

# טבלת שימושים בתדרי הספקטרום האלקטרומגנטי

הטבלה מבוססת על החלוקה של האיחוד הבינלאומי לטלקומוניקציה ITU - International Telecommunication Union, בתחום הרדיו, והורחבה לכל הספקטרום האלקטרומגנטי.


Source: [ITU-International telecommunication Union: Recommendation ITU-R V.431-7](#)

Nomenclature of the Frequency and Wavelength Bands used in Telecommunications

ITU Legal Affairs Unit - Table 1 reproduction permission, Hebrew translation, July 25, 2014

Extended table beyond RF range to all electromagnetic spectrum

## קרינה בלתי מייננת – קרינת RF

	חלוקה לתת תחומים דוגמאות לשימושים ותופעות ע"פ ה-ITU	תחום אורכי גל	תחום תדרים	קבוצת פס ITU	רצועת (פס) תדרים
 <p>קווי מתח - אספקת חשמל לעיר</p>	<p>מקורות לחשיפה לשדות מגנטיים-חשמליים ELF:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>50-60Hz                             <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) קווי מתח גבוה עיליים, תת- קרקעיים, תת-ימיים.</li> <li>(2) תחנות ממסר, השנאה ושנאים - היקפיים ומקומיים.</li> <li>(3) רשתות חשמל - ביתיות ובקומפלקסים של מבני תעשייה, ומבנים מסחריים.</li> <li>(4) מכשירי חשמל ביתיים</li> <li>(5) ציוד חשמלי במפעלים תעשייתיים ובקווי ייצור גדולים, קטנים ובינוניים:</li> </ul> </li> <li>50-300Hz (ייתכנו תדרים גבוהים יותר).                             <ul style="list-style-type: none"> <li>(6) תחבורה ממונעת חשמל - רכב היברידי, עליו מגנטי ברכבות, רכבות/טראם/מטרו חשמליים</li> </ul> </li> <li>30Hz וגם נמוכים יותר                             <ul style="list-style-type: none"> <li>(7) תקשורת צוללות</li> </ul> </li> </ul>	<p>1,000-10,000 ק"מ</p>	<p>30 - 300 Hz</p>		<p>תדר נמוך קיצוני ELF Extremely (Super) Low Frequency</p>
 <p>מכונית היברידית</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>תקשורת צוללות, תקשורת עם מכרות</li> <li>כמו ב-(6) למעלה. תחבורה ממונעת חשמל - רכב היברידי, עליו מגנטי ברכבות, רכבות/טראם/מטרו חשמליים גם בתדרים מעל 300Hz</li> </ul>	<p>100-1,000 ק"מ</p>	<p>300Hz - 3 kHz</p>		<p>תדר אולטרה נמוך ULF Ultra low Frequency</p>

## קרינה בלתי מייננת – קרינת RF

רצועת (פס) תדרים	קבוצת פס ITU	תחום תדרים	תחום אורכי גל	חלוקה לתת תחומים דוגמאות לשימושים ותופעות ע"פ ה-ITU
תדר נמוך מאוד VLF Very Low Frequency	4	3 - 30 kHz	10-100 ק"מ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ניווט, אותות זמן, תקשורת צוללות, ניטור לב אלחוטי, גיאופיזיקה</li> </ul>
תדר נמוך LF Low Frequency	5	30-300 KHz	1-10 ק"מ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ניווט אותות זמן, שידור AM גלים ארוכים (אירופה, אסיה בחלקה), RFID, רדיו חובבים</li> </ul>
תדר בינוני MF Medium Frequency	6	300KHz- 3MHz	100-1000 מטר	<ul style="list-style-type: none"> <li>שידור AM גלים בינוניים, רדיו חובבים, רעש מפולות שלג, בקרה ימית, תקשורת חוף-ים</li> </ul>
תדר ביניים IF Intermediate Frequency		300Hz- 10MHz	30-1000 מטר	<ul style="list-style-type: none"> <li>תקשורת צבאית טקטית, גנרטורים RF תעשייתיים וצבאיים, גופי חימום במלחמי רדיו תעשייתיים</li> <li>מערכות זיהוי ועקיבה אלקטרונית, תקשורת שדה קרוב NFC</li> <li>אמצעי טיפול ואבחון ברפואה, שתל קוכליארי (שתל שבלולי בתעלות השמע), קוצב לב</li> </ul>
תדר גבוה HF High Frequency	7	3-30 MHz	10- 100 מטר (גלים קצרים)	<ul style="list-style-type: none"> <li>שידור גלים קצרים, רדיו חובבים ואזרחים, תקשורת תעופה מעבר לאופק, RFID, דאר מעבר לאופק, גלי רקיע, תקשורת ימית ניידת</li> </ul>



