اولین کنفرانس محیط های متخلخل

دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی مکانیک

عنوان مقاله: بررسی رفتار سیالاتی مخلوط دود و هوا در قسمت فیلتر متخلخل فیبری سیگار

نویسندگان: سیدرضا حسینی، حسن اقدسی نیا، سید جمال الدین پیغمبردوست

ارائه دهنده: سیدرضا حسینی
دانشجوی دکتری مهندسی شیمی دانشگاه تبریز

مقدمه

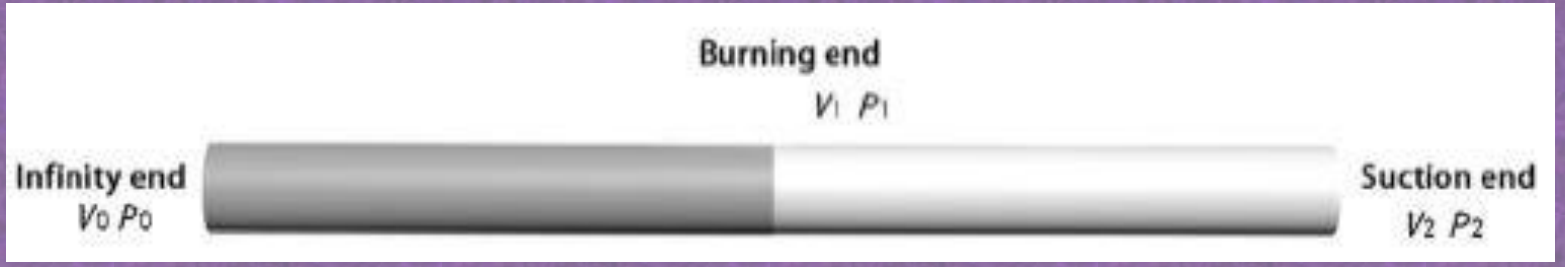
- سیگار و آثار مخرب آن؟
  - ✓ آثار زیست محیطی ناشی از انتشار آلاینده هایی چون کربن دی اکسید، کربن مونوکسید و حداقل ۶۰ نوع آلاینده دیگر
  - ✓ آثار بر روی سلامتی انسان (بیماری های تنفسی و سرطان) ناشی از استنشاق آلاینده ها
- اهمیت فیلتر سیگار؟

جذب درصد زیادی از ترکیبات سمی و عبور مخلوط نیکوتین و هوا

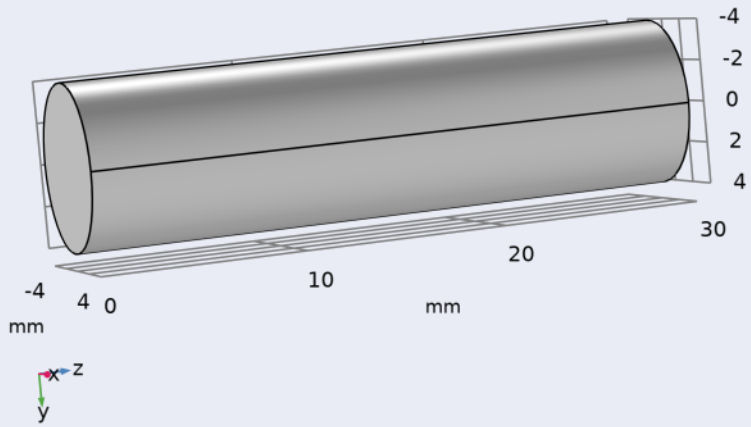
مقدمه

ترمینال های مختلف سیگار

- ترمینال مکش (suction)
- ترمینال سوختن (burning)
- ترمینال بی نهایت (infinity)



ادوات شبیه سازی

نرم افزار مورد استفاده	COMSOL 6.0
فیزیک های استفاده شده	• Two-Phase Darcy's Law • Heat transfer in solids
هندسه	
مواد	سلولز استات (از میان سلولز استات و کربن فعال)

ادوات شبیه سازی

قسمت فیلتر

- شبیه سازی حالت پایا به دلیل طول میله یکسان در حین جریان سیال

قسمت تنباکو

- شبیه سازی حالت ناپایا به دلیل کم شدن طول میله در حین سوختن

ادوات شبیه سازی- پارامترها

خاصیت	مقدار	واحد
تخلخل	fi	۱
نفوذپذیری	k	m^2
دانسیته	۱۳۰۰	kg/m^3
هدایت حرارتی	۰/۱۵	W/(m.K)
ظرفیت گرمایی ویژه	۱/۴	J/(kg.K)

رابطه **Davies** برای نفوذپذیری:

$$k = \frac{D_f^2}{64(1-\phi)^{3/2}\{1+56(1-\phi)^3\}}$$

رابطه **Kyan** برای تخلخل موثر:

$$\phi_e = N_e^2(1-\phi)(0.5/\pi)$$

که در آن **Ne** عدد تخلخل موثر می‌باشد و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N_e = [\pi/(1-\phi)0.5]^{1/2} - 2.5$$

با وارد کردن روابط فوق در قسمت **parameters** و **variables** نرم‌افزار، میزان تخلخل موثر (**fi**) و نفوذپذیری به دست آمد.

