



המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון

# **פרויקט גמר "זיהוי קולי של טיפה נופלת לבריכה"**

**פרויקט גמר הנדסי**

**מאת:**

**אברהם דואק**

**שגיב מרציאנו**

**מנחים: ד"ר מירב ארוגטי וד"ר איתן פישר**



המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון

# מטרת הפרויקט

הפרויקט הנ"ל הינו פרויקט ראשוני, שמטרתו העיקרית היא לפתח כלי בקרה אשר הכניסה היא הקלטת קול וביציאה יתקבלו הפרמטרים של טיפות, כגון : מהירות הפגיעה במשטח רטוב, קוטר טיפה.

עיבוד הנתונים מתבסס על ניתוח הקול בשילוב עם לימוד מכונה (Machine Learning).

## מערכת הניסוי

מזרק לטפטוף

מיקרופון

בריכה



אפשרות לשינוי גובה



מחוץ לתמונה : מצלמה  
לצילום מהיר של צל הטיפה,  
התאורה מול המצלמה

## מספרים לא ממדיים

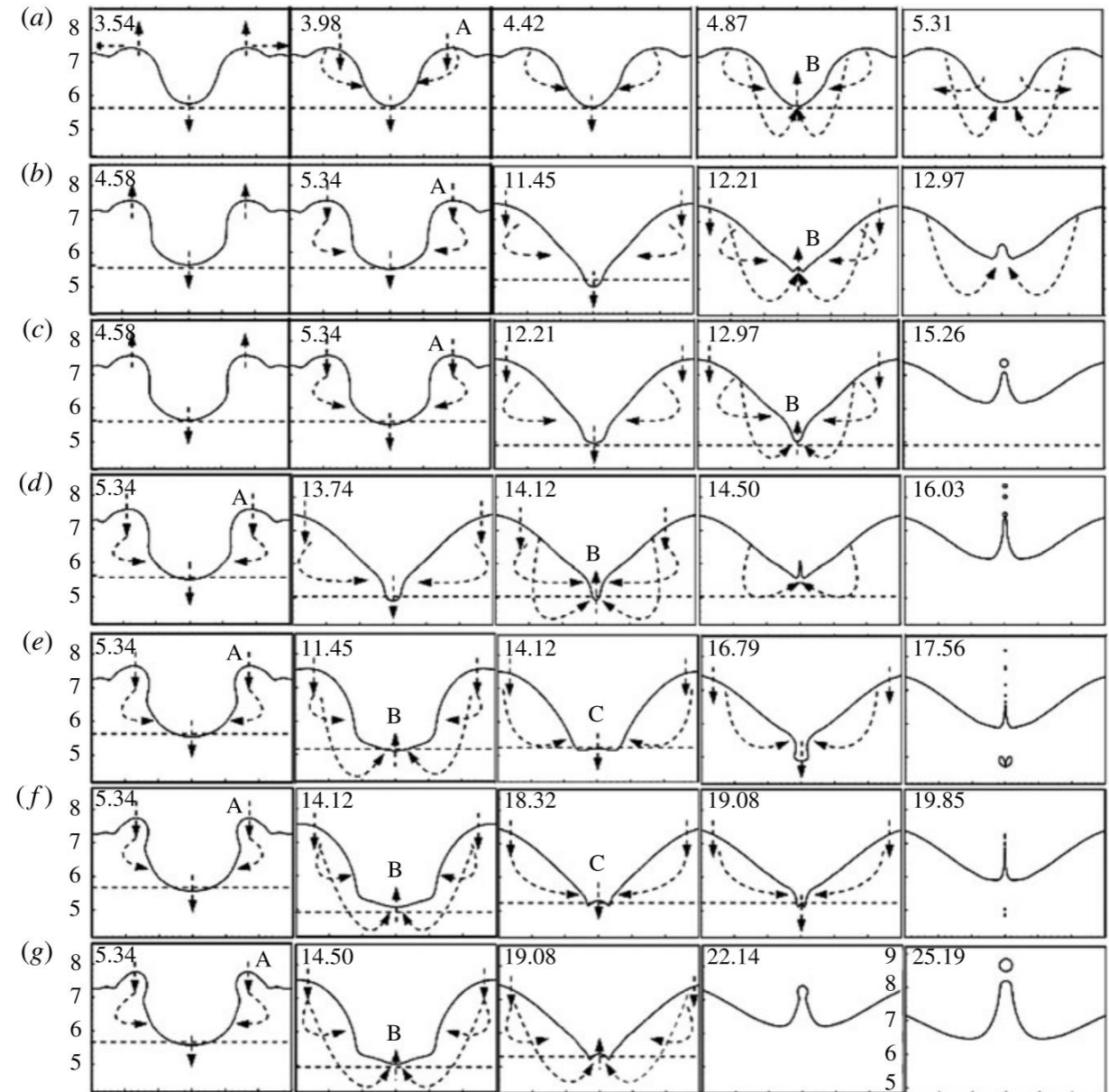
מס' הנוסחה	שם הנוסחה	הנוסחה	הסבר הנוסחה
1	מס' ריינולדס	$Re = \frac{VD}{\nu}$	יחס כוחות אינרציה וצמיגות
2	מס' ובר	$We = \frac{\rho v_d^2 D}{\sigma}$	יחס בין כוחות האינרציה לבין כוחות פני השטח בזרימת נוזל.
3	מס' בונד	$Bo = \frac{\rho g D^2}{\sigma} = \left(\frac{L}{\lambda_c}\right)^2 \quad \lambda_c = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}}$	היחס בין כוחות הגרביטציה לבין מתח הפנים
4	מס' פראוד	$Fr = \frac{We}{Bo} = \frac{V_d^2}{Dg}$	יחס בין כוח האינרציה לבין כוח הגרביטציה

