במ- ערכות הפועלות בזמן אמיתי ומאפשרות תקשורת ישירה אדם-מחשב) ובטכניקות עיבוד נתונים אוטומטי (ענ"א – ADP) שחלה בעשור הקודם, המריצה חיפושי דרך לרתימת כישורים חדשים אלה לשם הגברת אפקטיביות השליטה בכוחות ובניהול הלחי- מה. המאמץ הטכנולוגי בצבאות המודרניים הופנה עתה לפיתוח מערכת שליטה ובקרה ממוכנת שתהיה מסוגלת לייעל במידה משמעותית את "הטיפול באינפורמציה" בדרגים השונים (החל מרמת המטה הכללי וכלה במפקדות ברמה החטיבתית והגדודי דית), ובכך לשפר את עבודת המטה ולתקלת את תהליך קבלת ההחלטות.

דחיפה חזקה נוספת למאמץ פיתוח אלה נתנו תהליכי המודרניזציה שהביאו לשינוי דראמטי באופיו של שדה הקרב בהווה, והצביעו על כיווני התמורות הצפויות בעתיד, כפי שנסקרו בתחילת הדברים. אלה יצרו צורך גובר והולך בכלי אפקטיבי לשליטה שיוסיע בהפעלת מנוקרת של המכלול המורכב של משאבי הלחימה, יגביר את הבנת המתרחש בשדה הקרב בכל הדרגים, יביא ליתר תאום בין מפקדות ובתוכם, ויסייע בגיבוש אלטרנטיבות פעולה התואמות את תמונת המצב המשתנה ללא הרף, בכל נקודת זמן נתונה.

כך החל תהליך פיתוח מואץ של מערכות ממוכנות לשליטה ובקרה בצבאות שונים כגון:

• WAVEI – בצבא הבריטי, נמצאת בשלבי הפעלה מבצעית והצטיידות ברמת הדיביזיה ומתוכננת הרחבתה לדרג הקור- פוס לתחילת שנות ה-80.

• BATES – מערכת שליטה ובקרה לתאום הפעלת אוויר וארטילריה ברמת קורפוס בצבא הבריטי.

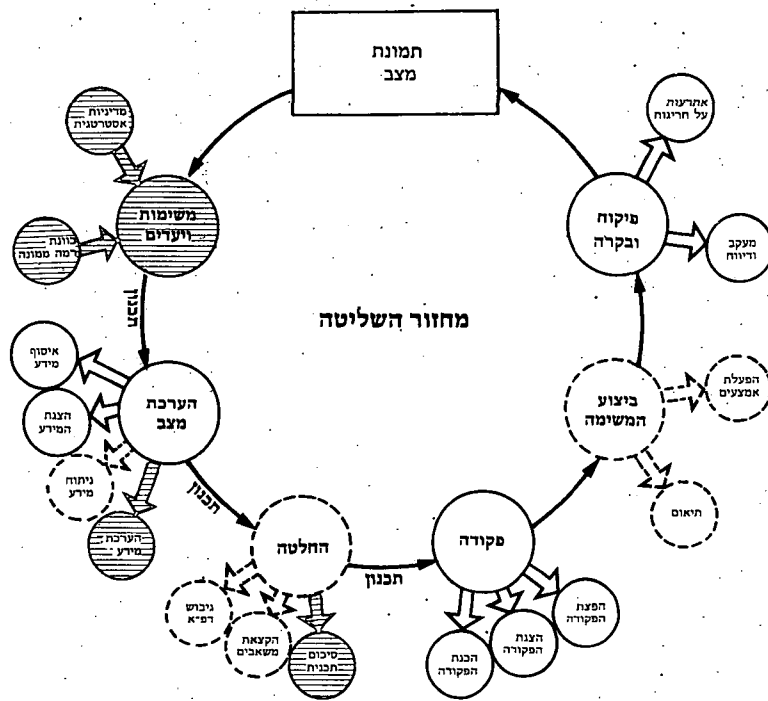
• TOS (Tactical Operation Sys.) – בצבא היבשה של ארה"ב, בשלבי ניסוי והפעלה מבצעית ראשונית.

• THCFIRE – מערכת שליטה ובקרה ארטילרית לצבא ארה"ב, בשלבי מימוש מתקדמים.

