

לוויינים במזרח התיכון

יפתח שפיר

לאחרונה התפרסם דו"ח ועדת שטייניץ¹ על תפקוד מערכת המודיעין בתקופה שקדמה למלחמה בעיראק (ועדת החוץ והביטחון, הכנסת, דין וחשבון – כרך א' (החלק הגלוי), הוועדה לחקירת מערך המודיעין בעקבות המלחמה בעיראק, מארס 2004). דו"ח זה מתייחס, בין היתר, לתרומת המידע מלוויינים וכולל המלצה "להאיץ את פיתוח לווייני הריגול של ישראל כתשתית מודיעינית וויזינטית לטווחים ארוכים". עוד ממליצה הוועדה כי "מערכת זו תיבנה כך שתהיה מסוגלת לתת מענה לאיומים הנשקפים למדינת ישראל במעגלים הקרובים והרחוקים".

מאמר זה סוקר את תמונת המצב בתחום הלוויינות במזרח התיכון לצורך הערכת תרומתה של הפעילות בחלל למאזן האסטרטגי באזור. הסקירה תתמקד בשלושה סוגי לוויינים: לווייני מודיעין, המיועדים להביא מודיעין חזותי (חוזי – Imagery), לווייני תקשורת ולווייני מחקר. תחום נלווה וקרוב הוא תחום משגרי הלוויינים, שבמקרים רבים בעולם הם דומים ואף זהים לטילי קרקע-קרקע בעלי שימוש צבאי-אסטרטגי, אולם נושא זה לא יטופל במאמר.

לווייני מודיעין היו במשך שנים רבות בהישג ידן של המעצמות הגדולות בלבד. שתי המעצמות הפעילו לווייני צילום החל באמצע שנות השישים של המאה העשרים. לווייני הצילום מן הדורות הראשונים צילמו על סרטי צילום והיה צורך להנחית את הלוויין לאחר פרק זמן קצר יחסית כדי לקבל את הצילומים. לווייני צילום מתקדמים יותר מסוגלים לשדר את התמונות בזמן אמת פחות או יותר. יכולת טכנולוגית זו נשמרה בקנאות בידי המעצמות, ויכולתם האמיתית של לווייני הצילום נשמרה בסוד שנים רבות, עד שלא פעם דובר בהגזמה על יכולתם של הלוויינים לקרוא מספרי רישוי של מכוניות. המעצמות הפעילו לווייני מודיעין בייחוד לצורך השגת חוזי באיכות גבוהה, אולם הן הפעילו גם לוויינים לאיסוף מידע מודיעיני מסוגים אחרים. בין אלה יוזכר לוויין Vela האמריקני שיועד לזהות פיצוצים גרעיניים, ומערכת לווייני DSP שנועדה לתת התרעה בזמן אמת על שיגורי טילים מכל מקום בעולם. מדינות מפותחות פחות נהנו מתוצרי המודיעין של לוויינים כאלה רק במסגרת הסכמים עם אחת מן המעצמות. חוזי מלוויינים שווק באופן מסחרי מאמצע שנות השבעים, אולם בשנים ההן היה מדובר בעיקר בחוזי מלווייני Landsat ברזולוציה של 20 מ' ו-40 מ' (בהתאם לתחום הספקטראלי).

לצילומים כאלה יש שימושים רבים, אך אין בהם תועלת מרובה לצרכים צבאיים טהורים. פריצת הדרך בשוק תצלומי הלוויינים המסחריים נוצרה בפברואר 1986 עם שיגורו של לוויין Spot הצרפתי. לוויין זה שידר תמונות ברזולוציה של 10 מ' ותמונות אלו שווקו באופן חופשי. רזולוציה של 10 מ' הייתה חציית הקו שאפשר שימוש מודיעיני, גם אם מוגבל, בצילומים. למשל, בצילומים כאלה אי-אפשר לראות כלי רכב, אך אפשר לנצלם למעקב אחר שינויים בתשתית, כגון הקמת מבנים חדשים במתקנים ידועים, בניית מסלולים ודירים בשדות תעופה וכדומה. עם תום המלחמה הקרה החל השוק להיפתח. לוויינים כמו Ikonos סיפקו לכל דורש תצלומים ברזולוציה שהלכה והשתפרה. התחרות בשוק העולמי גברה כאשר החלה רוסיה לשחרר לשוק צילומים שצילמו לווייניה בתקופת המלחמה הקרה. היום אפשר להשיג באופן מסחרי צילומים ברזולוציה של פחות ממטר אחד. עם זאת עדיין יש מגבלות, ולא כל צילום רצוי ניתן להשגה. כך, למשל, לא מתירה ארצות הברית לחברות אמריקניות למכור תצלומי לוויין של ישראל ברזולוציה המרבית שהן יכולות למכור.