# משטרי זרימה מתוך הסקר ספרות שלנו

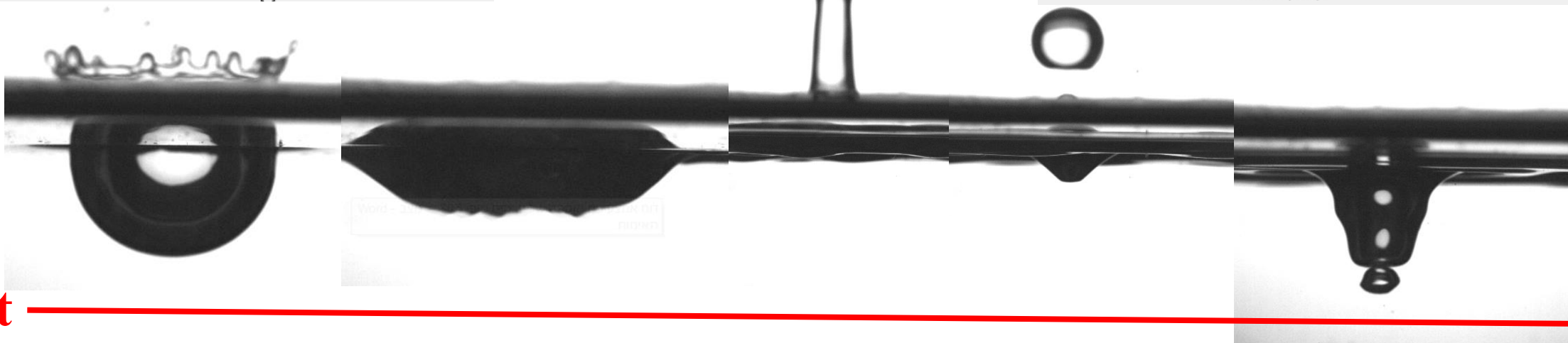
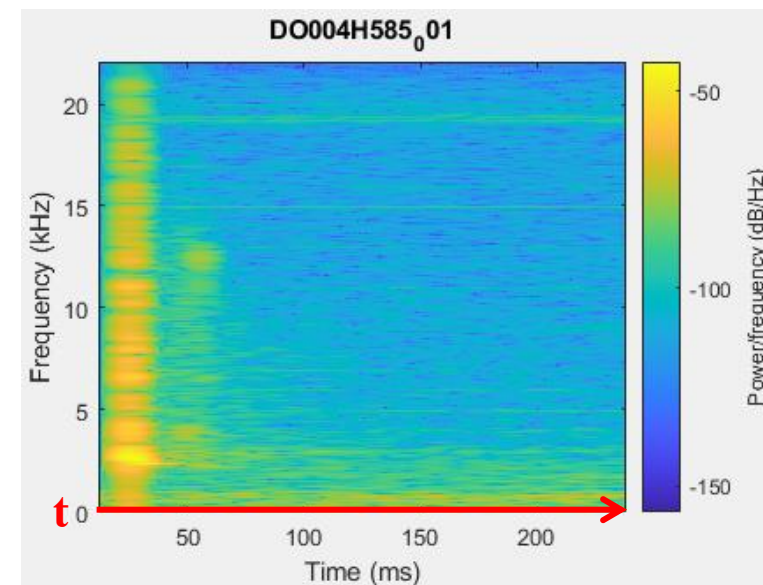
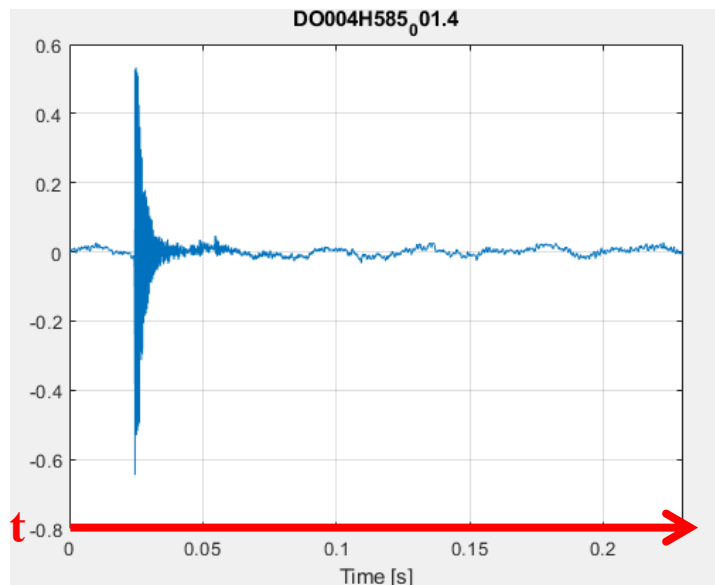
		Fr	We	Re	Bo
		$v^2/(g \cdot D)$	$\rho \cdot v^2 \cdot D / S$	$\rho \cdot v \cdot D / \mu$	$\rho \cdot g \cdot D^2 / S$
a	Coalescence phenomenon	100	50	2635	0.5
b	Short thick jet phenomenon	300	100	3373	0.33
c	Thick jet phenomenon with secondary drop below the bubble entrapment regime	300	110	3639	0.36
d	Thin jet phenomenon	300	120	3867	0.4
e	Thin jet phenomenon with large bubble entrapment	300	150	4565	0.5
f	Long thick jet phenomenon with small bubble entrapment	300	180	5250	0.6
g	Long thick jet phenomenon	300	190	5448	0.63

