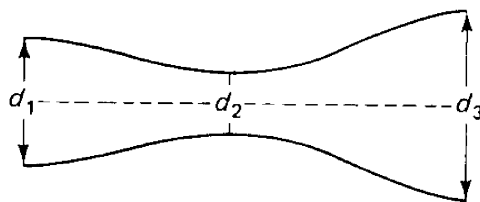




۱. شکل زیر یک ونتوری را نشان می‌دهد. با فرض یکنواخت بودن پروفیل سرعت در هر مقطع ونتوری، در مورد اندازه فشارهای استاتیک، دینامیک و مجموع آنها در هر یک از مقاطع ۱ و ۲ و ۳ بحث کنید.



۲. در مساله قبل، در صورتی که هوا با دبی ۴ متر مکعب بر ثانیه در ونتوری جریان داشته باشد و قطر مقاطع ۱، ۲ و ۳ به ترتیب برابر با ۶۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متر باشند؛ با دانستن اینکه فشار خروجی از مجرا برابر ۱ اتمسفر است، اندازه سرعت و فشار در مقاطع سه‌گانه نشان داده شده را محاسبه نمایید.

۳. هواپیمایی را در نظر بگیرید که با سرعت V در حال حرکت است. در مورد کاربرد رابطه برنولی از دیدگاه دو ناظر زمینی و ناظر متحرک با هواپیما و صحت هر یک بحث کنید.

۴. الف) برای جریان تراکم‌ناپذیر در داخل لایه مرزی، پروفیل سرعت به صورت زیر داده شده است:

$$\frac{u}{U} = \frac{3}{2} \frac{y}{\delta} - \frac{1}{2} \left(\frac{y}{\delta} \right)^3$$

که در آن $\frac{\delta}{x} = \frac{5}{\sqrt{Re_x}}$ بوده و معرف ضخامت لایه مرزی است.

چرخشی یا غیرچرخشی بودن جریان در داخل و خارج لایه مرزی را تعیین کنید.

ب) برای جریان تراکم‌ناپذیر بین دو صفحه موازی، که صفحه پایین ثابت بوده و صفحه بالایی با سرعت ثابت U_0 حرکت می‌کند، با صرفنظر از گرادیان‌های فشار؛ براساس فیزیک مساله و شرایط مرزی آن ابتدا رابطه‌ای برای پروفیل سرعت بدست آورده و سپس در مورد چرخشی یا غیرچرخشی بودن میدان سرعت تحقیق کنید.

۵. در چه شرایطی رابطه برنولی برای هر دو نقطه دلخواه از میدان قابل کاربرد است؟ توضیح دهید.

آیا میدان لایه مرزی مساله ۴. الف چنین شرایطی را دارد؟

۶. در یک جریان، مولفه‌های سرعت به صورت زیر هستند:

$$u = -\frac{y}{x^2 + y^2} \quad ; \quad v = \frac{x}{x^2 + y^2}$$

الف) آیا میدان داده شده معرف یک جریان تراکم‌ناپذیر است؟

ب) در مورد چرخشی یا غیرچرخشی بودن میدان سرعت چه می‌توان گفت؟

۷. استوانه بسیار بلندی را در نظر بگیرید که در یک جریان دائمی و غیرلزج قرار گرفته است. سرعت در اطراف این استوانه در مختصات استوانه‌ای به صورت زیر داده شده است

$$V(r, \theta) = \left(-V_0 \cos \theta + \frac{a^3 V_0}{r^2} \cos \theta \right) e_r + \left(V_0 \sin \theta + \frac{a^3 V_0}{r^2} \sin \theta \right) e_\theta$$

- الف) براساس میدان سرعت داده شده و فیزیک مساله، مقدار شعاع استوانه را تعیین کنید.
- ب) شیب خط جریان در فاصله ۳ برابر شعاع استوانه و زاویه ۴۵ درجه را بدست آورید.
- ج) رابطه سرعت و شتاب روی سطح استوانه بر حسب زاویه بدست آورید.
- د) براساس رابطه سرعت روی سطح استوانه، نیروی وارد شده بر استوانه را تعیین کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
۸. میدان سرعتی به صورت زیر را در نظر بگیرید:

$$u = 3 + 6xy + t^2 ; \quad v = -xy^2 - 4t ; \quad w = 5$$

شتاب کلی در زمان $t = 2$ و موقعیت $(3, 1, 2)$ را بدست آورید.

۹. در بحث آنالیز ابعادی، سه نوع تشابه به صورت هندسی، سینماتیکی و دینامیکی تعریف می‌شود. با بیان مفاهیم هر یک از این تشابه‌ها، توضیح دهید که آیا این تشابه‌ها مستقل از یکدیگر هستند یا به هم وابسته‌اند؟

۱۰. تویی را در نظر بگیرید که با سرعت زاویه‌ای ω و سرعت خطی V در حال حرکت در هوا است. با در نظر گرفتن لزجت جریان عبوری از روی توپ، همواره گشتاوری به توپ اعمال می‌شود که سعی در کاهش سرعت زاویه‌ای آن دارد.

الف) براساس تئوری باکینگهام، گروه‌های بی‌بعد حاکم بر این مساله را تعیین کنید.

ب) دو توپ که قطر یکی از آن‌ها نصف دیگری است را در نظر بگیرید. در صورتی که در هر دو مورد سیال عامل هوا باشد، برای برقراری تشابه دینامیکی، سرعت زاویه‌ای دو توپ چه رابطه‌ای باید با هم داشته باشند؟ در مورد اندازه گشتاور وارد بر این دو توپ چه می‌توان گفت؟