גם בשימוש בתצלומי לוויין מסחריים לצרכים מודיעיניים יש כמה רמות של שיתוף פעולה. ברמה הנמוכה רוכשת מדינה תצלומים באופן מזדמן, לפי הצורך. ברמות גבוהות יותר של שיתוף פעולה מוקמת בשטח המדינה תחנת קליטה לצילומי הלוויין המסוים. תחנת הקליטה מאפשרת לקבל צילומי לוויין בזמן אמת, לפענחם במהירות ולהפיץ מיד את המידע המודיעיני לצרכן. ברמת שיתוף הפעולה הגבוהה ביותר ניתנת לתחנת הקליטה יכולת שליטה בלוויין עצמו, ובכך – יכולת לצלם אתרים רצויים בזמן רצוי.

לווייני מודיעין

לווייני מודיעין המיועדים להביא מודיעין חזותי מסוגלים להפיק צילומים ברזולוציה גבוהה – זו אולי עדיין אינה מאפשרת לקרוא מספרי רישוי של כלי רכב, כפי שנטען בעבר, אך בוודאי מאפשרת זיהוי של סוגי כלי רכב, למשל. ואולם ללווייני המודיעין יש כמה מגבלות שחשוב להכיר:

א. הרזולוציות הגבוהות מתאפשרות רק בתנאים טובים של אור – שעות היום בלבד, ובתנאי שאין עננים או ערפל. אמנם יש לוויינים המסוגלים לספק חוזי גם בלילה ובתנאי ערפל (באמצעות צילום מכ"ם), אולם ברזולוציה נמוכה בהרבה.

ב. לווייני המודיעין מקיפים את כדור הארץ במסלולים נמוכים יחסית (600 עד 900 ק"מ בערך) והקפה נמשכת 90 עד 100 דקות. זמן שהייה מעל אזור מוגדר לצורך קבלת תמונה הוא קצר – כמה דקות בדרך כלל. בשל סיבוב כדור הארץ חולפים כמה ימים עד שמתאפשר "ביקור" חוזר באותו אתר.

ג. כמות הצילומים בכל מעבר מעל אזור נתון היא מוגבלת, הן בשל הזמן הקצר והן בשל כמות המידע שיש לשדר. המשמעות היא שאי-אפשר "לכסות" מדינה שלמה כל הזמן. מפעילי לוויין צריכים לשקול היטב מה לצלם במדינות יעד ומתי.

ד. מודיעין חזותי מוגבל מטבעו – אפשר לראות בצילומים תוואי שטח, מבנים, או היערכות כוחות צבא.

לווייני מודיעין במזרח התיכון

מאז מלחמת יום הכיפורים נהנו הן ישראל והן כמה ממדינות ערב ממידה מסוימת של שיתוף פעולה עם מעצמה – ארצות הברית (במקרה של ישראל) או ברית המועצות (במקרה של סוריה). לווייני מודיעין (DSP) אמריקניים סיפקו לישראל התרעה על שיגורי טילי קרקע-קרקע בתקופת מלחמת המפרץ השנייה.

סביר להניח שכל מדינות האזור רוכשות צילומי לוויין של שטחי מדינות שכנות לצורכי מודיעין. שאלה נפרדת היא, מה מידת ההסתמכות של כל מדינה ומדינה על מרכיב זה באיסוף המודיעין שלה. השאלות הנשאלות בהקשר זה הן כמה תצלומים רוכשת כל מדינה בממוצע בשנה, מה מוקדי התעניינותה ומה יכולת גופי המודיעין שלה לפענח את התצלומים ולהפיק מהם ערך ממשי.