Regimes during liquid drop impact on a liquid pool

501

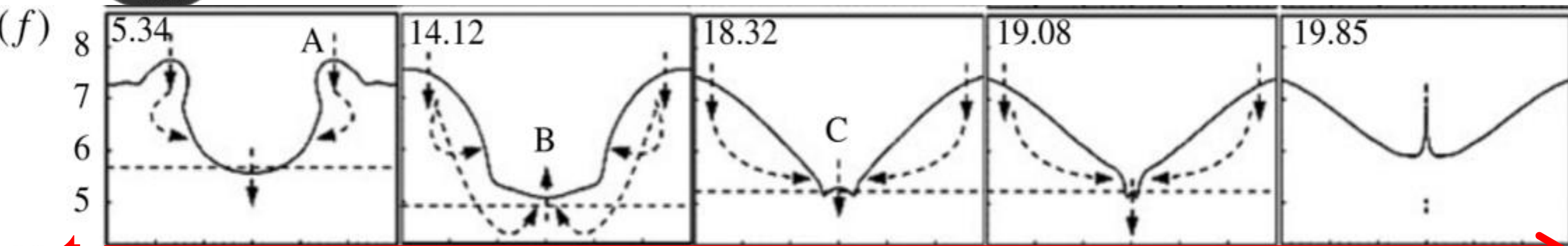
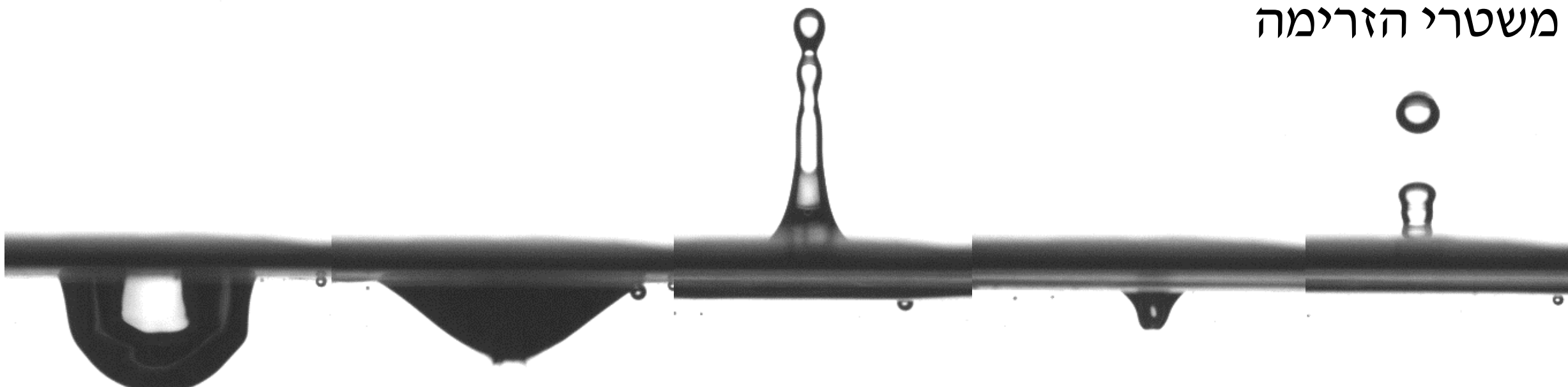


