

مقدمه

امروزه با مطالعه‌ی بیشتر در مورد نانوساختارها و مطالعه‌ی دینامیک حرکت آنها روشهای نوینی برای جداسازی و انتقال ذرات میکرونی پیشنهاد می‌شود و زمینه‌ای برای انجام پژوهش در مورد انتقال ذرات درون میکروکانالهایی با هندسه‌ی نامتقارن را به وجود آورده است. در این کار از میکروکانالهایی با ریخت دندانه‌اره‌ای، به منظور بررسی جابجایی ذرات میکرونی استفاده می‌کنیم. با تصویربرداری از عبور مواد میکرونی از این میکروکانالها می‌توان به بررسی حرکت آنها پرداخت.

روش

در این پروژه میکروکانال‌ها در موسسه‌ی فوتونیک و نانتوتکنولوژی در ایتالیا با استفاده از دو تکنیک فوتولیتوگرافی باریکه الکترونی (برای طراحی و ساخت ماسک مورد نظر) و لیتوگرافی نرم (برای ساخت کانال) ساخته شده‌اند. این میکروکانال‌ها با ساختارهای هندسی مختلف از جنس پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان و دارای دیواره‌هایی بصورت دندانه‌اره‌ای هستند که در اندازه زاویه دندانه‌ها و شیفت دو دیواره نسبت به هم اختلاف دارند. ذرات میکروکره که در مکان‌های اولیه مجزا وارد این کانال‌ها می‌شوند سوار بر خط جریان معین مسیر مشخصی را طی می‌کنند. با تصویرگیری از این کانال‌ها توسط دوربین می‌توانیم سرعت جابجایی و نحوه‌ی حرکت ذرات را بررسی کنیم. از طریق پردازش تصاویر گرفته شده و ردیابی مسیر ذرات توسط نرم افزار ImageJ می‌توان پارامترهایی نظیر دامنه، دوره تناوب و سرعت حرکت ذرات را مورد بررسی قرار داد.

نتایج

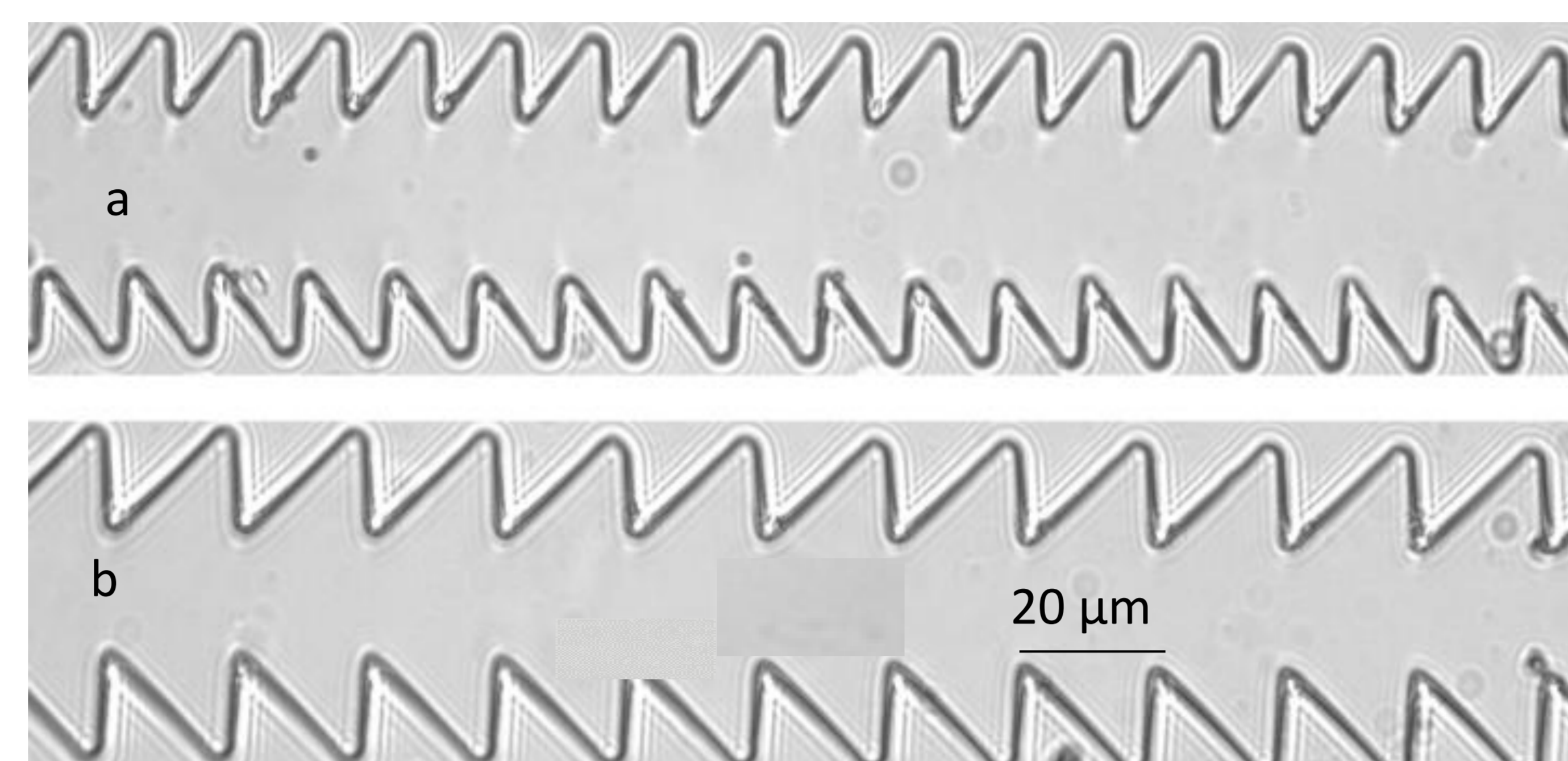
به دلیل شکل دندانه‌اره‌ای که دیواره‌های کانال دارند خطوط جریان شاره بصورت نمودار سینوسی تغییر می‌کند که دامنه‌ی این نمودارها نزدیک محور مرکزی کانال کمتر و نزدیک دیواره‌های کانال بیشتر می‌شود. ذرات روی این خطوط بصورت حرکت سینوسی مسیر خود را طی می‌کنند و چون سرعت جریان شاره در امتدادهای مختلف متفاوت است بنابراین دوره تناوب زمانی حرکت ذرات در امتدادهای مختلف متفاوت است. با داشتن زمان طی کردن طول کانال و نیز جابجایی حرکتشان در طول این مسیر، سرعت متوسط حرکت ذرات بدست می‌آید.

