نیروی برا و پسا

پارسا رنگریز

آزمایشگاه فیزیک ۳، دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف

۱ فشار قسمت‌های مختلف یک بال

۱.۱ توضیحات

می‌خواهیم میانگین فشار در دو طرف بال را در حالت زاویه حمله صفر و زاویه حمله ۲۰ بسنجیم تا به صورت کیفی به تاثیر زاویه حمله پی ببریم. و از طرفی به تفاوت نقاط مختلف بال هم می‌توان پی برد.

۲.۱ جدول

در زوایه غیر صفر در مقایسه با زاویه صفر هم میانگین فشار بالا و پایین بلا بیشتری داریم و هم اختلاف فشار بیشتری را شاهدیم.

۲ رابطه مقاومت هوا و سرعت باد

۱.۲ توضیحات

اگر جسمی در مقابل جریان هوایی با سرعت v قرار گیرد، نیروی مقاومت F_R که به آن وارد می‌شود بر اساس رابطه زیر بدست می‌آید

$$F_R = c_w f_p q = \frac{1}{2} c_w f_p \rho v^2 \qquad (۱)$$

شماره سوراخ از قسمت پهن	فشار بالای بال	فشار پایین بال	اختلاف فشار (پایین منهای بالا)
1	0.1	0.1	0
2	0.1	0.2	0.1
3	0.1	0.2	0.1
4	0.1	0.2	0.1
5	0.1	0.2	0.1
6	0.1	0.2	0.1
7	0.1	0.1	0
8	0.1	0.1	0.1
میانگین	0.0625	0.1625	0.1

جدول ۱: فشار قسمت‌های مختلف بال با زاویه حمله صفر درجه

شماره سوراخ از قسمت پهن	فشار بالای بال	فشار پایین بال	اختلاف فشار (پایین منهای بالا)
1	0.1	0.3	0.2
2	0.1	0.3	0.2
3	0.1	0.2	0.1
4	0.1	0.2	0.1
5	0.1	0.2	0.1
6	0.2	0.2	0
7	0.1	0.1	0
8	0.1	0.1	0
میانگین	0.0875	0.2	0.1125

جدول ۲: فشار قسمت‌های مختلف بال با زاویه حمله غیر درجه

q/hPa	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7
F_R/mN	18	24	30	36	44	56

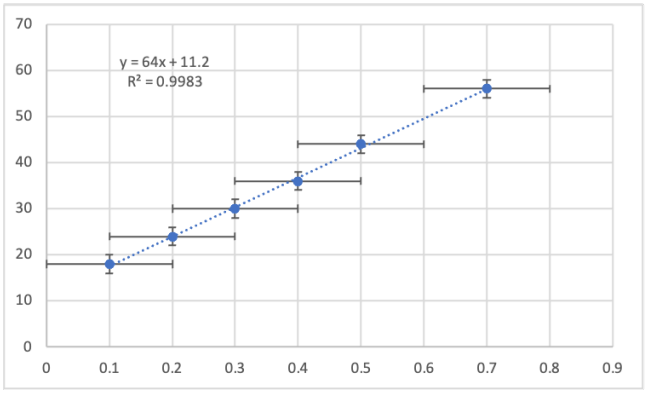
جدول ۳: نیروی مقاومت وارد بر جسم بر حسب فشار دینامیکی

در این معادله c_w ضریب مقاومت جسم است که به هندسه آن مربوط است. در این آزمایش از نیم کره استفاده شده است که داریم $c_w = 1.17$. f_p سطح مقطع جسم است که به صورت عمود به جریان هوا برخورد می‌کند. q همان فشار دینامیکی یعنی اختلاف فشار سیال ساکن و سیالی است که با سرعت v حرکت می‌کند. ρ نیز چگالی هواست.

در فشار دینامیکی‌های مختلف، با اندازه‌گیری نیروی مقاومت می‌توان نموداری رسم کرد که شیب خط نمودار برابر با $c_w f_p$ می‌شود. با اندازه‌گیری f_p می‌توان c_w را به صورت تجربی بدست آورد و با مقدار دقیق آن مقایسه کرد.

۲.۲ جدول

شکل ۱: نمودار جدول ۳



در رابطه با خطاها، خطای فشار دینامیکی برابر با $0.1hPa$ است و خطای نیرو برابر با $2mN$ است.

4.94	3.55	2.55	d/cm
19.167	9.898	5.107	A/cm^2
96	52	28	F_R/mN
0.3880	0.2789	0.2003	$\Delta A/cm^2$

جدول ۴: نیروی مقاومت وارد بر دایره‌ها بر حسب مساحت آن‌ها برای فشار دینامیکی $q = 0.4hPa$

این دو خطا هر دو به دلیل دقت دستگاه اندازه‌گیری است.

۳.۲ نمودار

۳ رابطه مقاومت هوا و سطح مقطع جسم

۱.۳ توضیحات

مشابه قسمت قبلی است با این تفاوت که جسم دیک است و با مساحت‌های مختلف آزمایش را تکرار می‌کنیم ولی در فشار دینامیکی ثابت.

نیروی مقاومت به دایره‌های مختلف را اندازه‌گیری کرده و با رسم نمودار نیروی مقاومت بر حسب مساحت سطح مقطع، می‌توان به شیب خط رسید. با دانستن q می‌توان c_w را به صورت تجربی بدست آورد و با مقدار واقعی آن مقایسه کرد.

