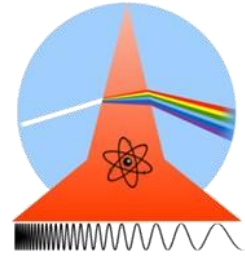


מפא"ת	/ מו"פ
מפא"ת	/ מת"ט
מח'	תקשוב
מח'	אופק
טל':	03-6978922
סימוכין:	מפ-19_198
04	מרץ 2019



לכבוד: תפוצה

## הנדון: קול קורא – למחקרים אקדמיים בתחום תקשורת למערכת הביטחון

1. כללי

המינהל למחקר ופיתוח אמצעי לחימה ותשתיות טכנולוגיות (מפא"ת) במשרד הביטחון (להלן: "המשרד"), מפרסם בזאת קול קורא ומבקש לקבל הצעות לרעיונות ומחקרים אקדמיים שיתנו תמורה ייחודית לנושאי תקשורת במערכת הביטחון (להלן: "ההצעה/ות").

כחלק מתפקידו, מפא"ת אמון על קידום מחקר תיאורטי /יישומי בתחומי התקשורת, כבסיס להבשלת טכנולוגיות ליישום עתידי.

התקשורת הינה מרכיב חיוני במערכות צבאיות ולכן עולה הצורך בפתרונות חדשניים והתמודדות עם אתגרים מחזית הטכנולוגיה.

אנו רואים חשיבות בהרחבת הבסיס האקדמי והעיסוק האקדמי במחקר לתחום זה אשר שואב ממספר רב של תחומי ידע ומחקר. **כחלק מהמאמץ לקידום המחקר בתחום, אנו מבקשים לבחון דרכים להגדלה הדרגתית של נפח העיסוק האקדמי בתחום.**

מערכות תקשורת הינן מערכות מורכבות, אשר התמודדות עם האתגרים הקשורים בהם דורשים שילוב של תחומים מגוונים, אשר בכל אחד מהם קיים עיסוק אקדמי. אנו מעוניינים לשקף עובדה זו באופן העבודה עם האקדמיה, ולערב במחקר האקדמי בתחום חוקרים מתחומים שונים המשיקים לתקשורת - ובתוכם החומרה, אלקטרומגנטיות והתפשטות גלים, עיבוד האות, ארכיטקטורות מחשוב, הנדסת מערכות, אנטנות ועוד.

2. תקציב והתקשרות

התקציב המוקצה להצעות מחקר זוכות יעמוד על עד 200 אש"ח לשנה (כולל מע"מ ותקורות מוסד המחקר לפי הצורך). המחקרים יאושרו לשנה אחת עם אפשרות להארכה לשנה נוספת בהיקף דומה. ניתן לשלב בבקשת המימון גם רכש ציוד, בהיקף של עד 25% מהתקציב הכולל.

ההתקשרות עם מוסד המחקר לגבי מחקרים אלו תעשה בהתאם להליך המיון והערכה המפורט במסגרת הקול הקורא ועד למיצוי התקציב הקיים במשרד לעניין קול קורא זה. עם המוסד הזוכה תיערך התקשרות, ותצא הזמנה סטנדרטית, לרבות התנאים הכלליים להזמנה של משרד הביטחון (נספח 093) אשר יהוו את תנאי ההתקשרות החוזיים בין המוסד למשרד.

למען הסר ספק, מובהר בזאת כי לא יהיה כפל מימון באמצעות המשרד, דהיינו לא יינתן מימון למחקר שממומן במסגרת אחרת של המשרד, וכן לא יינתן מימון מטעם המשרד למחקר הממומן על ידי משרדי ממשלה אחרים.

3. תנאי סף

רשאים להגיש הצעות לקול הקורא מציעים אשר עומדים בכל תנאי הסף להלן:

- המוסד המציע הינו אוניברסיטה בהתאם לרשימת המוסדות להשכלה גבוהה של המועצה להשכלה גבוהה, והוא בעל אפשרות להענקת תואר שלישי בתחום ההצעה (להלן: "המוסד").
- תכנית המחקר במסגרת הצעת המוסד תבוצע באמצעות איש סגל המועסק במוסד.
- על המחקר להראות פוטנציאל לתרומה למערכת הביטחון בכלל, ולפיתוח אמל"ח בפרט.
- המחקר וההצעות יהיו בלתי מסווגים.