تحلیل نتایج

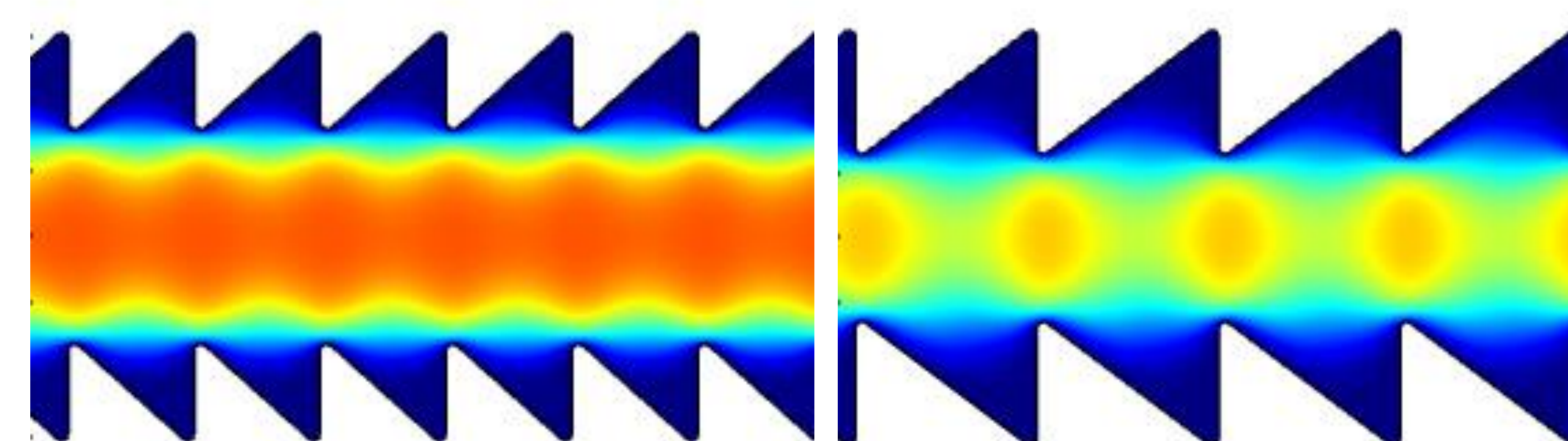
نتایج نشان می‌دهند یک ذره‌ای که در امتداد دیواره‌های دندانه‌اره‌ای حرکت می‌کند به زمان بیش تری نیاز دارد تا مسافت معینی را طی کند. سرعت عبوری یک ذره که در یک شاره محدود شده توسط دیواره‌های دندانه‌اره‌ای حرکت می‌کند نیز بصورت دوره‌ای تغییر می‌کند. با ایجاد دیواره‌های دندانه‌اره‌ای سرعت ذرات در کانال بیشتر می‌شود. بنابراین می‌توان با ایجاد سطوح ناهموار روی دیواره‌های کانال سرعت انتقال ذرات را بیشتر کرد.

