ثورة السوبرسونيك

هذا المقال هو الجزء الأول من سلسلة ثورة السوبرسونيك.. لقراءة باقي السلسلة، تابعوا الجزء الثاني، الجزء الثالث، الجزء الرابع.

إن كنت من محبي الطائرات ومجال الطيران، أو شاهدت أحد معارض الطائرات ورأيت الطائرات تتباهى بقدراتها، فمن المؤكد أنك لاحظت ضبابةً تتشكل على شكل مخروط حول جسم الطائرة ورافق ذلك دوي انفجار ضخم كالرعد مع كميّة كبيرة من الأدرينالين والحماس يتدفق في داخلك. هذا ليس بالأمر الخطير، إنها مجرد طائرةٍ تخترق حاجز الصوت.

تحلق الطائرات التي تطير بسرعة أسرع من الصوت بنحو 768 ميلًا في الساعة (ما يعادل 1236 كيلومترًا في الساعة) عند مستوى سطح البحر، ويشار إلى وحدة تلك السرعات بالـ ماك **Mach**. وحدة الماك هي نسبة سرعة الطائرة إلى سرعة الصوت، النسبة بين السرعة

المحلية في وسط ما وسرعة الصوت في ذلك الوسط نفسه. الرحلة الأسرع من 1 ماك هي الأسرع من الصوت وتتضمن سرعات تصل إلى خمس مرات أسرع من سرعة الصوت، أو 5 ماك.

الطيران الأسرع من الصوت هو واحد من أربعة أنظمة جوية، وتلك الأنظمة هي: دون الصوت "**Subsonic**"، القريب من الصوت "**Transonic**"، الأسرع من الصوت "**Supersonic**" وفوق الصوت "**Hypersonic**". وستتخصص هذه السلسلة في الحديث عن الأنظمة الجوية الأسرع من الصوت.

تاريخ الطائرات الأسرع من الصوت

في عام 1903 قاد أورفيل رايت **Orville Wright** أول رحلة جويةٍ بسرعة 7 أميال في الساعة. وبعد أربعة وأربعين عامًا، قام النقيب تشارلز إي (تشاك) ييجر **Charles E. "Chuck" Yeager** من سلاح الجو بكسر حاجز الصوت عند سرعة 700 ميل في الساعة في بيل **X-1**، ليصبح أول شخص يحلق بطائرة أسرع من الصوت.

بحلول عام 1958، حققت الطائرات المقاتلة في جميع أنحاء العالم تجارب لاختراق حاجز الصوت، وظهرت أجيال جديدة من المقاتلات. على الرغم من أنه مع مرور الوقت، طور الاتحاد السوفيتي **Soviet Union** مقاتلات أكبر وأسرع.

بدأ أول مشروع رئيسي للدول الأوروبية لتصميم وبناء طائرة أسرع من الصوت في 29 تشرين الثاني/نوفمبر 1962، عندما وقعت بريطانيا وفرنسا معاهدة لتقاسم التكاليف والمخاطر في إنتاج الكونكورد **Concorde**. ولم تكن الدولتان وحدهما في السباق، فقد بنى الاتحاد السوفيتي دلتا وينغ **Delta-wing Tupolev Tu-144**، التي حلقت للمرة الأولى في كانون الأول/ديسمبر 1968، وفي حزيران/يونيو 1969 كانت أول طائرة ركاب تحلق بسرعة تزيد عن 1 ماك.

ألغت شركة بوينج **Boeing** قبل خمسة عشر عامًا تقريبًا خططًا لبناء شركة سونيك كروزر القريبة من سرعة الصوت **near-supersonic Sonic Cruiser**، وهي المحاولة الكبيرة الأخيرة التي قام بها صانع كبير لإنجاز مشروع النقل التجاري الأسرع من الصوت.

الآن تدعم الخطوط الجوية اليابانية **Japan Airlines** ومجموعة فيرجين **Virgin Group** واحدة من المشاريع الثلاثة الأسرع من الصوت في الولايات المتحدة الأمريكية USA، وهي شركة بووم تكنولوجي **Boom Technology** التي تتخذ من دنفر **Denver** مقرًا لها والتي تخطط لطائرة من 55 مقعدًا لدرجة رجال الأعمال.

ما الذي يطير بسرعة أسرع من الصوت؟

تمثل رصاصة البندقية مثال لشيء يطير بسرعة أسرع من الصوت، الطائرات المقاتلة العسكرية تطير أيضا بهذه السرعة، وكذا يتحرك مدار مكوك الفضاء بسرعات أسرع من الصوت أثناء أجزاء من مهمته.