ה-אופק

בתחום לווייני המודיעין – כמו בתחום לווייני התקשורת – ישראל בולטת ביכולותיה הטכנולוגיות בהשוואה למדינות האזור. ישראל שיגרה את הלוויין "אופק 1" בשנת 1988 ואת "אופק 2" בשנת 1990. לוויינים אלו היו למעשה לווייני מחקר,

שבחנו היבטים שונים של לווייני מודיעין. לוויין המודיעין הראשון של ישראל היה "אופק 3", ששוגר באפריל 1995. אמנם לא פורסמו פרטים טכניים על יכולתו של הלוויין, אך גורמים זרים פרסמו שהוא מסוגל לספק צילומים ברזולוציה של מטר אחד בקירוב. "אופק" היה חריג בין לווייני הצילום מכמה היבטים: משקלו נמוך בהרבה ממשקלם של כל לווייני הצילום הדומים לו ביכולותיהם – 189 ק"ג בלבד; בשל מגבלות גיאוגרפיות, ביטחוניות ובטיחותיות של ישראל הוא שוגר לכיוון מערב, בניגוד לכל הלוויינים האחרים המשוגרים לכיוון מזרח כדי ליהנות מכיוון תנועת כדור הארץ; הוא שוגר על משגר לוויינים "שביט-1" מתוצרת ישראל. בינואר 1998 שוגר הלוויין "אופק 4", אך שיגור זה נכשל. הלוויין "אופק 5", שנועד להחליף את "אופק 3" שוגר בהצלחה במאי 2002.

התעשייה האווירית של ישראל נכנסה לפרויקט Eros – סדרת לווייני צילום אזרחיים, שיישענו על הטכנולוגיות של "אופק". הלוויין הראשון בסדרה, Eros A1, שוגר בדצמבר 2000 – הפעם על משגר Start רוסי. הוא מסוגל לספק צילומים ברזולוציה של 1.8 מ', וצילומים אלו משווקים על ידי חברה מסחרית. דווח כי משרד הביטחון של ישראל רכש בלעדיות על צילומי הלוויין של מדינות המזרח התיכון. "אופק 6" מתוכנן להיות משוגר במהלך שנת 2004 או 2005, ואחריו "אופק 7" במהלך שנת 2007 או 2008. גם בסדרת "ארוס" מתוכננים לוויינים נוספים מסדרת Eros B, שיספקו צילומים ברזולוציה קטנה ממטר אחד. כן נמסר על פיתוחו של לוויין Techstar, שיהיה לוויין צילום מכ"מי. לוויין זה שיתבסס על טכנולוגיות SAR (Synthetic Aperture Radar)

יוכל לצלם תמונות ברזולוציה טובה גם בלילה וגם דרך עננים. יכולת הלוויינות של ישראל משמשת גם בסיס לשיתוף פעולה אסטרטגי עם מדינות אחרות. במזרח התיכון נידון שיתוף פעולה בין ישראל לבין תורכיה. מדובר הן בשיתוף פעולה במידע שביקשה תורכיה מלוויין "אופק", והן באפשרות שתורכיה תרכוש מן התעשייה האווירית לווין צילום לעצמה.

המשמעויות האסטרטגיות

מודיעין מתצלומי לווין העניק למדינות באזורנו מידע מודיעיני רב ערך, בייחוד בתחומי סיקור של תשתיות צבאיות ואזרחיות אסטרטגיות. מידע מודיעיני כזה נחשב לבעל השפעה מייצבת על מאזנים אסטרטגיים משום שהוא מגביר את השקיפות בין מדינות שכנות, מקטין את הסיכוי של מדינה להיות מופתעת בידי מדינה יריבה ומגביר את תחושת הביטחון של כל הצדדים. גורם אסטרטגי זה התחזק ככל שהשתפרה איכות המידע ואפשרה למדינות לקבל מידע לא רק על תשתיות אלא גם על היערכות צבאית.