تخلخل کلی بستر سلولز استات ۰/۸ در نظر گرفته شد.

ادوات شبیه سازی- خواص سیال

سیال	خاصیت	مقدار	واحد
هوا	دانسیته	۱/۲۲۵	kg/m^3
	ویسکوزیته	$۱/۸\times۱۰^{-۵}$	Pa.s
	نفوذپذیری نسبی	۰/۶	۱
نیکوتین	دانسیته	۱۰۱۰	kg/m^3
	ویسکوزیته	۰/۰۰۱	Pa.s
	نفوذپذیری نسبی	۰/۴	۱

ادوات شبیه سازی- معادلات حاکم

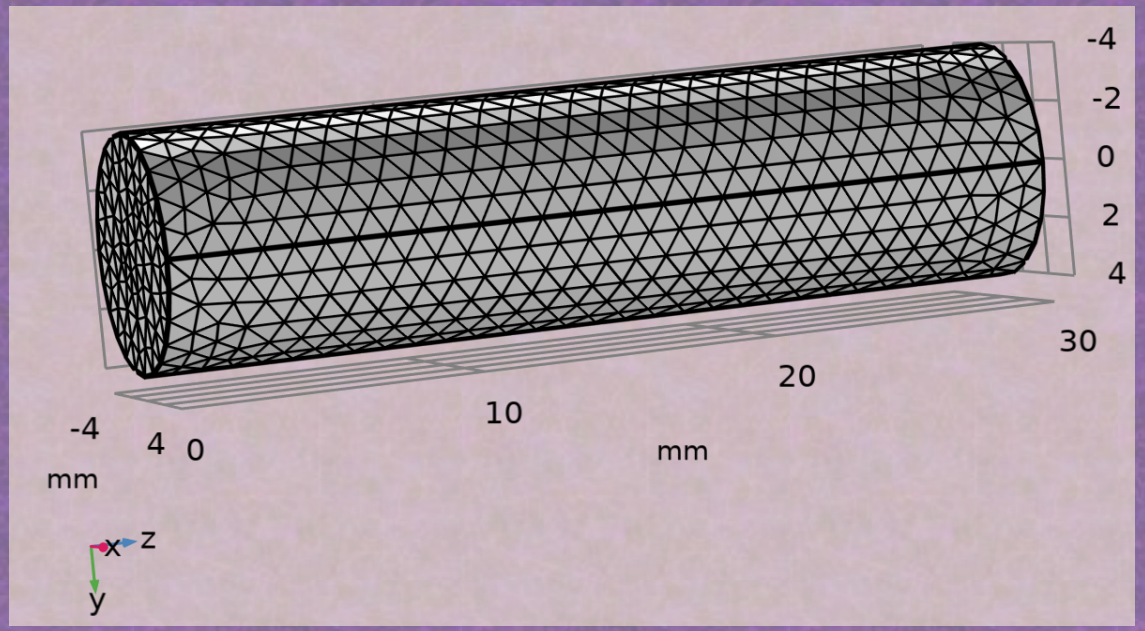
قانون دارسی دوفازی

$$\nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0, \quad \mathbf{u} = -\frac{\kappa}{\mu}\nabla p$$
$$\nabla \cdot (c1\mathbf{u}) = \nabla \cdot (D_c \nabla c1), \quad c1 = s_1 \rho_1$$

انتقال حرارت

$$\rho C_p \mathbf{u} \cdot \nabla T + \nabla \cdot \mathbf{q} = Q + Q_{ted}$$
$$\mathbf{q} = -k\nabla T$$