كانت الكونكورد الأكثر طلبًا للسفر بسرعة أسرع من الصوت، وكانت السرعة القصوى لطائرة الكونكورد أكثر من ضعف سرعة الصوت، فيمكن أن يسافر الراكب من لندن **London** إلى نيويورك **NewYork** في أقل من ثلاث ساعات ونصف الساعة. وهذا حوالي نصف مقدار الوقت الذي تستغرقه الطائرات النموذجية (التجارية) للطيران بنفس المسافة. الآن طائرة الكونكورد لم تعد قيد الاستخدام،

وقد حلقت للمرة الأخيرة في عام 2003.

ما هو الانفجار الصوتي "**Sonic Boom**"؟

الانفجار الصوتي موجة صادمة صاخبة تشبه الرعد يسمعها شخص على الأرض عندما تطير طائرة بسرعة أكبر من سرعة الصوت يتفاعل الهواء مثل السائل مع الأجسام الأسرع من الصوت. عندما تسافر الأجسام عبر الهواء، تدفع جزيئات الهواء جانبًا بقوة كبيرة وتشكل هذه القوة موجة صدمة، مثل الموجة التي تنشأ عن قارب يتحرك في الماء.

تشكل موجة الصدمة مخروطًا من الهواء المضغوط. يُسمع الإطلاق الحاد للضغط بعد تراكم موجة الصدمة كانفجار صوتي، وهو يشبه ضغط دبوس لبالون مسببًا انفجاره.

يمكن أن يؤدي الانفجار الناجم عن اختراق حاجز الصوت إلى تهشم النوافذ، ولكن هذا الأمر نادر الحدوث بالنسبة للتطبيقات المدنية. ويمكن قياس شدة دوي الانفجار بوحدة الباوند في القدم المربع "**psf**" من ضغط الهواء. قد تتحمل المباني صدمة تصل 11 باوندًا في القدم المربع دون التعرض للضرر. وقد سجلت الكونكورد قياسًا أقل من 2 باوند في القدم المربع، ما يشكل خطرًا طفيفًا على الهياكل والمعالم التاريخية، ولكن ليس أكثر من ظروف الطقس الطبيعية.

وبالتالي قد يشكل الانفجار الناجم عن اختراق الطائرات الأسرع من الصوت لحاجز الصوت تحديًا تقنيًا صعبًا يعيق تحقيق النقل المدني الأسرع من الصوت في المستقبل.

تعمل الأيكاو **ICAO** في الوقت الحاضر على تداول المعايير الدولية لدوي الانفجار من خلال اختبارات باستخدام محاكاة الانفجار الصوتي لتقييم كيفية شعور التجمعات السكنية بها وكيف تتأثر المباني بها.

مع محاكاة الانفجار الصوتي **sonic boom simulator**، يوجد مكبر صوت كبير للتردد المنخفض على الحائط في غرفة لاستشعار التغيّرات في الضغط الصوتي للنظام. ينتج جاكسا سونيك بووم **JAXA's sonic boom simulator** انفجارًا صوتيًا محاكيًا باستخدام ثمانية مكبرات صوت كبيرة للترددات المنخفضة- أربعة مكبرات صوت في الأمام والخلف، وأربعة مكبرات صوت صغيرة للترددات العالية- باستخدام هذا النظام، يطلب من المستمعين الاستماع إلى شدة دوي الانفجارات ذات الترددات المختلفة والإبلاغ عن التقييمات الخاصة بهم، الذي بدوره قد يخلق رضى وتسامح البشر صوب تلك الظاهرة فيما بعد.

اليوم تدرس وتختبر ناسا الأجهزة التي يمكن استخدامها على متن الطائرات لتقليل تأثير الضجيج الناجم عن الرحلات الجوية الأسرع من الصوت.

لماذا تدرس وكالة ناسا الفضائية الطائرات الأسرع من الصوت؟

تدرس وكالة ناسا الفضائية الناقلات الجوية الأسرع من الصوت كجزء من أبحاثها في مجال الطيران، حيث تدرس وكالة ناسا النظم الأساسية دعمًا لنظام النقل الجوي في البلاد وذلك بهدف تطوير المركبات الجوية والفضائية في المستقبل.

إن تعلّم المزيد عن تقنيات الطيران الأسرع من الصوت يساعد الطائرات المصممة حديثًا لدى وكالة ناسا في أداء أفضل بسرعات أسرع من الصوت. يمكن أن يساعد أيضًا في تصميم المركبات الجديدة المستخدمة لاستكشاف الفضاء، حيث إن المركبات الفضائية تطير

بسرعة فرط صوتية **Hypersonic** أيضًا.