מכל מדינות האזור ישראל היא היחידה המחזיקה בלוויין מודיעין משלה והיחידה שיש בידה גם היכולת לשגר לווין לחלל באופן עצמאי. השאלה היא אפוא: מה היתרון בלוויין כזה אם המידע ניתן לרכישה בשוק החופשי, והאם ההוצאות הכספיות הכבדות שהיו כרוכות בפיתוח הלוויין לא היו מיותרות? פרויקט "אופק" מקנה לישראל כמה יתרונות חשובים:

אי תלות – המידע אינו תלוי בגורם חיצוני. כאמור, גם בעידן של לווויני מודיעין מסחריים, יש בידי המדינות המחזיקות בהן יכולת שירותית לשלוט במידע ולמנוע הפצת

מידע שאינו נוח להן.

חשיפת תחומי עניין – פרויקט "אופק"

פוטר את ישראל מלחשוף את הנושאים המעניינים אותה, בשונה ממדינות הרוכשות מידע מגורם אזרחי.

תדירות כיסוי – מסלולו של "אופק" מוגבל מבחינת קווי הרוחב שהוא "מכסה", אך היתרון הוא בביקורים תכופים יותר מעל האזורים המעניינים את ישראל.

יתרון טכנולוגי – פרויקט "אופק" הוא

אתגר טכנולוגי במגוון רחב של תחומים ותורם תרומה חשובה לעיגון יכולתה הטכנולוגית המתקדמת של ישראל ולהרחבתה.

לווייני תקשורת

הפעלת לוויינים לצורכי תקשורת הייתה אחד התחומים הראשונים בלוויינות שחדרו לשוק האזרחי. היום מופעלים לווייני תקשורת רבים בידי מדינות רבות וגופים מסחריים רבים. מבחינה טכנולוגית, לווייני תקשורת אינם אלא תחנות ממסר: הם קולטים שידורים מתחנות קרקע וממסרים אותם לתחנות אחרות, הנמצאות במרחק רב מהתחנות המשדרות.

רוב לווייני התקשורת הם לוויינים גדולים, שמשקלם כמה טונות, המוצבים בחלל במסלול גיאוסטנציונרי. הם נמצאים מעל קו המשווה, בגובה 35,900 ק"מ. משמעות הדבר היא שהם "תלויים" מעל נקודה קבועה על פני כדור הארץ (משום שבמסלול זה, משך ההקפה שלהם את כדור הארץ הוא 24 שעות בדיוק). שילוב זה של מסה גדולה של הלוויין ומסלול גבוה, מחייב רכב שיגור (SLV) גדול וכבד, שאינו נמצא בהישג ידן של רוב המדינות המעוניינות. גם תחכומם של המטענים הייעודיים –

מערכות התקשורת שנושא הלוויין – הרחיק את האפשרות לייצר לוויינים כאלה באופן עצמאי ולשגרם, מתחום יכולתן של מדינות רבות.

כמה גורמים בשוק העולמי חברו כדי לפתוח את תחום התקשורת הלוויינית לפעילות מסחרית טהורה. כך נפתח השוק למדינות ולחברות מסחריות, המציעות הן את הלוויינים, הן את מטענם הייעודי והן את אמצעי השיגור, על בסיס מסחרי. תחום התקשורת נחשב לתחום "אזרחי" יותר מתחומי לוויינות אחרים. אין הכוונה שאין שימושים צבאיים בתקשורת. ואולם לעומת תחום לווייני החוץ, לווייני התקשורת נחשבים חסרי סיכון ביטחוני ולכן אפשרו המדינות המפותחות לשחרר את הטכנולוגיה לכל דורש. רבים מרכבי השיגור הגדולים, הדרושים לשם שיגור לווייני התקשורת, מבוססים על טכנולוגיות הנחשבות לא מתאימות לרוב השימושים הצבאיים. המדובר בעיקר במשגרים קריוגניים הפועלים על חמצן נוזלי ומימן נוזלי. סיום המלחמה הקרה הכניס לשוק העולמי רכבי שיגור שנבנו על בסיס טילים בליסטיים בין יבשתיים שהיו בידי המעצמות. (בעיקר רוסיה וסין). שחרור טכנולוגיות אלו לשוק האזרחי פיתח את התחרות העולמית על שוק הלוויינים ויצר הזדמנויות נוספות למדינות לא מפותחות לרכוש שיגורים.