4. נושאי עניין של מפא"ת

בשנים האחרונות מבשילות טכנולוגיות רבות המגדילות דרמטית את אפקטיביות המערכות. לצד הבשלה זו עולים גם אתגרים רבים הדורשים פתרון – הן בשל האתגרים הטכנולוגיים והן בשל מגוון המערכות אזוריות וצבאיות המגדילים משמעותית את כמות המשדרים בשטח נתון.

מצ"ב בנספח א' רקע כללי ודוגמאות לנושאי מחקר פוטנציאליים. במקביל, אנו פתוחים לרעיונות מהאקדמיה בנושאים נוספים היכולים להוות עניין למערכת הבטחון.

5. תהליך הבחירה

- המשרד רשאי לבחור מספר זוכים או שלא לבחור זוכים כלל לפי שיקול דעתו.
- אין המשרד מתחייב לקבל את ההצעה הזולה ביותר או כל הצעה שהיא.
- תינתן עדיפות למחקרים בעלי פוטנציאל יישומי עם תרומה למערכות בטחוניות.
- בחינת ההצעות, מיון, הערכתן והבחירה תעשה על ידי וועדה פנימית של מפא"ת, בהתאם לקריטריונים של מצוינות מדעית, מידת החדשנות, התרומה הצפויה למעב"ט, סיכויי ההצלחה של המחקר והיותו קטר שיביא להרחבת המחקר בתחום במוסד בהמשך, כישורי החוקרים והתאמת התשתית לביצוע המחקר, סבירות הסכום המבוקש, ואיכות הצעת המחקר.
- ההתקשרות, אם וככל שתהיה, תהיה בין המשרד לבין המוסד אליו משתייך החוקר.
- המוסד אינו רשאי להעביר או להמחות לאחר את זכויותיו לפי קול קורא זה, וואו בהתקשרות אם תהיה, כולן או חלקן.

6. זכויות המשרד

- המשרד רשאי לבטל את הקול הקורא או חלקים ממנו או לפרסם קול קורא חדש על פי החלטתו, ללא מתן הסברים כלשהם למבקשים או לכל גורם אחר.
- המשרד רשאי, בכל עת, בהודעה למציעים, להקדים או לדחות את המועד האחרון להגשת ההצעות, וכן לשנות מועדים ותנאים אחרים הנוגעים לקול הקורא על-פי שיקול דעתו.
- המשרד רשאי לפנות במהלך הבדיקה וההערכה למציע, כדי לקבל הבהרות להצעה או להסיר אי-בהירויות, העלולות להתעורר בעת בדיקת ההצעות. כמו כן רשאי המשרד לבקש להיפגש עם המציעים, להציע שיפורים בבקשות וביעדים, ולבקש מהמציעים הגשת בקשה מתוקנת בהתאם להצעות אלו.
- המשרד רשאי לבקש פרטים נוספים, תוך כדי הליך בחינת ההצעות, או כל מסמך, או מידע אחר, הדרושים לדעתו לשם בדיקת ההצעות, או הנחוצים לדעתו לשם קבלת החלטה.
- לא חתם המוסד על הסכם התקשרות עם המשרד או לא מילא אחר דרישות אחרות הנגזרות מהזכייה בקול הקורא, רשאי המשרד לבטל את זכיותו בקול הקורא. במקרה כזה, יהא המשרד רשאי להכריז על הצעה אחרת כזוכה.

7. מבנה ההצעה

על ההצעות לכלול את הסעיפים הבאים, בהתאם לפורמט הרצ"ב בנספחים; ניתן להגיש את ההצעות בעברית או באנגלית:

- דף שער, ובו: שם המחקר; פרטי החוקר הראשי או החוקרים הראשיים, כולל דרכי התקשרות זמינות; המוסד במסגרתו יערך המחקר; עלות מבוקשת ותקופת הביצוע.
- רקע מדעי וטכנולוגי להצעה
- תכנית המחקר המוצעת, בהיקף של 10-3 עמודים, לשנה הראשונה. הצעות לתכנית התפתחות הדרגתית לטווח של חמש שנים.
- תוצרים
- לוח זמנים מפורט לשנה ראשונה ולוח זמנים עקרוני לחמש השנים הבאות.
- קורות חיים של החוקרים הראשיים
- הצהרה בדבר זכויות ידע קודם של המציע, פטנטים, או מגבלות יישום אחרות.
- הצהרה על העדר כפל מימון (כי לא מתקבל מימון בגין הצעה זו כיום, וכי לא תוגש בקשה למימון נוסף בגין הצעה זו באם תאושר).
- ביבליוגרפיה