ادوات شبیه سازی- مش بندی



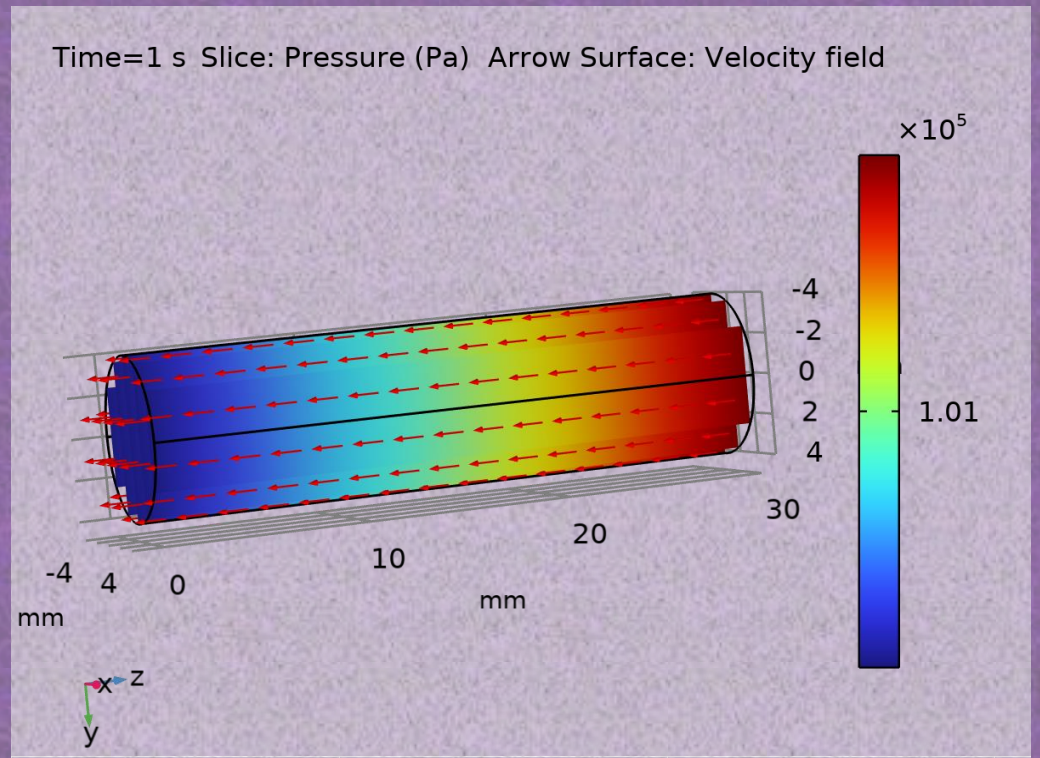
انجام همزمان شبیه‌سازی دو فیزیک

نوع مش ‘’Extra Fine’’