לווייני תקשורת במזרח התיכון

מדינות ערב היו מן הראשונות לנצל את פתיחת שוק לווייני התקשורת, שנתן הזדמנות ייחודית ליהנות הן מטכנולוגיה מתקדמת, הן מהזדמנויות עסקיות והן מן היוקרה הכרוכה בהחזקת טכנולוגיה מתקדמת בלי שתהיה היכולת הטכנולוגית

והתשתית הדרושה לפיתוח לוויינים כאלה ושיגורם.

ערבסאט

הגוף הראשון שהוקם במזרח התיכון לניצול לווייני התקשורת היה ארגון **ערבסאט**, שהוקם בשנת 1976 כארגון תקשורת הלוויינים של הליגה הערבית. היום פועל הארגון מסעודיה כחברה מסחרית לכל דבר. הארגון רכש ומפעיל לווייני תקשורת משלושה דורות. לווייני הדור הראשון היו מדגם Spacebus-1000 ונרכשו מ-Aerospatiale הצרפתית. הם שוגרו בשנת 1985 (שני לוויינים) ובשנת 1992. שני לוויינים אחרים מן הדור הראשון היו מדגם HS-376 מתוצרת Hughes (היום Boeing). היום מפעילה החברה את סדרת הלוויינים שלה מן הדור השני והשלישי. מן הדור השני פועלים ארבעה לוויינים, ששוגרו בשנים 1996-1998. שני הראשונים הם מדגם Spacebus-3000 מתוצרת Aerospatiale הצרפתית, ששוגרו ממשגר Ariane. השלישי הוא מדגם HS-601HP של Hughes ושוגר ממשגר Proton (רוסי). הלוויין הרביעי הוא מדגם Eurostar 2000 ושוגר ממשגר Atlas. הלוויין הראשון מן הדור השלישי הוא מדגם Spacebus 3000, ששוגר בשנת 1999 גם כן ממשגר Ariane.

פרויקטים נוספים

בדומה לערבסאט קיימים במזרח התיכון פרויקטים נוספים: תורכיה מפעילה את לווייני Turksat (שלושה בסדרה); מצרים מפעילה את Nilesat – שני לוויינים מדגם Eurostar 2000, מתוצרת הקונסורציום האירופי Astrium, ששוגרו ממשגרי Ariane. פרויקט ייחודי במדינות ערב הוא פרויקט Thuraya של האמירויות. אלה

לוויינים מתקדמים שפותחו על-פי דרישה מיוחדת של איחוד האמירויות בידי Boeing Satellite Systems, בפרויקט שעלותו הייתה כמיליארד דולר. הלוויין הראשון שוגר באוקטובר 2000 והשני ביוני 2003. הלוויינים האלה מאפשרים למשתמשים קשר ב"דילוג יחיד" בין מכשירים ידניים ניידים (דמויי מכשירים סלולאריים). מבחינה טכנית מדובר ביכולת לייצר בין 25 ל-300 אלומות "ספוט" באופן דינאמי, בהתאם לצורך.

פרויקט לווייני תקשורת Zohreh – הוזמנו בידי איראן. תחילה דובר בפרויקט שאפתני של שישה לוויינים. בהמשך דובר במערך של שני לוויינים והוקצו בעבורם אתרים בחלל. הלוויינים הוזמנו מחברת Aviaexport הרוסית, וחלקים מצויד התקשורת הייעודי שלהם היו אמורים להגיע מיצרנים אירופים. הפרויקט בוטל בראשית שנת 2003 ככל הנראה, לפני שנחתם החוזה עם היצרן, בשל סכסוכים בין איראן ליצרן. בעת כתיבת שורות אלו לא ידוע גורלו של הפרויקט. נראה שאיראן לא ויתרה על שאיפתה להשיג לוויין תקשורת משל עצמה, אך בהעדר חוזה חתום עם יצרן, שאיפה זו היא עדיין בגדר חזון. כלי התקשורת באיראן הציגו את הלוויין המכונה "מסבאח" כפרויקט חלופי ל-Zohreh, אולם ה"מסבאח" הוא לוויין מחקר קטן ואינו דומה ל-Zohreh שבוטל.

