AERO2010-3760

نهمين كنفرانس انجمن هوافضاي ايران
تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۲۱- ۱۹ بهمن ماه ۱۳۸۸

شبيه سازي بالچه هوشمند يک بالواره و بهينه سازي طول آن

محمد حسن جوارشكيان[۱]،علي اسماعيلي[۲]
۲و۱- دانشگاه فردوسي مشهد، دانشكده مهندسي، گروه مكانيک

چكيده

در اين تحقيق يک بالواره با بالچه هوشمند که تغيير مکان بالچه با استفاده از الگوی انحنای يک تير يک سرثابت و يک سر غلتکی طراحی و تاثير طول بالچه بر ضرايب آيروديناميکی به روش عددی بررسی شده است. در روش شبيه سازی از شبکه با سازمان استفاده و معادلات ناوير استوکس به روش حجم محدود گسسته و توسط الگوريتم فشار مبنا حل شده اند. مدل آشفتگی استفاده شده برای پيشبينی ويسکوزيته توربولانس مدل اسپالارت آلماراس می باشد. نتايج اين شبيه سازی نشان می دهد که نسبت در اين ضريب برا به پسا در طول بالچه يک دهم وتر بيشترين مقدار را دارد.

واژه هاي كليدي: *آيروديناميک- مواد هوشمند- بالواره- شبيه سازي*

مقدمه

تاريخ هوانوردي نشان مي دهد که درک کنوني ما از پرواز خيلي مديون به پروازهاي زيستي مي باشد. در سال هاي آغازين قرن بيستم و با ظهور برادران رايت و هم نسلان آنها توجه به سمت استفاده از مدل هاي طبيعي جلب شد و تلاش هاي کاربردي زيادي در جهت بهبود سرعت، برد و ارتفاع صورت گرفت. به همين خاطر از بالچه براي رسيدن به اين هدف استفاده شد. از طرفي بايد افزايش نياز به انرژي در آينده را مد نظر داشت. اکنون با ظهور کامپيوتر و پيشرفت هاي سخت افزاري و نرم افزاري و به موازات آن، توسعه الکترونيک و نيز مواد جديد، پتانسيل خوبي براي طراحي بال هاي هوشمند ايجاد شد که اين بال ها سبب بهبود کارايي آيروديناميکي، افزايش نسبت منظري، ساخت بال هاي مطلوب از ديدگاه آيروالاستيسته (از جنس مواد کامپوزيتي) مي شوند. رويکرد استفاده از اين تکنولوژي طي ده سال اخير شدت يافته که از دلايل مهم آن مي توان به جايگزيني بال هاي کنوني(که از سيستم هاي برازا استفاده مي کنند) با بال هاي هوشمند، ورود ميکرو پهپادها به صنعت و تلاش در جهت افزايش کارآيي آيروديناميکي آنها به منظور کاهش هزينه ها و افزايش قيمت سوخت نام برد. ورود تکنولوژي مواد هوشمند در صنعت هوافضا به سال ۱۹۶۹ بر مي گردد. به طوري که از سال ۱۹۶۹ به بعد بيش از يک ميليون از اين اتصالات در هواپيماهاي نظامي مورد استفاده قرار گرفته است. در سال ۲۰۰۳، فلورنس(Quackenbush) و همکاران به توسعه تکنولوژي هاي هوشمند پرداختند.