مراجع

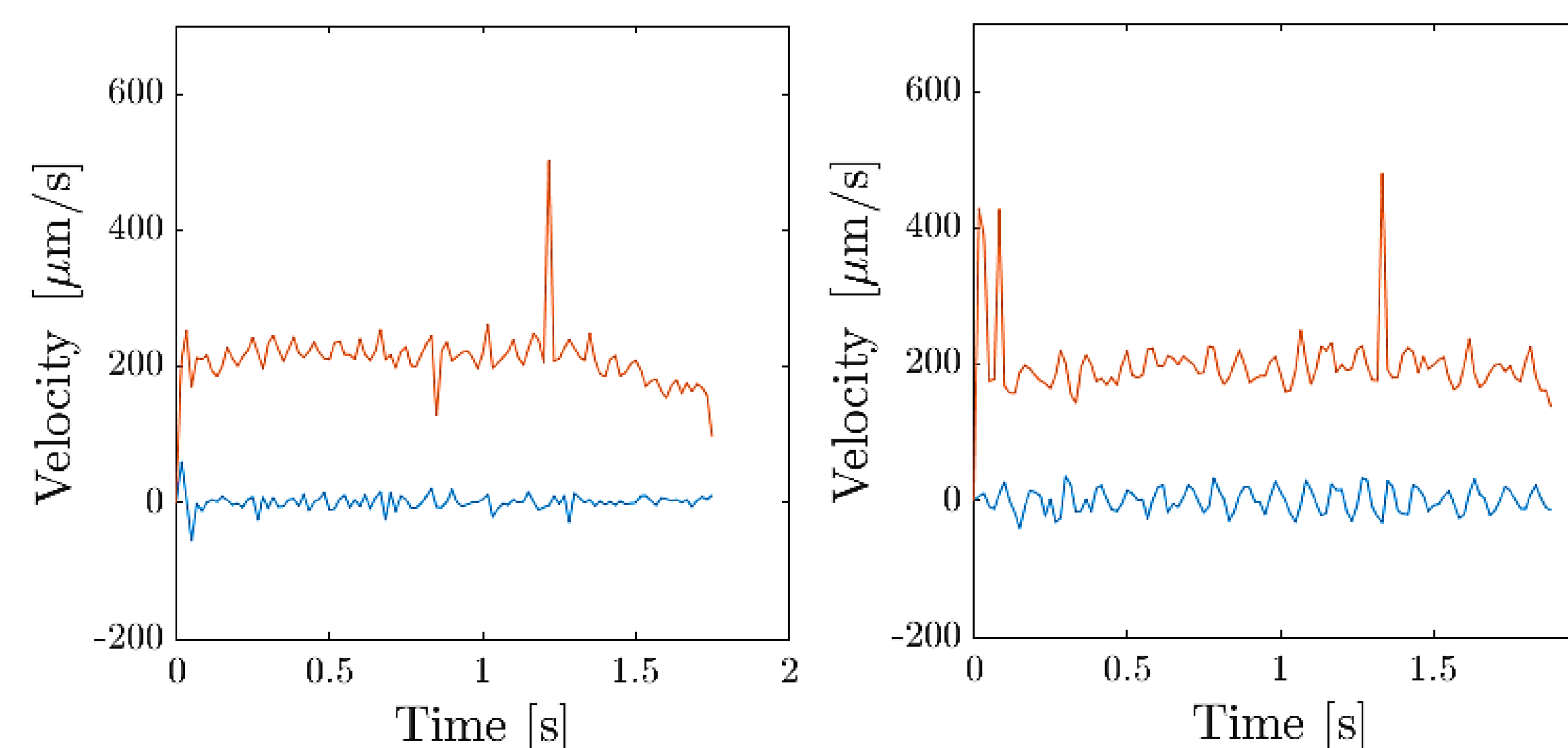
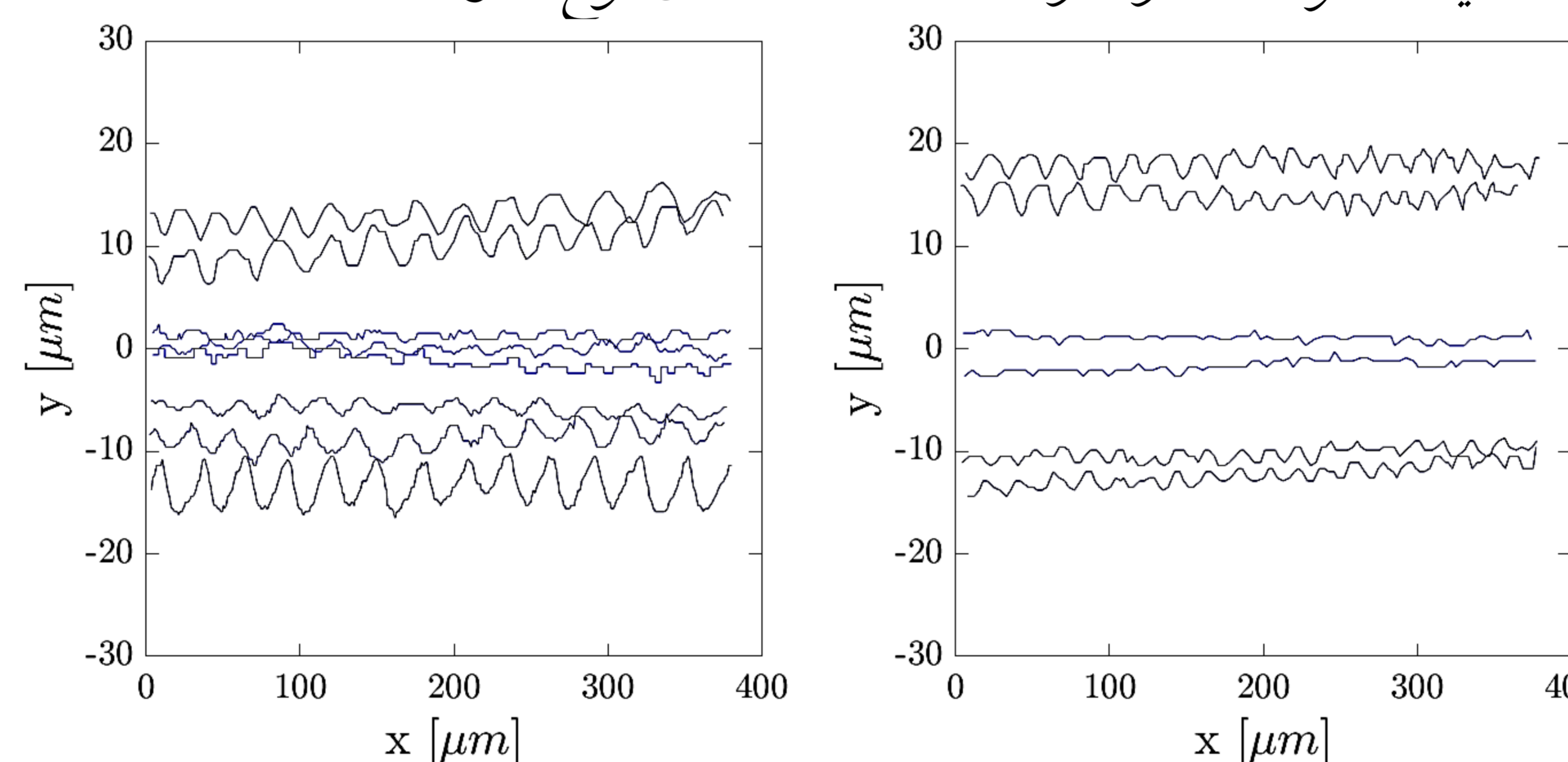
- [1] Assoudi, Redouane, et al. "Motion of a spherical particle along a rough wall in a shear flow." *Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik* 69.5 (2018): 1-30.
[2] Cisne, Roberto LC, et al. "Particle transport in flow through a ratchet-like channel." *Microfluidics and nanofluidics* 10.3 (2011): 543-550.



تصویر میکروکانال‌های ساخته شده با مشخصات هندسی مختلف.



میدان سرعت شاره در نقاط مختلف کانال نوع a و b.



سرعت و مسیر حرکت ذرات سه میکرونی که در امتدادهای مختلف درون کانال a و b حرکت می‌کنند.