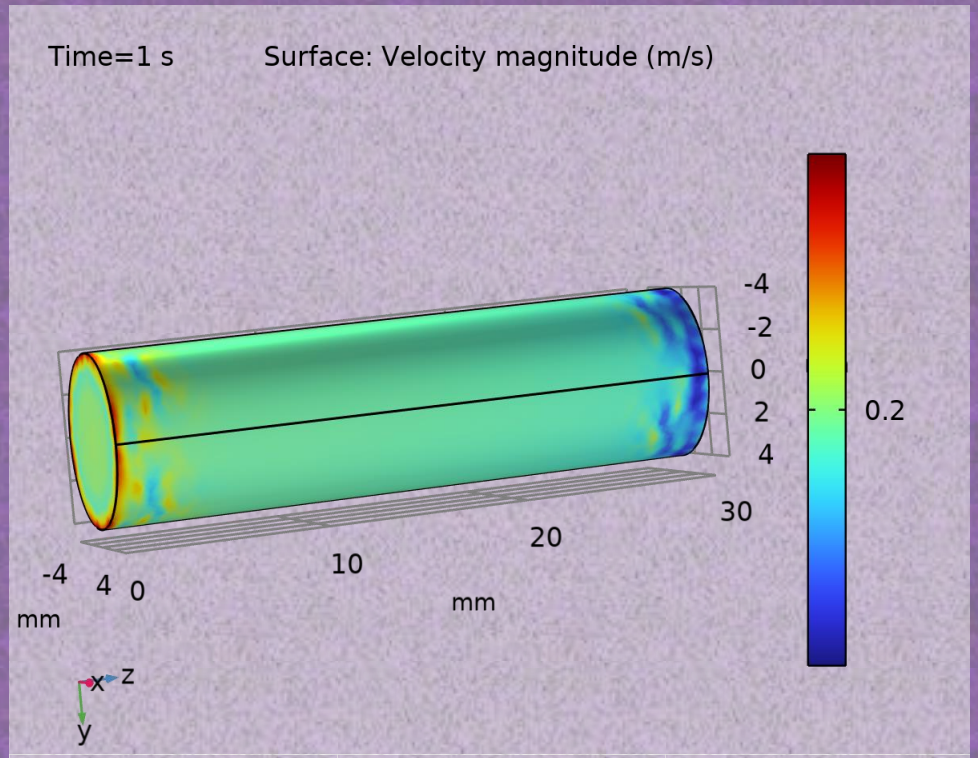
ادوات شبیه سازی- شرایط مرزی

جریان دارسی دوفازی	انتقال حرارت
شرط مرزی "no flow" برای اطراف و شرایط "inlet" و "outlet" برای ورودی و خروجی قسمت فیلتر در نظر گرفته شده است. در ورودی فیلتر سرعت ۰/۲ m/s و اشباع هوا برابر با ۰/۶ فرض شده است. در خروجی فشار ۱۰۱۳۲۵ Pa یا همان فشار اتمسفر فرض شده است.	در فیزیک انتقال حرارت دمای ورودی فیلتر برابر با 40°C و خروجی برابر با دمای اتاق فرض شده است. برای اطراف فیلتر شرط مرزی جابجایی فرض شده است.