ה-עמוס

יוצא דופן בין לווייני התקשורת במזרח התיכון הוא הלוויין "עמוס". הלוויין תוכנן ונבנה כולו בתעשייה הישראלית. עד כה שוגרו שני לוויינים בסדרת "עמוס". אף שלישראל יש יכולת עצמאית לשיגור

לוויינים, אין בכוחה לשגר לוויין בגודל של "עמוס", למסלול. לפיכך נרכשו שיגורי הלוויינים מחברות מסחריות: "עמוס 1" שוגר ממשגר Ariane (מאי 1996); "עמוס 2" שוגר בדצמבר 2003 ממשגר "סויוז" רוסי מאתר באיקונוור בקזחסטאן. הלוויינים מופעלים בידי חברה מסחרית בשם Spacecom והיא המשווקת את שירותיהם.

עלויות מול תועלות

רכישתו של לוויין תקשורת מקנה לרוכש יוקרה ותדמית של הישג טכנולוגי וכן רווח מן היכולת למכור שימוש בערוצי תקשורת למדינות אחרות וכוח פוליטי שיש לספק השירות כלפי לקוחותיו. התועלת הנובעת מהחזקתו של לוויין תקשורת והפעלתו צריכה להימדד במונחים של טכנולוגיית תקשורת. רכישתו של לוויין תקשורת מאפשרת למדינה המפעילה חופש בבחירת השימושים שיעשו בו והתאמתם לצרכיה. אין הרוכש צריך להתעסק בבעיות הכרוכות בתכנון הלוויין ובתפעולו (בעיות כגון ייצוב, עמידות וכו').

שונה המצב בנוגע ללוויין "עמוס". שיגורו הוכיח יכולת טכנולוגית גבוהה ביותר, אך הטיל על ישראל את העלויות הגדולות של הפיתוח ואת כל מגוון הבעיות הכרוכות בתפעול הלוויין. גם בפרויקט מסחרי כמו ה"עמוס", יש בתהליך הפיתוח לא מעט השקעות ממשלתיות, ויש מקום לשאול אם ההשקעות היו מוצדקות, והאם לא היה עדיף לרכוש את קיבולת התקשורת הנחוצה מספקים זרים.

בשונה מלווייני "אופק", שיש להם שימושים צבאיים טהורים, "עמוס" הוא לוויין ששימושו העיקריים הם אזרחיים-מסחריים. יש גם לזכור שחברת Spacecom

המפעילה את ה"עמוס" היא מיזם משותף שמלבד התעשייה האווירית חברות בו חברות זרות (קבוצת Eurocom, קבוצת Mer Services וקבוצת General Satellite Services). מידה כזאת של שיתוף פעולה בינלאומי מטילה בהכרח מגבלות על העצמאות בתפעול הלוויין ומקנה לשאר השותפים זכויות בקביעת מדיניות תפעול.

סביר להניח שחלק מן הטכנולוגיות שנוצלו לפיתוח ה"עמוס" פותחו ממילא לצרכים צבאיים במסגרת פרויקט ה"אופק" ובכך ניתן היה לחסוך חלק ניכר מעלויות הפיתוח.

המשמעויות האסטרטגיות

פיתוח הלוויין "עמוס" העניק לתעשייה עוד מוצר טכנולוגי מתקדם שניתן לשווקו באופן מסחרי. לשיווק זה יש גם משמעויות אסטרטגיות משום היותו של הלוויין נכס במסגרת שיתוף פעולה אסטרטגי בינלאומי. למשל, נמסר על אפשרות מכירת שני לווייני תקשורת לסין כאמצעי לחיזוק שיתוף הפעולה הביטחוני עם מדינה זו, שנפגע לאחר ביטול עסקת מטוסי ההתרעה Phalcon. כיוון אחר שנבחן הוא שיגור לוויין תקשורת לשימוש של צה"ל.

לווייני מחקר

הכיני "לווייני מחקר" מכון למגוון רחב ביותר של לוויינים למטרות שונות – החל בלוויינים זעירים במשקל קילוגרמים

ספורים, המיועדים לבצע משימות פשוטות ביותר, וכלה בלוויין כמו "Hubble" טלסקופ החלל – שהוא פרויקט של מיליארדי דולרים.