• Tactical Information Processing & Interpretation Sys. – TIPI מערכת שליטה ובקרה לחיל האוויר והמרינס בצבא האמריקאי.

בהכנסת כלי לחימה חדש, אלא בשינוי דפוסי חשיבה והתנהגות. המעבר מתקופת לוחות המפות, תיקי הקרטון, עטי הסימון והמקדפון כאמצעי שליטה כמעט בלעדיים, לעידן של מסופי מחשב אישיים, תצוגה רחבה ועיבוד נתונים אוטומטי בזמן אמיתי הוא בלתי נמנע, אולם מחייב תכנון זהיר ושיקול דעת הן ביחס לממד האנושי של המערכת והן בכל הקשור להגדרת סוג הסיוע שהיא תיתן למשתמשים בה ולהער- כה נכונה של מגבלותיה הטכנולוגיות. הגדרה מושכלת של מרכיבים אלה מהווה מפתח לפיתוח מערכת שליטה ובקרה התואמת את הדרישות האמיתיות של המפקדים העתידיים להסתייע בה, ביחס עלות/יעילות הנמוך ביותר האפשרי.

ניתן להציג את מקומה והשתלבותה של מערכת השליטה והבקרה בתהליך השליטה, ואת הסיוע שאפשר לקבל ממנה, באמצעות תיאור מחזור השליטה שלה:



• SYCOMORE – מערכת טקטית לשליטה ובקרה בצבא הצרפתי.

• ERVIS – בצבא מערב-גרמניה; ומערכות רבות אחרות, בשלבי פיתוח, ניסוי או הפעלה מבצעית.

התנאי הראשוני להקצאת המשאבים הכב- דים הדרושים לפיתוח מערכות שליטה ובקרה ולמימושן הוא ההכרה בחיוניותן כמרכיב איכותי ראשון במעלה. למיצוי העצמה בתנאי שדה הקרב של שנות ה-80, אולם למולו ניצבים מחסום "ההרגלים הישנים והטובים" והקושי בהחדרת שינויים מפליגים כשיטות הפיקוד ובסגנון הניהול. קושי זה גדל שבעתיים כאשר מדובר לא

סיוע המערכת מקיף למעשה את מרבית שלבי מחזור השליטה במידות עצמה משתנות: המערכת מסוגלת לסייע באופן ישיר ובמידה מרבית בתהליכי צבירת המידע ואחסונו, מיווג, איחורו והצגתו בחתכים שונים ובמידת הפירוט הדרושה; בהכנת פקודת המבצע ובעריכתה, הצגתה והפצתה המהירה, ובקיום מערך הפיקוח והבקרה ע"י הקלת תהליך הדיווח וזירוזו, ועל ידי מתן התראות על סטיות מהתכנית המקורית, על מצבים קריטיים מוגדרים ועל חריגות מסטנדרטים שנקבעו (ראה הסימון השחור בתרשים). כן מספקת מערכת השליטה והבקרה סיוע

עקיף ועם זאת ניכר בתהליך ניתוח המידע, ובגיבוש דרכי פעולה אפשריות על-ידי השוואת אלטרנטיבות, הערכתן ההסתברותית והיצגת משמעויותיהן (לדוגמה: משמעות עיות קרקעיות, נתונים לתכנון סיוע ארטילרי, אווירי, הנדסי, תכנית התחזוקה, מערך התקשורת וכיוצא בזה, איומי ל"א וכו'). בהקצאה אופטימלית של כוחות ומשאבים ובהשגת יתר תאום בין הכוחות ובין מרכזי המטה במפקדות השונות, באמצעות בסיס נתונים (Data Base) אחיד. (ראה הסימון המקווקו בתרשים).

במרכז תהליך השליטה והבקרה ניצב המפקד המגדיר משימות ויעדים, מעריך את המידע המעובד באמצעות המערכת ומקבל החלטות. (בסימון החום בתרשים).

באופן זה, משחררת מערכת השליטה והבקרה את המפקד ומטהו מפעילות של שגרה ומאפשרת להתמקד בתפקולי הערכת המצב, בקבלת החלטה ובניהול הלחימה, תוך שהיא מאיצה את תהליך השליטה בכללותו ומשפרת אותו, מקטינה את גודש האינפורמציה ומקלה את העומס על אפיקי התקשורת.