۲.۳ جدول

در رابطه با خطاها، خطای کولیس $0.05cm$ است و در نتیجه خطای مساحت به صورت زیر خواهد بود:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \implies \Delta = \frac{\phi d \Delta d}{2} \qquad (۲)$$

مقدار این هطا در سطر چهارم جدول ۴ وارد شده است. خطای نیرو هم مشابه قسمت قبلی، $2mN$ است.

۳.۳ نمودار

۴ نیروی برا و نیروی مقاومت

۱.۴ توضیحات

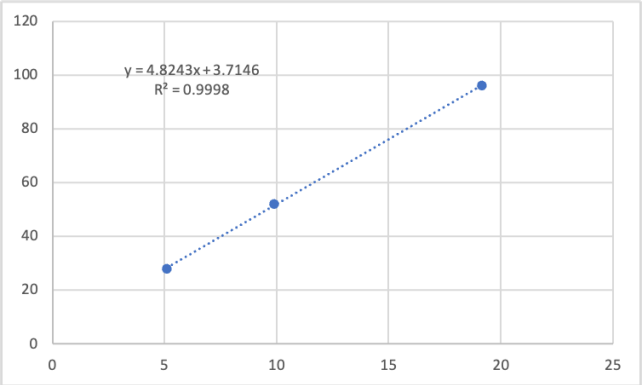
در این بخش هم نیروی برا و هم نیروی مقاومت را در نظر می‌گیریم و وابستگی آنها به پارامترها را می‌سنجیم. و در مورد ضریب مقاومت و برا هم می‌توان با استفاده از معادلات‌مان نظر داد. معادله نیروی مقاومت را در بخش‌های قبل دیدیم. نیروی برا هم از معادله مشابهی تبعیت می‌کند

$$F_A = c_a f_p q = \frac{1}{2} c_A f_p \rho v^2 \qquad (۳)$$

۲.۴ اندازه‌گیری نیروی مقاومت و برا بر حسب فشار دینامیکی

خطاها هم در فشار دینامیکی، $0.1hPa$ است و خطای نیروها $2mN$ است.

شکل ۲: نمودار جدول ۴

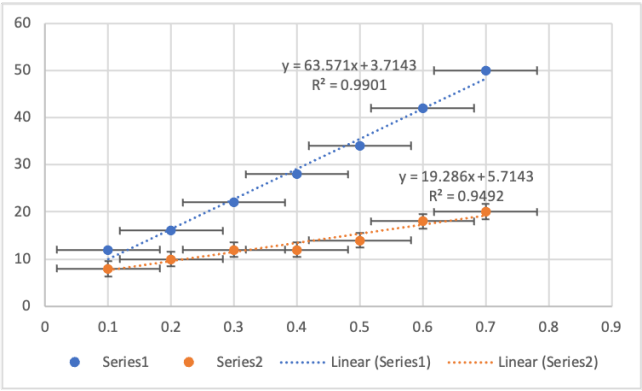


0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	q/hPa
50	42	34	28	22	16	12	F_A/mN
20	18	14	12	12	10	8	F_R/mN

جدول ۵: نیروی مقاومت و برا، بر حسب فشار دینامیکی برای جسم مستطیلی با زاویه حمله ۲۰ درجه

۳.۴ نمودار

شکل ۳: نمودار جدول ۵ (ν_2)



35.616	11.664	17.6714	A/cm^2
92	42	36	F_A/mN
34	22	12	F_R/mN
0.634	0.3615	0.4455	$\Delta A/cm^2$

جدول ۶: نیروی برا و مقاومت وارد بر مستطیل‌های تخت بر حسب مساحت آن‌ها با زاویه حمله ۲۰ درجه و فشار دینامیکی $q = 0.5hPa$

۵ اندازه‌گیری نیروی مقاومت و برا بر حسب سطح مقطع جسم

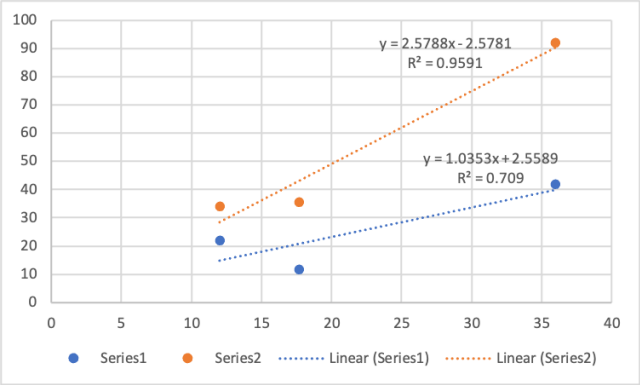
۱.۵ جدول

خطای نیروها $2mN$ است. خطای مساحت هم از رابطه زیر تبعیت می‌کند که در جدول ذکر شده است که a طول و b عرض مستطیل است.

$$\Delta A = ab \implies \Delta = b\Delta a + a\Delta b \qquad (۴)$$

۲.۵ نمودار

شکل ۴: نمودار جدول ۶



۶ اندازه‌گیری نیروی برا و مقاومت بر حسب زاویه حمله

۱.۶ جدول

خطای نیرو $2mN$ و خطای زاویه یک درجه است.

۲.۶ نمودار

70	60	50	40	27.5	25	20	15	10	θ
76	98	120	132	118	112	92	60	32	F_A/mN
188	170	138	106	62	52	34	16	10	F_R/mN

جدول ۷: نیروی مقاومت و برا، برای جسم مستطیلی شکل برای زاوایای مختلف. مقدار فشار دینامیکی برابر است با $q = 0.5hPa$

شکل ۵: نمودار جدول ۷