מדינות רבות במזרח התיכון מתגאות בכך שהן מפעילות לווייני מחקר. מלבד ישראל, שיגרו לוויינים כאלה סעודיה, תורכיה, מצרים, אלג'יריה ומרוקו. בכל המקרים מדובר בלוויינים קטנים, שייעודם המוצהר הוא לימודי ההנחה היא, שהעיסוק בפיתוח הלוויין עצמו תורם להרחבת היכולות הטכנולוגיות ולהעמקת הידע בתחום. בדרך כלל מדובר בפרויקטים אזרחיים בלי כל שימוש צבאי. במקצת המדינות באזור מפותחים לוויינים אלה בסיוע חיצוני, ותמיד הם משוגרים על ידי גוף מסחרי חיצוני.

אלג'יריה – שיגרה את לוויין המחקר Alsat שמשקלו כ-90 ק"ג. הלוויין תוכנן במרכז החלל SSSL ב-Surrey באנגליה, בשיתוף עם המרכז האלג'ירי הלאומי לטכנולוגיית חלל. הוא שוגר לחלל בדצמבר 2002 ממשגר קוסמוס מקזחסטן. לוויין זה הוא חלק מפרויקט גדול להקמת מערך לוויינים לניטור אסונות טבע. לוויינים נוספים ישוגרו על ידי המרכז הנ"ל בשיתוף עם ניגריה ותורכיה.

איראן – פרויקט לוויין המחקר "מסבאח" ניזם כבר בשנת 1998. הלוויין היה אמור להיות מתוכנן ולהיבנות באיראן. בסופו של דבר הוזמנה פלטפורמת הלוויין מחברת Carlo Gavazzi האיטלקית. הלוויין יישא ציוד צילום, ברזולוציה נמוכה כנראה וכן אלמנטים של מערכת העברת מסרים אלקטרוניים. ייעודו המוצהר הוא להיות לוויין לימודי, שבעצם פיתוחו ושיגורו יקנה ניסיון לגופים הטכנולוגיים באיראן. הלוויין אמור להיות משוגר במהלך שנת 2005. עדיין

לא ידוע על ידי מי ישוגר הלוויין, אולם סביר שהשיגור יתבצע ממשגר מסחרי.

ישראל – בישראל עוסקות האוניברסיטאות בלווייני מחקר. הטכניון שיגר את הלוויין "Techsat" (Gurwin-1) באמצעות משגר רוסי בשנת 1995. שיגור זה נכשל והלוויין אבד יחד עם עוד לוויינים שהיו על המשגר. בשנת 1998 שוגר "טכסאט-2", שוב באמצעות משגר רוסי. לוויין זה במשקל 48 ק"ג, נועד להישאר בחלל כשנה בלבד, אך המשיך לבצע ניסויים עוד חמש שנים לאחר שיגורו. פרויקט אחר שאפשר להכלילו בקטגוריה זו של לווייני מחקר הוא פרויקט הלוויין "דויד". זה היה פרויקט משותף לסוכנות החלל הישראלית ולחברות בישראל ובגרמניה לפיתוח לוויין חישה מרחוק בעל מצלמה ייחודית, ברזולוציה של 5 מ', כ-12 ערוצים ספקטראליים, לשימושים מדעיים. הפרויקט ניזם בשנת 1995, אך בשנת 2003 הסירו הגרמנים את תמיכתם מהפרויקט ומעמדו היום אינו ברור.

מצרים – עוסקת בפיתוח הלוויין Egiptosat. זה יהיה לוויין במשקל של כ-100 ק"ג שיפותח בשיתוף פעולה עם אוקראינה וישוגר באמצעות משגר "דנייפר" אוקראיני. רשמית מיועד הלוויין לניטור אוצרות טבע.

מרוקו – שיגרה בדצמבר 2001 לוויין מחקר בשם זרקאא אל-ימאמה. זהו לוויין מחקר במשקל 42 ק"ג המפותח במסגרת פרויקט של אוניברסיטת ברלין הנקרא Tubsat. הלוויין המרוקני הוא חלק מסדרת לוויינים שפותחו בשיתוף מדינות שונות.