במובנה הרחב והשלם, מורכבת "מערכת השליטה והבקרה" משש מערכות משנה:

• **תת-מערכת עיבוד הנתונים**, המורכבת ממערכי חומרה ותוכנה וכוללת מרכזי חישוב ומאגרי נתונים בהיקף ובקיבול התואמים את מידת הסיוע הנדרשת ברמות השונות.

• **תת-מערכת התצוגה והדיווח**, המורכבת "מתחנת עבודה" הכוללת מגוון אמצעי קלט ופלט, כגון:

□ מסופים אישיים ומתקני תצוגה בינונית ורחבה, באמצעותם מציגה המערכת נתונים מילוליים ומספריים (בפורמטים קבועים או כטקסט חופשי), טבלאות ונתונים גראפיים (מפות טופוגראפיות מפורטות, או מפות אלקטרוניות ויצירות מחשב, תרשימים, סימונים טקטיים וכו'). ברמות הטקטיות הנמוכות (חטיבה) המרוחקות ממרכזי ענ"א הנייחים, עשויים המסופים לכלול יכולת חישוב עצמאית ולמלא תפקודים נוספים, הבאים להבטיח תפעול אוטונומי (מוגבל אומנם) למקרה של ניתוק ושל שיבושי מערכות תקשורת.

□ מדפסות מהירות, התקני עותק מצולם (Hard Copy Device) ותוויינים (Plotter), המספקים למשתמש מידע ונתונים מתוך המערכת, הן בצורת חומר כתוב (פקודות, טבלאות, נספחים) והן כחומר גרפי (שרטר טים, העתקי מפות ותרשימי קרב).

□ עטי אור (Light Pen), לוחות מקשים ומספיקים (Digitizer), באמצעותם מוזנת המערכת בנתוני תמונת המצב (אלפא נומריים וגרפיים) ומקיימת האינטראקציה שבין האדם למערכת הממוכנת.

□ התקני דיווח ספרתיים (Digital — DMED Message Entry Device), שהם מכשירים קטני

ממדים בעלי צג זעיר ולוחות מקשים, המשמשים את דרגי השרדה הנמוכים (גדוד, כוח משימה עצמאי) לשיגור ולקבלה של מידע אלפא-נומרי, פקודות קצרות, דרישות סיוע וכדומה. התקני הדיווח הספרתיים (והמסופים האישיים) המצויים ברמות הנמוכות, מאפשרים הזנה שוטפת של נתונים למערכת, ישירות מן המקור בו הם נוצרים. נתונים אלה לאחר שעברו תהליך של אימות וסינון במפקדות הדרג הגבוה, מוזרמים למאגר הנתונים המרכזי, מעדכנים את תמונת המצב והופכים זמינים לכלל "צרכני" המערכת. יתרה מזאת, העובדה שכל נתון המוזן למערכת שב ועומד לשימוש של ה"מזין" (כמידע גולמי או מעובד ומאומת) בכל עת, מלווה ביכולתו של מפקד השרדה הזוטר לקבל שירותים מהמערכת (בקשות סיוע וכו') באמצעות התקן הדיווח הספרתי, אמורה להגביר את המטיבציה לדיווח, הלוקה בדרך כלל במציאות שדה קרב.

□ **מערכת תקשורת ספרתית מבוקרת מחשב**, מוצפן ובעל רמת חסינות גבוהה בפני ל"א. מערך זה מורכב ממרכזי תמסורת ומיתוג נייחים וניידים ומהווה את התשתית עליה נשענת מערכת השליטה והבקרה כולה. באמצעותו נוצר הקישור בין המפקדה בשדה לבין הדרגים הכפופים, הכוחות השכנים והרמה הממונה. רמת שרירות ויתירות גבוהות בתכנון מערך התקשורת תבטיח את תפקודה התקין בתנאים המשתייכים להקשים של שדה הקרב, ובכך — את אמינות מערכת השליטה והבקרה בכללית. תה.

□ **תת-מערכת לאיכון אוטומטי של כוחותיו** נו. נתוני איכון מעודכנים הם מרכיב קרדינלי ביצירת תמונת המצב, הן לצורך תכנון הפעילות וניהולה והן לבקרתה. מערך האיכון, המבוסס על "מרכזי איכון" נייחים ואו ניידים ועל מכשירי איכון המצויים ביחידות הדרג הנפרס, מזין את מערכת השליטה והבקרה באופן שוטף בנתונים מדויקים על מיקום כוחות ומפקדות. נתונים אלה מוזרמים למאגרי הנתונים של המערכת, מעדכנים את תמונת המצב ועומדים לרשות המפקדים וקציני המטה.