نتایج شبیه سازی- فیزیک دارسی دوفازی

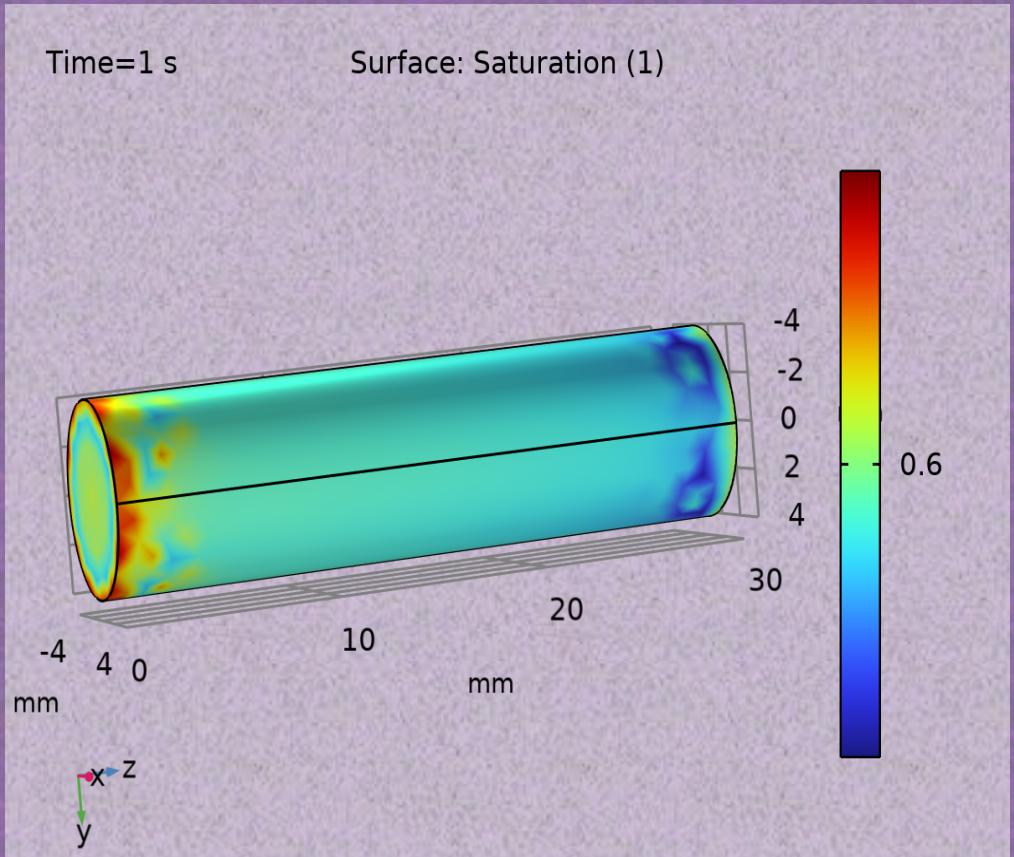


توزیع فشار وارده در سرتاسر فیلتر

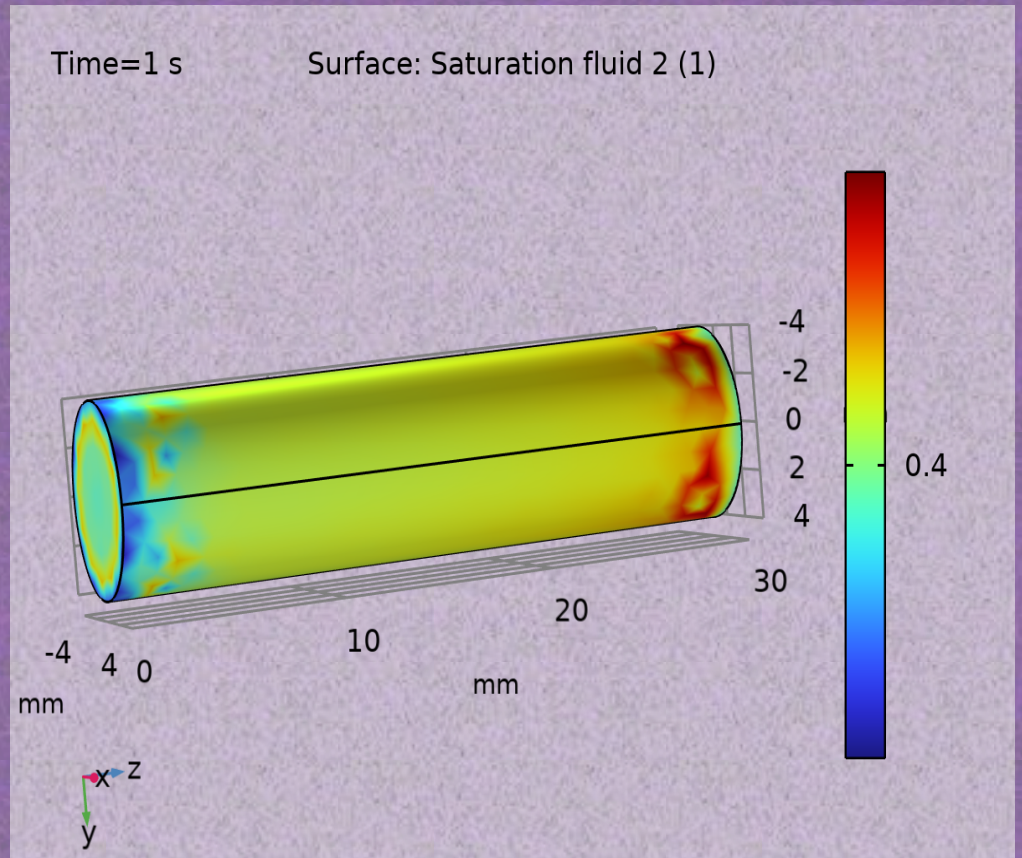


توزیع سرعت در نقاط مختلف فیلتر سیگار در این مطالعه

نتایج شبیه سازی- فیزیک دارسی دوفازی

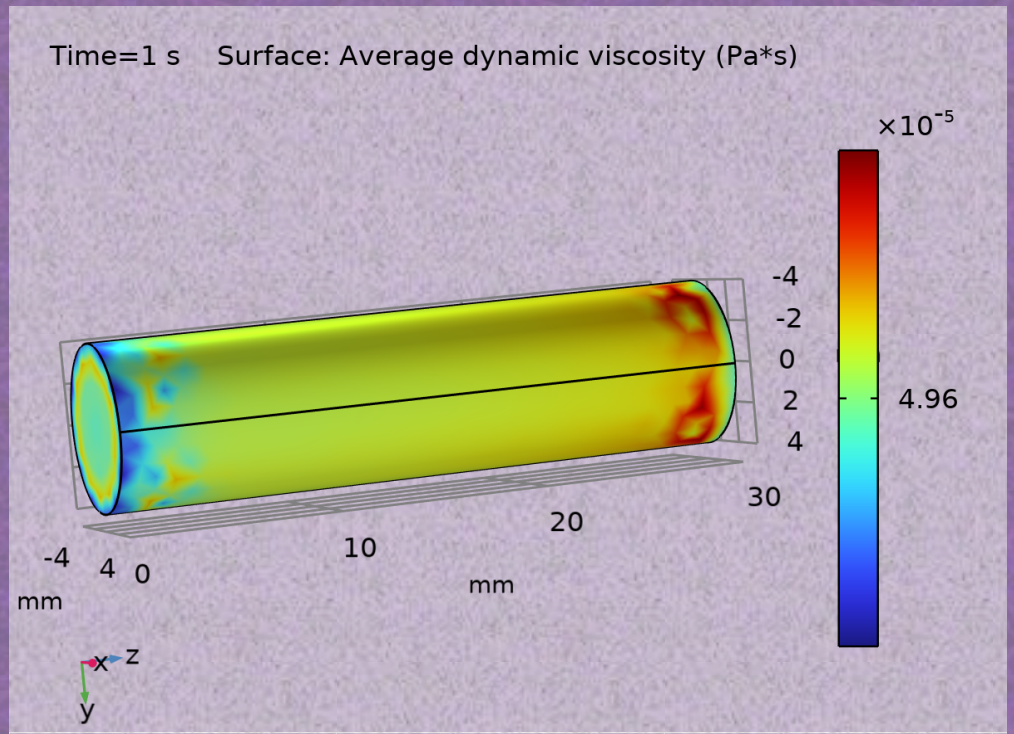


اشباعیت هوا در سراسر فیلتر در این مطالعه

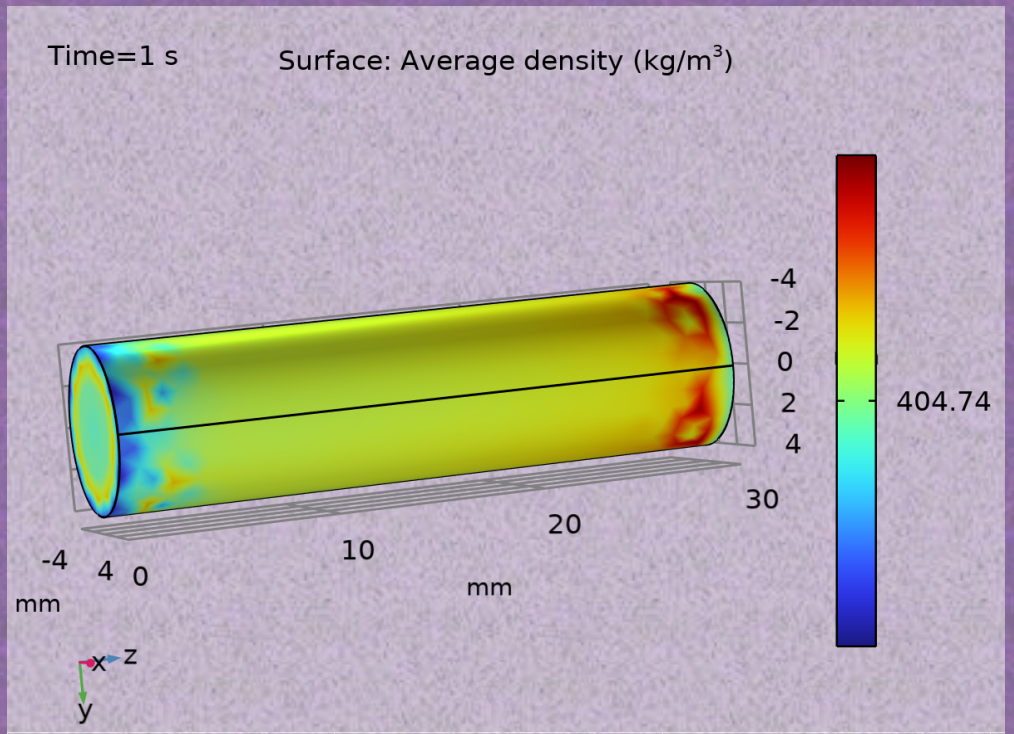


اشباعیت نیکوتین در سراسر فیلتر در این مطالعه