8. לוח זמנים

- על ההצעות להתקבל בדוא"ל [mafata.comm.proposals@gmail.com](mailto:mafata.comm.proposals@gmail.com), לא יאוחר מתאריך 1/5/2019. במידה ויוצעו תיקונים לחלק מההצעות, תינתן אורכה מוגבלת בזמן (עד שבועיים) להגשת ההצעות המתוקנות.
- עד שלושה ימי עבודה לאחר קבלת ההצעה, ישלח דוא"ל המוודא את הגעתה התקינה. יש לוודא קבלת דוא"ל אישור זה, ואם לא התקבל, ליצור קשר עם ד"ר נדב כהן בטלפון 03-6934222.
- המשרד לא ידון בהצעות אשר יוגשו שלא במועד או שאינן עומדות בתנאים שפורטו לעיל.
- ההחלטה על ההצעה הזוכה תעשה עד לתאריך 15 ביולי 2019, בהתאם לדירוגן בהליך הבחירה כאמור לעיל ובכפוף לזמינות תקציבית.
- הודעה על זכייה תימסר למגיש ההצעה הנבחרת רק לאחר שיסתיים תהליך אישורן על-ידי ועדת המכרזים של מפא"ת, לכן הודעת הזכייה עשויה להתעכב עד לחודש אוגוסט 2018.

9. בברכת שת"פ פורה,

אלי"מ ליאור פינסלר  
רמ"ח תקשוב

ד"ר נדב כהן  
רמ"ח אופ"ק

**תפוצה:**

אוני ב"א – ס' נשיא למחקר

אוני ב"ג – ס' נשיאה ודיקן למו"פ

אוני חיפה – ס' נשיא ודיקן למחקר

אוני ת"א – ס' נשיא למו"פ

האוני העברית – ס' נשיא למו"פ

טכניון – משנה לנשיא למחקר

מכון ויצמן – ס' נשיא

אוני אריאל – ס' נשיא

אוני ב"א – רשות המחקר

אוני ב"ג – רשות המחקר

אוני חיפה – רשות המחקר

אוני ת"א – רשות המחקר

האוני העברית – רשות המחקר

טכניון – רשות המחקר

מכון ויצמן – רשות המחקר

אוני אריאל – רשות המחקר

## נספח א- רשימת נושאי מחקר מוצעים לתקשורת

### א-1 כללי

בעשורים האחרונים התקשורת הופכת להיות נדבך מרכזי במערכות אזרחיות וצבאיות. הדרישות - לקיבול גבוה, ריבוי משתמשים, קצב נתונים גבוה, והשהיה נמוכה - הולכות וגדלות, והופכות להיות מרכיב קריטי בכל מערכות התקשורת הנוכחיות, ועל אחת כמה וכמה אלו שעומדות בפתח. במקביל לדרישות הגבוהות, השוק דוחף מקדם ומביא להבשלת טכנולוגיות ושיטות תקשורת חדשות המגדילות דרמטית את אפקטיביות מערכות התקשורת. לצד הבשלה זו ממשיכים ועולים גם אתגרים רבים הדורשים פתרון – הן האתגרים הטכנולוגיים עצמם, והן בשל מגוון המערכות (אזרחיות וצבאיות) המגדילות משמעותית את כמות צרכני התקשורת הפועלים בתוואי שטח נתונים.

עיקרי השינויים הטכנולוגיים המשפיעים על התחום:

- חומרה/קושחה מתקדמים מאפשרים דגימה רחבת סרט ובתחום דינמי רגעי גבוה ביותר ויכולות עיבוד אות בקצב ורחבי סרט גבוהים ביותר, תוך שהיות נמוכות מחד גיסא וצימצום הגודל הפיזי וצריכת ההספק של טכנולוגיות אלו מאידך גיסא.
- שיטות/פרוטוקולים רחבי סרט ובעלות השהייה קטנה להעברת מידע בין רכיבים בתוך כרטיס ומחוצה לו (low latency, ultra-fast busses/drivers)
- עיצוב אלומה בסביבה מרובת החזרות (סביבה אורבנית לדוגמה)
- יכולות עיבוד מרחבי בשידור ובקליטה
- עבודה בתדרים גבוהים
- התקדמות בטכנולוגיות רכיבי MMIC לשידור וקליטה, רכיבי RFIC ורכיבי Mixed Signal המאפשרים אינטגרציה הולכת וגדלה של ה-RF עם האנלוגי והדיגיטלי תוך שיפור ביצועי מערכות תקשורת והרחבת המשתמשים הפוטנציאליים.
- גידול דרמטי במשאבי עיבוד, אשר מאפשר מימוש זמן אמת של אלגוריתמי עיבוד אות מתקדמים.
- שיטות אפנון, דחיסה, הצפנה מתקדמות.