בהיות מערך זה אוטומטי, הופכים נתוני האיכון זמינים באופן מיידי, ללא צורך בתהליכי אישור ואימות, מגדילים את אמינות הדיווח על המיקום ומקטינים את העומס על מערך התקשורת.

מערכת ארגונית

המדובר במכלול המשותף של תורת לחימה, שיטות, נהלים ומערכת הרכבה, שיש לראותם כיסוד בסיסי ובלתי נפרד ממערכת השליטה והבקרה, המתנה במידה רבה את הפעלתה היעילה והמוצלחת.

בין מרכיבי המערכת הארגונית ניתן למנות: נהלים (מעוגנים במערך התוכנה) המגדירים את סמכות הגישה ואחריות העדכון של

קבצי הנתונים השונים שבמאגר המידע המשותף, ושיטות שתבטחנה הבחנה בין מידע מאומת לבין מידע גולמי; קביעת שיטות ונהלים (הנתמכים כאמור ע"י מערך תוכנה וחומרה כאחד) שיבטיחו את מידור המידע וביטחונו באופן התואם את סמכויותיהם ואת אחריותם של המפקדים ושל קציני המטה ברמות השונות, הן בשלב העידכון והזנת נתונים והן בשלב שליפת המידע והצגתו; שינויים והתאמות בשיטות עבודה ובנהלי עבודה "מקובלים" המתחייבים מהכנסת מערכת השליטה והבקרה הממוכנת. זאת במשולב עם מערך הדרכה שצבר הקניית הכישורים הטכניים הדרושים, ימקד תשומת לב מיוחדת להיבטים הפסיכולוגיים הכרוכים ב"קפיצת הדרך" הטכנולוגית ובשינוי הרגלי העבר. טיבועה של כל מערכת זאת, אולי יותר מאשר של כל מערכת לחימה אחרת, שתהליך יישומה הוא ריגמי, היינו — המערכת רגישה ביותר להיוון החוזר, משנה פניה תוך כדי הפעלתה ועשויה להפוך על פיהן מוסכמות שהיוו בסיס לתכנונה.

כל אלה מחייבים מימוש שלבי הדרגתי של הקמתה, מלווה בהפקת לקחים רצופה ויישום הניסיון המצטבר בשלבי המימוש העוקבים.

סיכום ומסקנות

אין מערכת השליטה והבקרה ניתנת "לה" עתקה" כפשוטה, בהיותה ביטוי לרוקטרינת לחימה ולתפיסות וערכים השונים מצבא למשנהו. עם זאת, נכנס צה"ל "למירוץ" במצב בו ניתן לצל את הניסיון שנצבר (וכן את חיפושי הדרך והכישלונות) בצבאות זרים.

לקח עיקרי שניתן להפיקו כבר עתה, הוא היתרון הרב הטמון בפיתוח מערכת שליטה ובקרה אינטגרטיבית אחת, שתענה על הדרישות הכוללות לניהול אפקטיבי של שדה הקרב, על פני הקמת מערכות יעודיות צרות ונפרדות הפועלות ב"חוג סגור". היעדר "שפה משותפת" או יצירת בעיות חריפות של תאום, שילוב וממשק בין מערכות "זרות" עלול להיות המחיר הכבד (תרתי משמע) אותו יהיה צורך לשלם עבור הליכה בנתיבים נפרדים. הגישה המתאימה צריכה להיות הקמת רשות מרכזית שתלוש על הכוונת המחקר והפיתוח ועל הקצאת המשאבים בנושא, ותבטיח ע"י כך ראייה כוללת ומתואמת.

"חזק השרשרת כחזק חוליייה החלשה" אומרת המימרה. ואכן נראה כי שני גורמים מכשירים עתה את הקרקע להענקת ממד חדש של עצמה לחוליית מקבל החלטות האנושי: הצורך הדוחק בחישול הגורם האיכותי בעיקר בתנאים של נחיתות כמו תית וההתקדמות הרבה בתחומי המחשבים והאלקטרוניקה.