نتایج شبیه سازی- فیزیک دارسی دوفازی

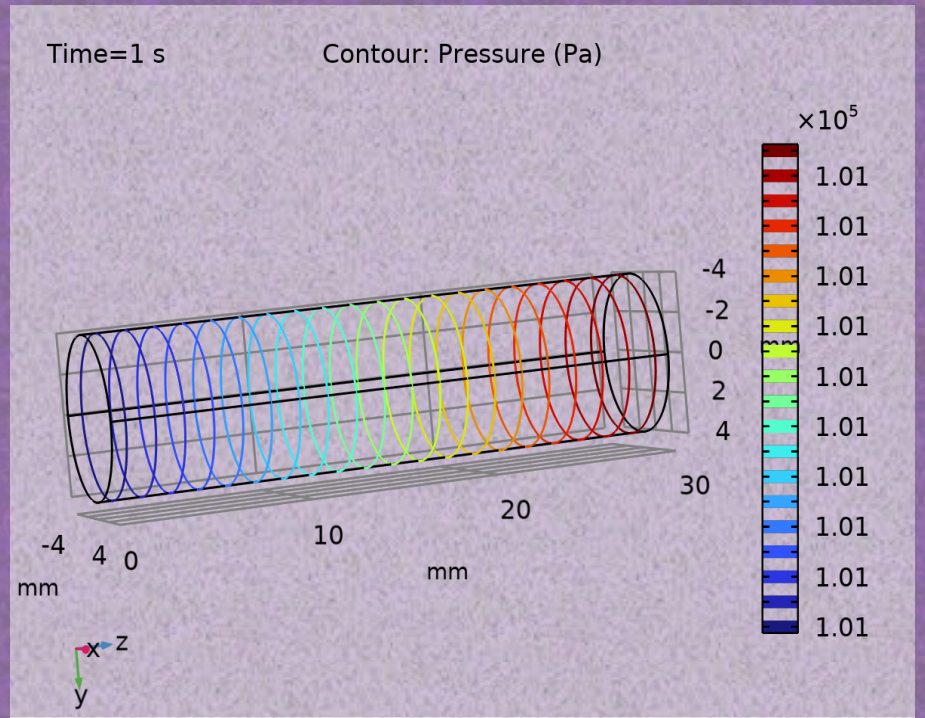


توزیع ویسکوزیته در سراسر فیلتر مورد مطالعه

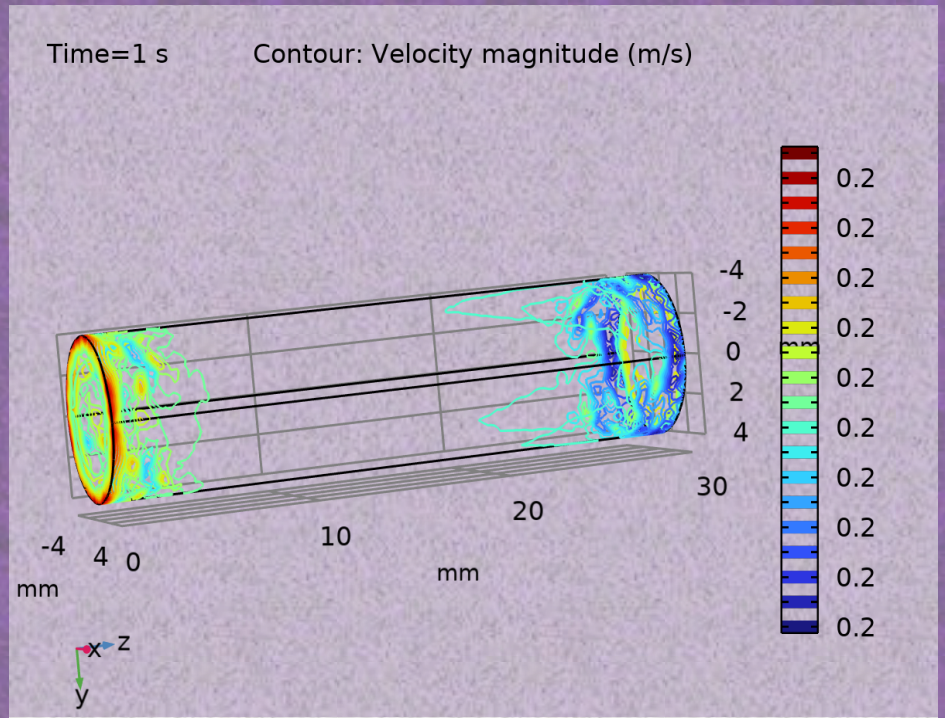


توزیع دانسیته در سراسر فیلتر مورد مطالعه

نتایج شبیه سازی- فیزیک دارسی دوفازی

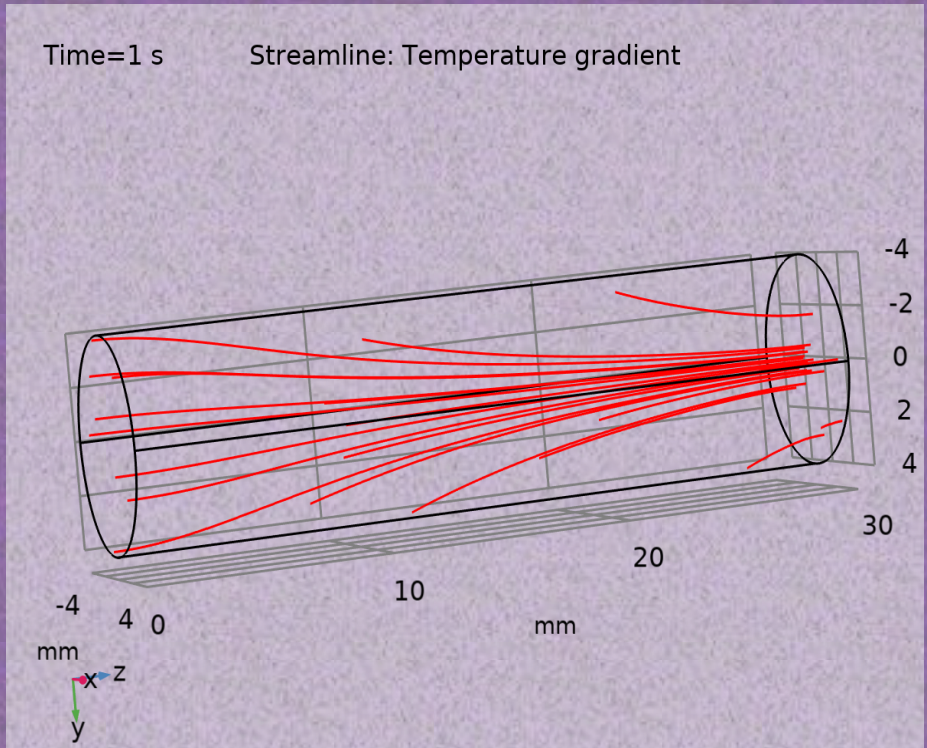


کانتور فشار در فیلتر مورد مطالعه

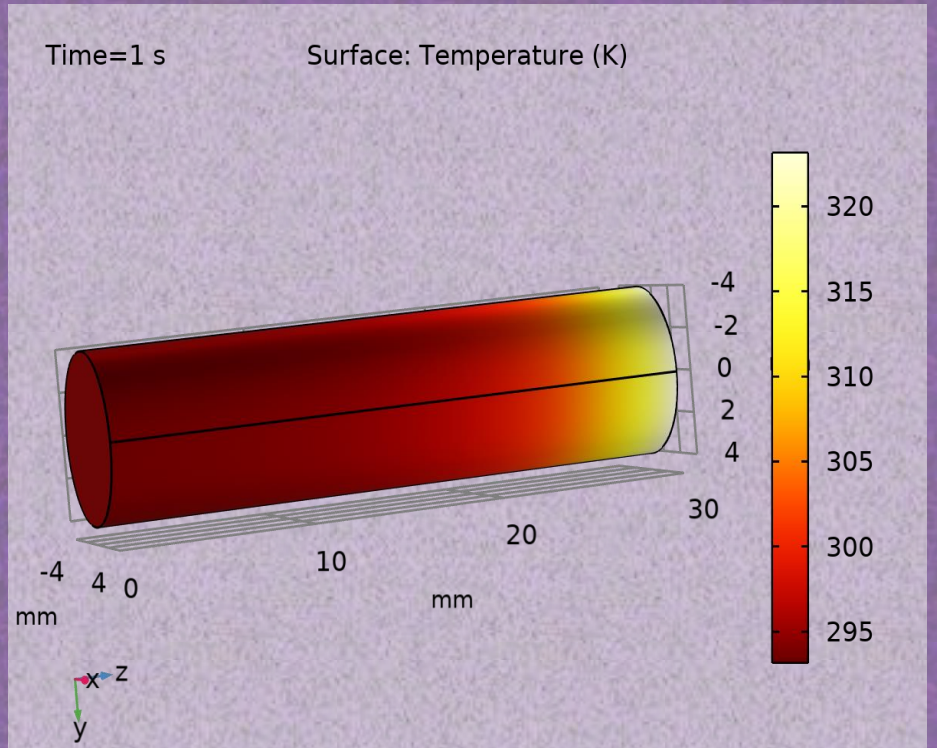


کانتور سرعت در فیلتر مورد مطالعه