## סרטון המחשה - נפילת הטיפה + סאונד של אותה נפילה

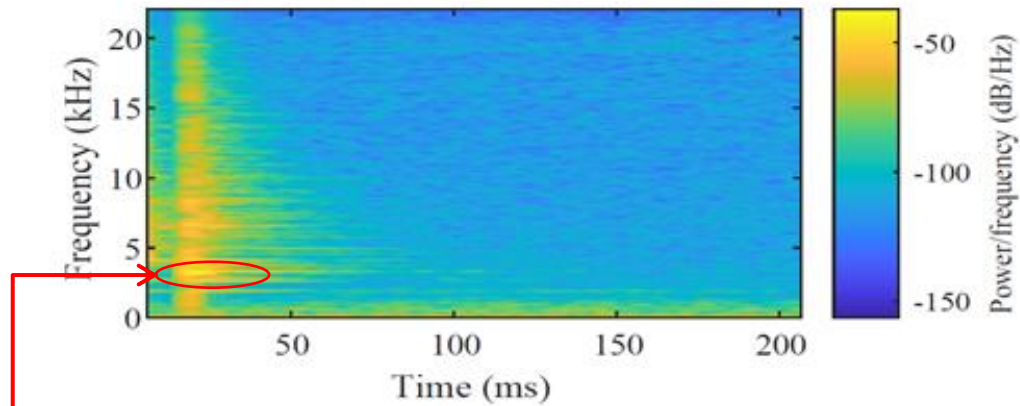




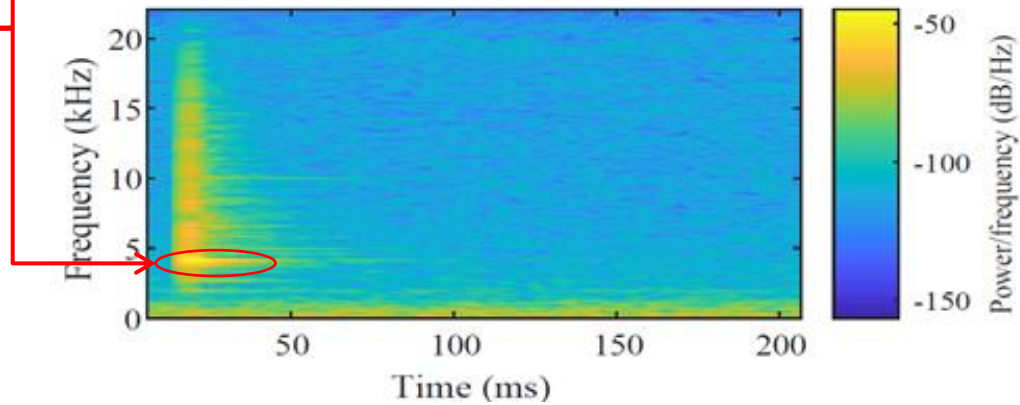
ניתן לראות את הדמיון בין  
משטרי הזרימה



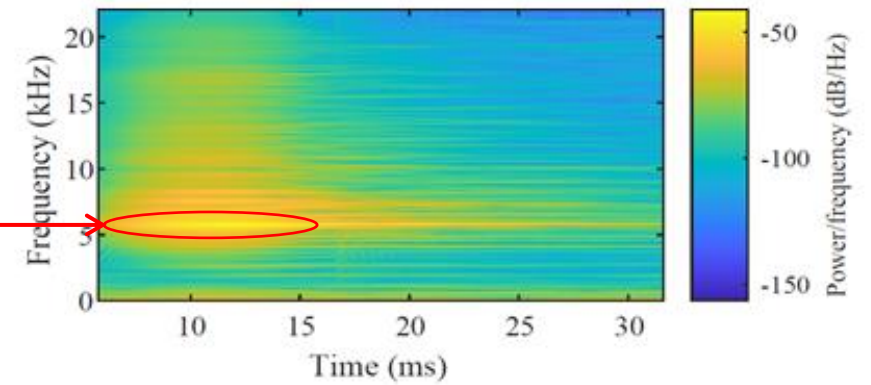
## ניתוח ספקטוגרמות:



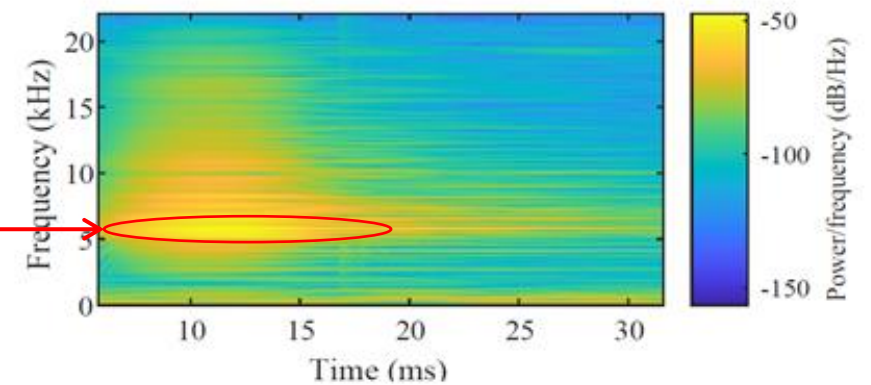
4 [kHz]



איור 21



6 [kHz]



איור 20

אפשר שבאיור 20 שבה קוטר הטיפה הוא 55 מ"מ או רואים "שהפיק" העוצמה המקסימלית מתקבלת באזור ה 6 קילו הרץ ואילו באיור 21 שבו קוטר הטיפה הוא 76 מ"מ הפיק הוא באזור 4 קילו הרץ.





המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון

# סיכום

עד ליום זה יש לנו:

- בנק מידע של קולות של אימפקט טיפה עם קטרים וגבהים שונים
- וידאו מצולם במהירות של 1000 תמונות לשניה



sce

המכללה האקדמית להנדסה סמי שמעון



שאלות!?