الفصل الثامن

قوة دفع الصواريخ

8-1 : قوة الدفع

8-2 : العزم

8-3 : الإشتعال وسرعة العادم

8-4 : الدفع

8-5 : المحركات وفوهاتها

8-6 : تعدد مراحل الصواريخ

قوة دفع الصواريخ[27]
Rocket Propulsion

ينص قانون اسحاق نيوتن الثالث للحركة علي أن (لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه). وبهذا القانون تعمل الصواريخ. حيث يتجمع الوقود في غرفة الاشتعال Combustion Chamber لتتحد كيميائيا وتنتج غازات ساخنة تزيد سرعتها وتقذف بسرعة عالية جدا من فوهة العادم الضيقة Nozzle. وقوة الدفع لمحرك الصاروخ تنتج من كفاءة التصميم الخاص للمحرك الذي يدفع الغازات بسرعة عالية جدا. وهذه نفس الظاهرة التي نشاهدها عند اندفاع الماء بشدة من من خرطوم مياه الحديقة عندما يكون ملقي علي الأرض فنشاهد حركة الخرطوم تكون عكس اتجاه اندفاع المياه منه. أو مشابهه لإرتداد البندقية أو المدفع للخلف عند إنطلاق القذيفة منه للأمام.

8-1 : قوة الدفع :

الدفع Thrust هو القوة التي تدفع الصاروخ أو المركبة الفضائية وتقاس بالرطل أو الكيلوجرام أو النيوتن، وهي تنتج من الضغط P_c الذي يؤثر علي جدار غرفة الإحتراق. ويوضح الشكل (8-1) غرفة الإحتراق وفوهة العادم التي يخرج منها الغاز. والضغط في غرفة الإحتراق غير متماثل، حيث يتغير الضغط داخل غرفة الإحتراق قليلا، لكن قرب الفوهة يتناقص الضغط إلي حد ما. والقوة الناتجة من ضغط الغاز في الغرفة لا تساوي قوة الضغط P_a خارج الغرفة، وتنتج قوة أو طاقة من الفرق بين الضغط الخارجي والضغط الداخلي. ويندفع الصاروخ في اتجاه مضاد لاتجاه خروج الغاز، ويكون الدفع إلي أعلى.

للحصول على أعلى سرعة للغازات الناتجة من الإحتراق يجب توفر درجة حرارة مرتفعة جدا وضغط مرتفع ينتج من الإحتراق، بإستخدام وقود عالي الطاقة يوفر أقل وزن جزئي ممكن للغازات الناتجة من الإحتراق. ومن الضروري تقليل ضغط الغاز

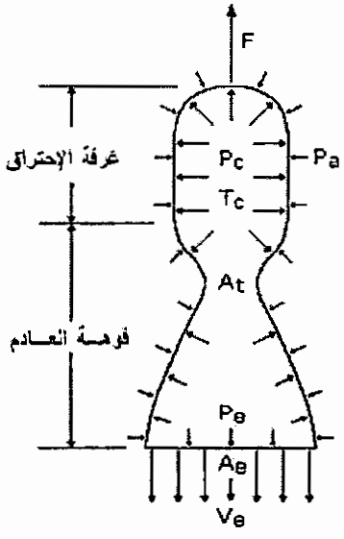
---

[27] هذا الباب من موقع : http://www.braeunig.us/space/propuls.htm

باسرع ما يمكن داخل الفوهة بتصميم نسبة كبيرة لمقطع الفوهة وتعرف نسبة المقطع بنسبة مساحة فوهة الخروج A_e إلي مساحة الفتحة التي بين غرفة الإحتراق وفوهة الخروج A_t وتسمي الحلق. أي يلزم أن تكون A_e أكبر بكثير من A_t .

2-8 : العزم الثابت Conservation Momentum :

عزم الجزىء هو حاصل ضرب الكتلة في السرعة $p= mv$. وقانون نيوتن الثاني للحركة ينص علي أن "القوة المؤثرة علي جسم مساوية لمعدل تغير العزم للجسيم" أى $F = \frac{dP}{dt} = m\,a$. إذا كان لدينا نظام من الجسيمات فإن العزم الكلي



الشكل (1-8) شكل تخطيطي مبسط لمحرك الصاروخ.

لهذا النظام يكون مساويا لمجموع عزم كل جسيم. وإذا لم توجد أي قوة خارجية تؤثر علي النظام فإن العزم الكلي للنظام يظل ثابتا. ويسمي هذا بقاعدة ثبات العزم. دعنا نري كيف نطبق هذه القاعدة علي ميكانيكا الصواريخ.

نتصور صاروخ يتحرك في فضاء خالي من الجاذبية، سيتم اشعال محرك الصاروخ لفترة زمنية مقدارها Δt وأثناء هذه الفترة تندفع الغازات منه بمعدل ثابت وبسرعة ثابتة بالنسبة للصاروخ Exhaust velocity. وبفرض عدم وجود قوي خارجية مثل الجاذبية أو مقاومة الهواء.

يوضح الوضع (أ) في الشكل (2-8) وضع الصاروخ عند الإطلاق عند الزمن T، والكتلة الكلية للصاروخ والوقود M ، تتحرك بسرعة V بالنسبة لنقطة ما