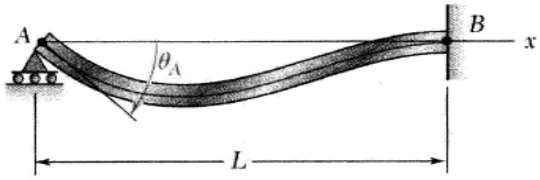
در اين تحقيق نشان داده شده که اين تکنولوژي باعث بهبود مشخصه هاي آيروديناميکي مي شود[۱]. در سال ۲۰۰۵، کوآکين بوش(Quackenbush) از اين تکنولوژي براي ايجاد قابليت تغيير شکل پذيري ورودي يک فن استفاده کرده است[۲]. در سال ۲۰۰۵، اينسرا(Phuriwat Anusonti-Inthra) از توزيع اين مواد بر روي اسپار(Spar) استفاده کردند[۳]. در سال ۲۰۰۵، چيناسامي (Chinnasamy) نشان داد که در صورتي که به جاي بالچه هاي معمولي از بالچه هاي هوشمند استفاده شود، نسبت برا به پسا افزايش مي يابد[۴]. در سال ۲۰۰۶، ماتزوزوکي(Matsuzaki) به پيش بيني فلاتر در يک بال هوشمند پرداختند[۵]. در سال۲۰۰۶، تيزو(Tiseo) و همکارانش براي کنترل صدا و لرزش به داخل کابين هواپيما يا هليکوپتر از مواد هوشمند استفاده نمودند[۶]. در سال ۲۰۰۷، مزسترس(John H.MC Mazsters) و همکاران در مقاله خود به بررسي توانايي بال هاي هوشمند در افزايش کارايي هواپيماها پرداختند[۷]. در سال ۲۰۰۷، ماي جي(Manoranjan Majj) به توسعه بال هاي انعطاف پذير پرداخته و نشان دادند که با استفاده از اين تکنولوژي مي توان جدايش جريان را به تاخير انداخت[۸]. هوتاپي (Hutapea) و همکاران، در سال ۲۰۰۸ در يک کار تحقيقاتي به استفاده از فنرهاي هوشمند براي کنترل حرکت بالچه استفاده کردند[۹]. در سال ۲۰۰۹، ويک رماسينگ هي (Wickramasinghe) و همکارانش نشان دادند که اين مواد باعث سبک سازي، استحکام بيشتر بال و توان مورد نياز کمتر براي تغيير شکل بال مي شود[۱۰]. در سال ۲۰۰۹، ارميرا(Ermira) و همکاران به مطالعه بر روي بالواره هاي تطبيقي پرداختند. بالواره هايي که به خوبي مي توانند پروازهايي با نسبت برا به پسا بالا در سراسر ناحيه پروازي را امکان پذير نمايند[۱۱].

اکثر کارهايي که تاکنون بر روي بالواره هاي هوشمند توسط محققين سراسر دنيا انجام شده است کارهاي تجربي و آزمايشگاهي مي باشد. به خاطر مشکلات زيادي که در شبيه سازي هاي عددي وجود دارد کمتر به آن پرداخته شده است. مشکل اساسي در حل عددي بالواره هاي هوشمند نحوه شبيه سازي آن است. البته راههاي مختلفي را براي شبيه سازي مي توان در نظر گرفت: ۱-حل معادلات اساسي مربوط به سيال و سازه بالواره ۲-استفاده از سيستم هاي معادل. حل معادلات اساسي بسيار مشکل بوده و مستلزم هزينه و وقت زيادي مي باشد و نياز به ابر کامپيوتر ها دارد اما روش ديگري نيز وجود دارد و آن اينکه حرکت يک بالواره هوشمند را با يک سيستم شناخته شده معادل کنيم. اين معادل سازي بسيار مفيد خواهد بود و در هزينه طراحي کاهش چشمگيري ديده مي شود. حتي با کامپيوتر هاي معمولي نيز مي توان به شبيه سازي اين نوع بالواره ها پرداخت.

هدف اين تحقيق شبيه سازی عددی جريان حول يک بالچه هوشمند که با استفاده از سيستم معادل طراحی شده بمنظور پيدا نمودن بهترين طولی که بالاترين نسبت ضريب برا و پسا را داشته می باشد. از آنجايي که بالچه از يک طرف به بالواره متصل مي باشد و از طرف ديگر آزاد است لذا مي توان بالچه را همانند يک تير يکسر گيردار در نظر گرفت. البته بالچه هاي هوشمند داراي تغيير شکلي به صورت منحني مي باشند، لذا مي توان فرض کرد که معادله کلي تغيير شکل بالچه هوشمند همانند معادله تغيير شکل تير يکسر گيردار مي باشد که در سر ديگر آن تکيه گاه غلطکي قرار گرفته است. اين نوع معادل سازي همچنين توسط چيناسامي[٤] مطابق شکل (۱) پيشنهاد شده است. که معادله تغيير مکان آن مطابق معادله (۱) می باشد.

$$y = \frac{w_0(-x^5 + 2L^2x^3 - L^4x)}{120EIL} \qquad (۱)$$

۱- دانشيار
۲- دانشجوي كارشناسي ارشد،



شکل۱: تیر یکسر گیردار و انتها غلطکي

معادلات اساسي

معادلات اساسي که بقاي جرم، ممنتوم و اسکالر را بيان مي‌کند درحالت برداري و مستقل از سيستم مختصات به صورت زير بيان مي‌شوند:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + div(\rho \vec{\mathbf{V}}) = o \qquad (۲)$$

$$\frac{\partial(\rho \vec{\mathbf{V}})}{\partial t} + div(\rho \vec{\mathbf{V}} \otimes \vec{\mathbf{V}}) = \vec{\mathbf{S}}_{\mathbf{v}} \qquad (۳)$$

$$\frac{\partial(\rho \phi)}{\partial t} + div(\rho \vec{\mathbf{V}} \phi - \vec{\mathbf{q}}) = \vec{\mathbf{S}}_{\Phi} \qquad (٤)$$