אנטנות פריסקופ ימי



אנטנה לשידור נתוני ניטור מזג אויר



מגדל בקרה ימית







מכונת הלחמה אוטומטית






תקשורת מעבר לאופק

## קרינה בלתי מייננת – קרינת RF

	חלוקה לתת תחומים דוגמאות לשימושים ותופעות ע"פ ה-ITU	תחום אורכי גל	תחום תדרים	קבוצת פס ITU	רצועת (פס) תדרים
 <p>מערך אנטנות שידורי רדיו</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>רדיו FM, שידורי טלוויזיה, תקשורת קו-ראייה קרקע למטוס ומטוס אל מטוס, תקשורת קרקע וימית ניידת, רדיו חובבים, רדיו מזג אוויר</li> </ul>	10 - 1 מטר	30 - 300MHz	8	תדר גבוה מאוד VHF Very high Frequency
 <p>אתר סלולרי</p>	<p>חלוקה ע"פ דורות של טכנולוגיות עיקריים - 300MHz - 3GHz</p> <p>רשתות ומכשירי תקשורת:</p> <p>(1) דור 2 (2) דור 3 (3) דור 3+ (4) דור 4, דור 4 LTE + וכד' שימושים מגוונים נוספים:</p> <p>(5) שידורי טלוויזיה, תנורי מיקרוגל, התקני ותקשורת מיקרוגל, רדיו אסטרונומיה, מכשירי סלולר LAN, אלחוטי, בלוטוס, GPS, רדיו דו-צדדי FRS ו- GMRS, רדיו חובבים.</p>	100 מ"מ עד 1 מטר	300MHz - 3GHz	9	תדר אולטרה גבוה UHF Ultra High Frequency
 <p>לוויין תקשורת וטלוויזיה</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>רדיו אסטרונומיה, דארים חדישים, לווייני תקשורת, לווייני שידורי טלוויזיה, DBS, רדיו חובבים</li> <li>LAN אלחוטי, Wi-Fi, Wi-Max, בתדר גבוה 3 GHz +, התקנים ותקשורת מיקרוגל, טכנולוגיות תקשורת חדישות.</li> </ul>	100 - 10 מ"מ	3 - 30GHz	10	תדר סופר גבוה SHF Super High Frequency
 <p>לוויין ניווט מודרני</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>רדיו אסטרונומיה, ממסרי מיקרוגל תדר גבוה, חישה מרחוק בתדר מיקרו, רדיו חובבים, נשק אנרגיה מוכוונת, סורק גלים מילימטריים.</li> </ul>	10 - 1 מ"מ	30 - 300 GHz	11	תדר קיצוני גבוה EHF Extremely High Frequency

## קרינה בלתי מייננת - אור אינפרא אדום

חלוקה לתת תחומים דוגמאות לשימושים ותופעות	תחום אורכי גל	תחום תדרים	רצועת (פס) תדרים
 <p>השמש - מקור IR</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>דימות תדרי טרה-הרץ - מחליף פוטנציאלי לרנטגן, דינאמיקה מולקולארית אולטרא-מהירה, פיסיקת מצב מוצק, טרה-הרץ ספקטרוסקופית מרחב-זמן, חישוביות ותקשורת טרה-הרץ, חישה תת-מילימטרית .FIR</li> </ul>	100 מיקרון- 1 מ"מ	300GHz - 3THz	טרה-הרץ או תדר גבוה במידה לא רגילה (אינפרא אדום רחוק) THz or THF Terahertz or Tremendously High Frequency (Far Infrared)
 <p>ליזר IR ידני</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>אינפרא אדום תרמי, ליזר אינפרא אדום, .LWIR</li> </ul>	10-100 מיקרון	3 - 30 THz	אור אינפרא אדום ארוך IR Long infrared light
 <p>טיל נגד מטוסים מונחה IR</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MWIR (או IIR) : נשק מונחה, הנחיית עצמים בטמפרטורה הגבוהה מן הסביבה.</li> <li>SWIR - תחום בו בליעה מוגברת של קרינת ה-IR. הרצועה של 1.53-1.56 מיקרון משמשת לתקשורת ארוכת טווח.</li> <li>NIR - תחום 0.75-1.4 מיקרון, מושפע מאד מבליעה ע"י מים. משמש לטלקומוניקציה של סיבים אופטיים בגלל אובדן אות קטן בתווך העשוי זכוכית SiO<sub>2</sub> (סיליקה). מגברי אות רגישים לאותות בתחום זה. שימושים כגון מכשירי ראיית לילה ומשקפי ראיית לילה.</li> </ul>	1 - 10 מיקרון	30 - 300 THz	אור אינפרא אדום בינוני וקצר IR Medium and Short High infrared light