تطير الصواريخ من مثل مكوك الفضاء (المركبة الفضائية) بسرعة أسرع من الصوت بعد نحو 45 ثانية من إطلاقها، وتستمر حتى بعد دقيقتين من الإطلاق، حيث يتسارع المكوك من 1 ماك إلى 5 ماك.

تحلق المركبات الفضائية بسرعة تفوق الصوت عند اختراقها غلاف الأرض الجوي العلوي، وعند العودة بأدراجها تبطئ المركبة الفضائية سرعتها لما هو أسرع من الصوت، وتتحرك المركبة الفضائية بسرعة أعلى من الصوت عندما تصل الى الجزء السفلي من الغلاف الجوي للأرض وهي تقترب من الهبوط.

كيف تدرس وكالة ناسا برنامجها للمركبات الجوية الأسرع من الصوت؟

تدرس ناسا رحلة الأسرع من الصوت في ثلاث طرق. يمكن لباحثي ناسا محاكاة الطيران الأسرع من الصوت باستخدام نماذج صغيرة من الطائرات في تجارب نفق الرياح **Wind tunnel test**. أنفاق الرياح هي مَرافق على شكل أنبوب يتحرك الهواء فيه فوق النموذج كما لو كان يحلق، وهي تساعد الباحثين على معرفة المزيد عن الطائرة وكيفية الطيران واختبار تصاميم جديدة.

كما يعتد الباحثون بتحليق الطائرات الأسرع من الصوت الفعلية والتي تم تعديلها للتجارب البحثية، وقد شاركت ناسا في تجارب الطيران الأسرع من الصوت منذ الأربعينيات. تشارك وكالة ناسا مع القوات الجوية الأمريكية أو الشركات البحرية والطائرات الأمريكية لبناء طائرات تجريبية مثل طائرات إكس.

كانت أول طائرة إكس تدعى أكس ون X-1، وهي أول طائرة لكسر حاجز الصوت. بعد تسع سنوات في عام 1956، أصبحت X-2 أول طائرة تصل إلى 3 ماك. طائرات مثل إكس بي- 70 وتسمى أيضًا فالكيري **Valkyrie XB-70/X-29** والتي تم اختبار تصاميم الجناح الجديدة كأولى الطرق، والثانية عندما اختبرت طائرات تجريبية أخرى مواد جديدة يمكن استخدامها لجعل الطائرات أسرع.

الطريقة الثالثة التي تدرس فيها ناسا الطائرات الأسرع من الصوت هي من خلال المحاكاة الحاسوبية **Simulation Compuer**، ويشار إلى المحاكاة الحاسوبية عادة باسم ديناميكا الموائع الحسابية **Computational fluids dynamics (CFD)**.

منحني الابتكار

تسلق منحني التعلم هو مثل تسلق الجبال. فشلت جهود الكونكورد أو بوينغ 2707 لأنها حاولت الانتقال من القاعدة إلى قمة الجبل في مسار مستقيم. بدلًا من ذلك، تتطلب الصناعات مع منحنيات التعلم التجربة والخطأ من أجل العثور على مسارات قليلة تصل إلى قمة الجبل دون عواقب وخيمة ونهايات مخيبة للآمال. إن سوق الطائرات التجارية الأسرع من الصوت سوف يكون قادرًا على تكميم الانفجار وخفض التكلفة مع استخدام التقنيات المختلفة.

هل الطائرات الأسرع من الصوت آمنة للبيئة؟

أثارت المحاكاة التي أجراها مركز أبحاث ناسا غلين **NASA Glenn Research Center** من خلال أسطول من الطائرات التجارية الأسرع من الصوت على مدى عشر سنوات في ظل الظروف الجوية المتوقعة لعام 2020. تم تقييم ما مجموعه 24 سيناريو من خلال

معايير مختلفة مثل حرق الوقود، والتحليق بسرعات وارتفاع ثابت ومؤشر انبعاثات أكسيد النيتروجين **Nitrogen Oxide**. ويعتبر السيناريو الأكثر احتمالًا أن أسطولًا من الطائرات التجارية الأسرع من الصوت يحرق 18 مليون رطل من الوقود يوميًا على ارتفاع 15–17 كم، أو ما يقرب من 50000 إلى 56000 قدم، ما أدى إلى استنزاف الحد الأقصى لغاز الأوزون المحلي بنسبة 0.038%، وعلى سبيل المقارنة، فإن القلق في التسعينيات من أن التلوث يولد "ثقبًا" متناميًا في طبقة الأوزون تنبع من ملاحظات استنزاف الأوزون بنسبة تتراوح بين 20–60%.

