

# פיזיקה של כלי נגינה: מיתרים, תהודה ופיזיקה של חליל

הפיזיקה של כלי נגינה מתבססת על עקרונות של גלי קול, תנודות ותהודה (רזוננס). למרות שהתוצאה הסופית היא צליל שאנו שומעים, הדרך שבה כלי מיתר וכלי נשיפה (כמו חליל) מפיקים אותו שונה מהותית. הבנה של עקרונות אלו תעזור לכם בתכנון ובניית כלי הנגינה שלכם במרחב המייקרו.

## 1. כלי מיתר (גיטרה, כינור וכדומה)

בכלי מיתר, מקור הצליל הוא מיתר רוטט.

- הפקת הצליל:** כאשר פורטים על מיתר, מקישים עליו או מפעילים עליו קשת, נוצרים גלים עומדים לאורך המיתר.
- שליטה בגובה הצליל:** תדירות הרטט (הקובעת את גובה הצליל) תלויה ב:
  - אורך המיתר: מיתר קצר יותר יפיק צליל גבוה יותר (לכן נגנים לוחצים על המיתרים לאורך הצוואר).
  - מתח המיתר: מתיחה חזקה יותר תעלה את התדר (צליל גבוה יותר).
  - עובי/צפיפות המיתר: מיתר עבה ירטוט לאט יותר ויפיק צליל נמוך.
- תהודה (Resonance):** המיתר עצמו כמעט ואינו מזיז אוויר, ולכן מפיק צליל חלש. כדי להגבירו, הרטט מועבר דרך "גשר" אל תיבת התהודה (גוף הגיטרה למשל). התיבה רוטטת יחד עם המיתר, מזיזה כמות גדולה של אוויר וכך מגבירה את עוצמת הצליל משמעותית.

## 2. כלי נשיפה וחלילים (מבוססי עמוד אוויר)

חליל פועל על עקרון שונה לחלוטין של עמוד אוויר רוטט בתוך צינור.

- הפקת הצליל (נשיפה):** כאשר נושפים אוויר אל פיית החליל בזווית, זרם האוויר מתפצל ויוצר מערבולות. מערבולות אלו מאלצות את האוויר הכלוא בתוך גוף החליל לרטוט.
- תהודה בעמוד אוויר:** גוף החליל מהווה צינור תהודה בו נוצרים גלי קול עומדים. תדר הצליל נקבע על ידי אורך עמוד האוויר הכלוא בצינור.
- שליטה בגובה הצליל:** הנגן משנה את אורך עמוד האוויר האפקטיבי על ידי פתיחה או סגירה של חורים לאורך גוף הכלי:
  - סגירת כל החורים = עמוד אוויר ארוך □ צליל נמוך.
  - פתיחת חור (הקרוב יותר לפייה) משמשת כ"קצה" פתוח חדש לצינור, מקצרת את עמוד האוויר ומעלה את תדר הצליל.

## סיכום ומסקנות למייקרו

כאשר אתם מתכננים את כלי הנגינה שלכם, זכרו:

- **בכלי מיתר:** תצטרכו לדאוג למנגנון מתיחה, לנקודות משען (גשר), ולתיבת תהודה שתגביר את הקול.
- **בכלי נשיפה:** הדגש הוא על יצירת הפייה (שתפצל את האוויר) ועל מיקום החורים לאורך הצינור, שישפיעו על גובה הצליל.