## קרינה בלתי מייננת - אור נראה

רצועת (פס) תדרים	תחום תדרים	תחום אורכי גל	חלוקה לתת תחומים דוגמאות לשימושים ותופעות
אינפרא אדום קצר מאד אור נראה Visible light	300 THz - 3 PHz		<p>האור הנראה הוא בתחום אורכי הגל 390-700nm. הדבר תואם לתחום התדרים 790-430 THz. תחומי האינפרא אדום NIR, MWIR, LWIR הינם מחוץ לתחום הראייה האנושית ומאידך ישנם בעלי חיים להם יכולות חישה בתחומי ה-IR. לעין האנושים רגישות מקסימאלית בסביבת 555nm (540THz).</p> <p>בתחום הגבוה יותר, שגם הוא מחוץ לתחום ראיית האדם 315-400nm (UVA), ציפורים ובעלי חיים נוספים יכולים לראות בו ומאידך הם אינם יכולים לראות לתוך תחום האדום.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>היגינה - טיהור חיידקים במי שתייה, שפכים, סטריליזציה ברפואה, מעבדה.</li> <li>טיפולים אסטטיים - מיטות שיזוף, מכשיר לייבוש לק לציפורניים.</li> <li>אמצעי ריפוי - שיניים, עור, טיפול בכאב</li> <li>תאים סולריים מבוססי UV</li> <li>לייזרים אולטרה סגול בתעשייה ובמחקר - ספקטרופוטומטריה, אסטרונומיה, אנליזת תרכובות, בדיקת מבנה פנימי של גופים (אל הרס).</li> </ul>



תא שמש



מכשיר לייבוש לק לציפורניים



## קרינה מייננת - תחום מעבר מהקרינה הבלתי מייננת

רצועת (פס) תדרים	תחום תדרים	תחום אורכי גל	חלוקה לתת תחומים דוגמאות לשימושים ותופעות
אור אולטרה סגול קצר וקיצוני קצר UV Ultra Violet light	3 - 30 PHz		<ul style="list-style-type: none"> <li>נהוג לחלק תחום זה ל- 9 רצועות אנרגיה. ביניהן UVC, UVB, UVA, אולטרה סגול בינוני, אולטרה סגול רחוק ואולטרה סגול קיצוני (10-315nm)</li> </ul>



מתקן חיטוי מי בריכה

## קרינה מייננת

חלוקה לתת תחומים דוגמאות לשימושים ותופעות	תחום אורכי גל	תחום תדרים	רצועת (פס) תדרים
 <p>ציוד בדיקות רנטגן</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>קרינת X הקרויים גם קרני רנטגן (ע"ש המגלה שלהם) משמשים ברפואה לאבחון רפואי, כגון בדיקת שברים בעצמות, או איברים פנימיים בליווי חומרי ניגוד כמו בריום ויוד. כמו כן הם משמשים בהנדסה כגון באיתור סדקים בחומרים דוגמת מטוסים, ובמחקר מדעי דוגמת קריסטלוגרפיה, חקר גבישים וכד'. קרינה זו היא בתחום הקרינה המייננת ונחשבת למסוכנת לאדם והשימוש בה לצרכי רפואה נעשה במינונים נמוכים ביותר לפי הצורך.</li> </ul>		30 PHz - 30 EHz	קרינת X X X-rays
 <p>תחנת כוח גרעינית</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>קרינת גמא (<math>\gamma</math>) היא קרינה אלקטרומגנטית הנפלטת מגרעין אטום רדיואקטיבי במהלך התפרקותו. בביקוע רדיואקטיבי נפלטת גם קרינת אלפא (אטומי הליום מיוננים) וקרינת בטא (אלקטרונים). קרינת גמא היא אנרגיה של פוטונים בתחום אורכי גל מן הקצרים ביותר בספקטרום האלקטרומגנטי. גם בתהליכי אינטראקציות של חלקיקי יסוד (דוגמת תהליך הכחדה אלקטרון-פוזיטרון) משתחררים פוטונים מסוג גמא. אורך הגל של הקרינה מ-5 פיקומטר ל-10 ננומטר.</li> <li>קרינת גמא הינה בתחום הקרינה המייננת והיא אנרגטית ביותר, ולפיכך היא קרינה מסוכנת מאוד לאדם. כושר החדירה והיינון של פוטונים מסוג גמא הוא מהסוג החזק ביותר (למעט הקרינה הקוסמית) והם יכולים לחדור רקמות חיות מ-10 ס"מ ויותר, ואפילו מספר סנטימטרים של יציקת עופרת. חשיפה לכמות קטנה עלולה לגרום לסרטן בגלל פגיעה ב-D.N.A., או למוטציות ועיוותים ביולוגיים (למשל בילודים) ואילו חשיפה ממושכת תגרום למוות בטוח. שימושים ברפואה הם לסטריליזציה, יצירת מוטציות מכוונות, רדיותרפיה לטיפול בגידולים, שימושים בתעשייה כגון עוקבים רדיואקטיביים (tracers), גלאי עשן, חיישני מדידה ועוד.</li> </ul>		30 EHz - 300 EHz	קרינת גמא Gamma rays