في الواقع، فإن الانبعاثات في نطاق ارتفاع أقل من 13–15 كم تشكل بعضاً من غاز الأوزون في الجو، وإن كان بمعدل صغير مماثل، من خلال عملية تتعلق بظاهرة الأوزون الحضري **phenomenon of Urban Ozone**. وبالتالي تعتبر الطائرات الخاصة الأسرع من الصوت أساسًا محايدًا لطبقة الأوزون ضمن مجموعتها عند تحليقها بسرعة وارتفاع ثابت.

هل ستدمر الطائرات الأسرع من الصوت طبقة الأوزون؟

أثار الباحثون في السبعينيات نقاشًا ضخمًا بعد الافتراض أن انبعاثات أكسيد النيتروس **Nitrous Oxide** من أسطول طائرات الكونكورد قد تسبب ردود فعل تسهم في كارثة فقدان الأوزون. وأنشأت عدة حكومات وأكاديميات للعلوم لجانًا لمواصلة التحقيق في المطالبات. وقد رفضوها في نهاية المطاف على أنها لا أساس لها من الصحة، نظرًا لبيانات محدودة وغير مؤكدة! وكان الرأي القائل بأن انبعاثات الطائرات الأسرع من الصوت تشكل تهديدًا ضئيلًا لطبقة الأوزون وتم تدعيمها بعد أن أدرك الباحثون اللاحقون أن التجارب النووية التي أجرتها الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي قد ضخت كميات كبيرة من أكسيد النيتروجين والجسيمات الأخرى دون التسبب في مشاكل كبيرة في الأوزون.

وهذا لم يمنع مناهضي الكونكورد من نشر ادعاءات مبالغ بها بشأن المخاطر التي قد تصيب طبقة الأوزون. وكما قال الباحث في شؤون الطيران الأسرع من الصوت بريستون أ. هين **Preston A. Henne**: " كانت البداية صعبة لافتقار فهم موثوق به لعلوم الغلاف الجوي، وغياب مثل هذه المعرفة ترك الباب مفتوحًا للمغالاة والمضاربة والتضليل وخدمة أجندات سياسية". وقد تقدم علم الغلاف الجوي تقدمًا كبيرًا منذ السبعينيات، واليوم من المقبول على نطاق واسع أن الانبعاثات من الطائرات الأسرع من الصوت في طبقة الستراتوسفير السفلي **lower stratosphere** تشكل خطرًا ضعيفًا على طبقة الأوزون.

ومع تحرر النقل التجاري الأسرع من الصوت، ستندرج تحته ستة مصادر مختلفة على الأقل للتنظيم البيئي القائم، بما في ذلك المعايير المحلية لإصدار شهادات جودة، وقواعد ضوضاء المطارات، وبروتوكول مونتريال بشأن تلوث طبقة الأوزون. وبوجه عام، لم تصمم هذه اللوائح مع أخذ فريق الدعم الاستراتيجي في الاعتبار، مما يعني أنها قد تحتاج إلى تحديث الخطاب مع الوكالات الاتحادية مثل وكالة حماية البيئة الأمريكية "**EPA**" والهيئات الدولية مثل الأيكاو. وضع النقل التجاري الأسرع من الصوت في ظل اللوائح القائمة هي خطوة أساسية لتهيئة ظروف السياسة التي تحتاجها الصناعة لتزدهر، ولكن هذا لا يعني أن هناك حاجة إلى أي لوائح جديدة.

وللحكومات دور في احتياج المستهلكين باستيعاب التكلفة الاجتماعية لسلوكهم، بما في ذلك أكسيد النيتروجين وانبعاثات الكربون **Carbon**. ولكن طالما أن التكلفة محسوبة للقانون ينبغي أن تبقى محايدة فيما يتعلق بكيفية إنشاء الانبعاثات. هذا هو السبب في أن الاقتصاديين يفضلون سياسات مثل الضرائب على الكربون إلى حظر خاص على السلع أو الخدمات المكثفة للكربون.

- التاريخ: 2018-04-07
- التصنيف: تكنولوجيا

#الطيران #سرعة الصوت #السوبرسونيك #دون الصوت

المصطلحات

- **الستراتوسفير (stratosphere)**: الطبقة الرئيسية الثانية في الغلاف الجوي للأرض، وتقع مباشرةً فوق طبقة التروبوسفير.

المصادر

- NASA
- britannica
- traveller
- supersonicmyths
- JAXA

المساهمون

- إعداد
  - Mehmed Asch-Schaalan
- مُراجعة
  - علي مرعي
- تحرير
  - ليلاس قزيز
- تصميم
  - عمرو سليمان
- نشر
  - روان زيدان