סעודיה – המרכז הסעודי לחקר החלל תכנן ושיגר עד כה שלושה לוויינים מסדרת SaudiSat. אלו לוויינים זעירים במשקל כעשרה ק"ג. שני הראשונים שוגרו יחד בספטמבר 2000, והשלישי שוגר בדצמבר

סיכום

לרכוש חוזי מלוויינים אזרחיים זרים, אולם יכולת זו מוגבלת ונתונה לפיקוח הממשלות הזרות. לפיכך יתרונה של ישראל על מדינות אחרות באזור בתחום הזה משמעותי בהרבה מזה שבתחום לווייני התקשורת.

ישראל היא המדינה היחידה באזור שיש לה היכולת לתכנן ולבנות לווייני תקשורת, לווייני צילום ולווייני מכ"ם. רמתם הטכנולוגית של לווייני המודיעין שלה עומדת בחזית הטכנולוגיה העולמית. לווייני "אופק" קלים וקטנים מלוויינים של מעצמות המספקים תוצאות דומות. ישראל היא גם המדינה היחידה במזרח התיכון המסוגלת לשגר לוויינים. לפיכך היא נהנית מיתרונות של בעלות מלאה על לווייני תקשורת ולווייני מודיעין, נוסף על התועלת האסטרטגית שמושגת באמצעות היכולת להשתמש הן בתוצרים והן בטכנולוגיה עצמה כקלפי מיקוח וכאמצעי ליצירת קשרים אסטרטגיים ולהשגת השפעה.

באמצע שנות השבעים של המאה העשרים נכנס המזרח התיכון לעידן החלל, כאשר מדינות האזור החלו לרכוש נכסים בחלל ומוצרים המופקים באמצעות לווייני התקשורת והמודיעין. "אזור" רוב טכנולוגיות הלוויינות ומסחורן – יכולות שבעבר היו בידי המעצמות בלבד – אפשרו למדינות רבות באזור ליהנות מן היתרונות של טכנולוגיות אלו. השימוש העיקרי במוצרי לוויינות הוא בתחום התקשורת הבינלאומית, אך ההשלכות האסטרטגיות החשובות הן של לווייני מודיעין ותוצריהם. בהדרגה נוצר מצב של "שמים פתוחים" כמעט לחלוטין. אם בתחילת שנות השמונים של המאה העשרים היה אפשר לגלות רק שינויי תשתית, הרי היום יש למדינות יכולת לעקוב גם אחר שינויים בהיערכות הצבאית. ואולם במקרה של לווייני חוזי יש לבעלות על הלוויין חשיבות גדולה בהרבה מאשר לבעלות על לווייני התקשורת. אמנם אפשר

2002. השיגורים בוצעו באמצעות משגר סטארט-1 רוסי.

תורכיה – שיגרה את הלוויין Bilsat מסדרת הלוויינים של SSTL הבריטית (בדומה ללוויין של מרוקו). הגרסה התורכית של הלוויין נושאת שני מטענים ייעודיים שתוכננו ונבנו בידי Tubita-Odtu-Bilten התורכית. אלו כוללים מטען בעל תשעה גלאי חוזי ברזולוציה נמוכה ומכלול לעיבוד תמונה.

כאמור, תרומתם האסטרטגית של לווייני המחקר היא בהזדמנות להכשיר קאדרים טכנולוגיים ובפתרון בעיות הכרוכות בתכנון, שיגור ותפעול לוויינים. כך נבנה הבסיס לתשתית טכנולוגית ותעשייתית. העיסוק בלוויינות תורם ליוקרה של מדינה וליוקרתו של הממשל בה. נראה כי מסיבה זו, גם מדינות שיכולותיהן הטכנולוגיות מוגבלות מנסות להשיג לוויין שישא את שם הלאום. מדינות אלה רוכשות לוויין מגורם מסחרי במסגרת פרויקט שיתוף פעולה בינלאומי. במקרים כאלה נראה שתרומתה של ההשקעה בלוויין לפיתוח תשתית טכנולוגית ותעשייתית, מועטה