نتایج شبیه سازی- فیزیک انتقال حرارت



خطوط جریان گرادیان دمایی در سراسر فیلتر مورد مطالعه



توزیع دمایی سراسر فیلتر مورد مطالعه

نتیجه گیری

- مکش وارده موجب تغییراتی در کانتورهای سرعتی و فشاری و همچنین اشتباعیت سیالات در نقاط مختلف فیلتر می‌شود.
- این تغییرات به دلیل ماهیت متخلخل محیط فیلتر و معادلات مربوطه تخلخل و نفوذپذیری آن‌ها خطی و منظم نبودند.

- به طور کلی، به دلیل مکش وارده، فشار و اشباعیت نیکوتین در نزدیکی پایانه سوختن، و سرعت و اشباعیت هوا در نزدیکی منبع مکش بیشتر می‌باشد.

پیشنهادات

انجام محاسبات قسمت تنباکو همزمان با قسمت فیلتر و به دست آوردن نتایج تکمیل تر

استفاده از فیزیک های بیشتر مانند جذب سطحی برای بررسی رفتار جذبی فیلتر مورد استفاده

استفاده از هندسه های پیچیده تر برای ترسیم رفتار محیط متخلخل

استفاده از معادلات دیگر برای به دست آوردن تخلخل

با تشکر از توجه شما