

האוניברסיטה העברית בירושלים  
הפקולטה למדעי הטבע  
המחלקה לפיזיקה יישומית

# Low jitter plasma channel in 3D printed gas filled capillary discharges

**ריצוד נמוך של התפרקויות קפילריות בתעלות  
פלסמה מודפסות תלת ממד מוזרקות גז**

Thesis submitted for the degree  
of Master of Science

by Ehud Behar

חיבור לשם קבלת תואר מוסמך מחקרי  
מאט אהוד בכיר

Supervisors: Dr. Amir Capua and Prof. Arie Zigler

בздרכותם של ד"ר אמיר כפואה ופרופ. אריה ציגלר

סיון ה'תשפ"א

May 2021

# Abstract

Research of plasma parameters obtained by controlled discharge in 3D printed gas filled capillaries are presented. The obtained results have implications to the laser wake-field acceleration (LWFA) scheme. We demonstrate a synchronization capability in the scale of 1 ns using straight and curved capillaries. This high precision opens a hatch into the possibility of sufficient synchronization between three systems – synchronization between the plasma generation, the incident ultra-short high intensity laser and the injection of the electrons. We also demonstrate the formation of a plasma channel in the capillary, resulting in optical guiding, with an 84 MHz Ti:Sa oscillator laser, for the purpose of extending the propagation distances of intense laser pulses over many Rayleigh lengths in a "fish–bone" scheme. The verification of a preformed plasma channel with a parabolic plasma density profile using a temporally resolved plasma spectroscopy measurement is also presented.

## תקציר

מוצג מחקר על פרמטרים בפלסמה המתאפשר מהתפרחות חשמלית המוצחת על ידי לייזר בתווך צינורית קפילרית המודפסת בהדפסה תלת ממדית. לתוצאות המתאפשרות יש השלכות על סכימות האצת לייזר באמצעות שדות שובל פלסמה (LWFA).

מוצג סינכרון עם אפשרות לדיווק בזמן ריצוף של 1 ננו-שנניה, הן בקפילות ישירות והן בקפילות מכופפות.

דיווק גבוה זה פותח אפשרות לסינכרון מספק בין שלוש מערכות - סינכרון בין יצירת הפלסמה, הליזר רב העוצמה, אולטרא-קצר הפגע והזרקת האלקטרונים.

מוצגת בנוסף היוזמות תעלת פלסמה בקפילה, המביאה לידי חובלה אופטית של לייזר טיטניום-ספיר בקצב הישנות של MHz 84, במטרה להאריך את מרחקי ההתקדמות של פולסי לייזר חזקים על פני מספר גדול של מרחקי ריאלי, בסכמת "אדרת הדג" (fish-bone scheme).

בנוסף מוצגות מדידות ספקטросקופיות מופרדות זמניות לאמות היוזמות תעלת פלסמה בעלת פרוFILE ציפויות פרבולי.