## א-2 מטרת הקול הקורא

להציע מחקרים בחזית המדע והטכנולוגיה להגדלת הנצילות הספקטרלית, הגדלת כמות המשתמשים והגדלת כמות האינפורמציה של מערכות תקשורת מתקדמות **בתרחישים ובזירות שונות**

## א-3 דוגמאות לנושאי עניין

### 1. שימוש בדיסציפלינות שונות לטובת תקשורת

- a. שילוב טכניקות machine learning , deep learning עבור:
  - i. שיפור קיבול הערוץ
  - ii. שיטות יעילות ומהירות ללימוד דינמי של ערוצי התקשורת
  - iii. ניצול יעיל של הספקטרום בין קבוצות משתמשים שונים, כולל הקצאות משאבי ספקטרום
  - iv. Scheduler/Orchestrator
  - v. PHY
  - vi. רשתות רדיו קוגניטיבי
  
- b. RF Technologies for Low Power Wireless Communications-ambient Backscatter

### 2. נושאים שונים בתקשורת

- a. שיטות למיצוי המשאב הספקטראלי
- b. פיתוח שיטות גילוי קורנים חלשים
- c. אופטימיזציה גילוי קורנים במתאר של חוסם אופטימלי (מכיר את כלל הפרמטרים)
- d. תקשורת בתדרי גמ"מ – עד 300 גיגה הרץ:
  - i. לטווחים ארוכים בשטח פתוח ושטח בנוי
  - ii. בתנועה
  - iii. בתוך מבנים
  - e. Massive-MIMO
  - f. שימוש בארכיטקטורות ענני תקשורת
  - g. תכן אופטימלי לרדיו SDR
  - h. קידוד רשתי Network Coding

### 3. חשאיות וחסיונות

- a. שיטות חדשות לשיפור החשאיות
- b. שיטות חדשות לשיפור החסיונות
- c. עבודה ב-SNR נמוך מאוד
- d. אופטימיזציית חסיונות וחשאיות כמקשה אחת

### 4. עיבוד מרחבי של אותות

- a. טכניקות לאלגוריתמים מסתגלים
- b. עבודה בתנאי רב נתיב ושינויי קוטביות

### 5. לוחמה בתקשורת

- a. מערכות לומדות להקצאת חוסמים
- b. אופטימיזציית חסימה תחת אילוצי הספק שידור (ידוע המחיר של אי חסימה, חסימה חלקית חסימה מלאה של כ"א מהאיומים)
- c. שילוב טכניקות חסימה בהספק קבוע
- d. שיטות חסימה יעילות
- e. חסימת רשתות תקשורת באיזור אורבני ובזירה סטטית באמצעות חוסמים מקומיים קטנים:

i. אופטימיזציית פיזור חוסמים תחת אילוף של

- 1. כיסוי שטח מרבי
  - 2. אי חפיפה של כיסוי שטח
  - 3. הפרעה מינימלית למערכות מודיעין ידידותיות
- ii. מיקום וקישוריות מערכות קשר האויב משתנים בזמן.

### 6. ספקטרום

- a. טכניקות לזיהוי אנומליות בספקטרום
- b. שיטות מתקדמות לזיהוי טביעות אצבע ספקטרליות

### 7. רתימת תקנים אזרחיים לשימושים צבאיים

- a. שימוש בתקנים אזרחיים חדשים ומתפתחים (דוגמת 5G ו-802.11af)
- b. חיפוש חולשות במערכות סלולאריות מהדור החמישי



**8. התפשטות גלים**

- a. מודלים להתפשטות גלים של ערוצי תקשורת שונים (כגון טכנולוגיית דור 5) בסביבה כפרית ואורבנית (כולל שטח עתיר צמחים), במתארי קרקע-קרקע וקרקע אוויר.
- b. תדרי גמ"מ (עד 100GHz) - מודלי התפשטות בתדרי גמ"מ בתוואי שטח שונים (שטח פתוח, אורבני, עתיר צמחיה ועוד)