ρ چگالي، $\vec{\mathbf{V}}$ بردار سرعت و ϕ به عنوان يك متغير مستقل اساسي (انرژی) است. $\vec{\mathbf{q}}$ بردار شار اسکالر است و از قانون فوريه بدست مي‌آيد:

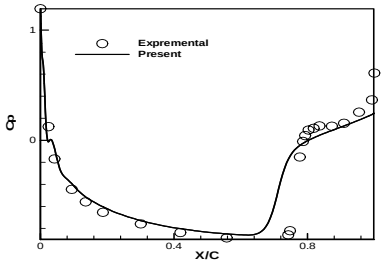
$$\vec{\mathbf{q}} = \Gamma_{\phi}\, grad\ \Phi \qquad (۵)$$

$$P = \rho RT \qquad (٦)$$

معادلات (۲) ، (۳) و (٤) توسط روش حجم محدود گسسته شده، توسط الگوريتم فشار مبنا به روش ضمنی حل می‌شوند.

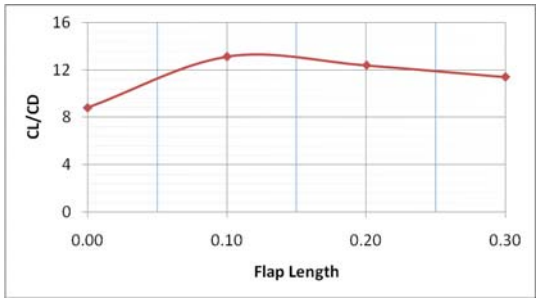
نتايج و نتيجه گيری

بمنظور نشان دادن صحت نتايج ، ابتدا" جريان حول بالواره NACA0012 بررسي شده است. در اين شبيه سازي عدد ماخ جريان برابر ۰.۸۵ و زاويه حمله بالواره صفر در نظر گرفته شده است. توزيع ضريب فشار جريان شبيه سازي شده با نتايج تجربي[۱۲] تطابق خوبی را نشان می دهد(شکل۲).



شکل۲: مقايسه توزيع ضريب فشار عددي با نتايج تجربی [۱۲]

اکنون با اطمينان از صحت روند شبيه سازي، به شبيه سازي جريان حول بالواره هوشمند مي پردازيم. در اين شبيه سازي از بالواره NACA1412 استفاده شده است. جريان حول اين بالواره دارای ماخ ۰.۸ می باشد. زاويه تغيير شکل بالچه که در اين تحقيق ، ۵ درجه مي باشد. براي يافتن طول بالچه بهينه, سه طول ۰/۰،۲/۱ و۰/۳ وتر مورد بررسي قرار گرفته است . نتايج در جدول (۱) نشان می دهد زمانی که بالواره با بالچه هوشمند در زاويه حمله ۵ درجه قرار می گيرد بيشترين مقدار ضريب برا و پسا مربوط به طول بالچه ۰/۳ می باشد اما نسبت ضريب برا به پسا برای طول بالچه ۰/۱ بيشترين مقدار را دارد (شکل ۳)



شکل (۳) تغييرات نسبت ضريب برا به پسا نسبت به طول بالچه

جدول ۱- ضريب ليفت و دراگ به ازاي طول هاي مختلف بالچه

Flap Length	CL	CD	CL/CD
0.3	0.54817	0.048167	11.380
0.2	0.51672	0.041775	12.369
0.1	0.47217	0.036022	13.107

مراجع

1. Jennifer P. Florance, Alpheus W. Burner, Gary A. Fleming, Craig A. Hunter and Sharon S. Graves, " Contributions of the NASA Langley Research Center to the DARPA /AFRL /NASA / NORTHROP GRUMMAN Smart Wing Program". 44th AIAA Conference, 7-10 April 2003.
2. T. R. Quackenbush, B. F. Carpenter and S. gowing, "Design and Testing of a Variable Geometry Ducted Propulsor Using Shape Memory Alloy Actuation" 43th AIAA Aerospace sciences Meeting and Exhibit, 10-13 January 2005.
3. Phuriwat Anusonti-Inthra, Roberto Sarjeant, Mary Frecker and Farhan Gandhi," Design of a conformable rotor Airfoil using distributed Pizoelectric Actuators". AIAA Journal, Vol.43, No.8, August, 2005.
4. Parthasarathy Chinnasamy and Yitung Chen, " Application of computational Fluid Dynamics on Smart Wing Design". 43th AIAA Aerospace sciences Meeting and Exhibit, 10-13 January 2005.
5. Yuji Matsuzaki and Hiroshi Torii,"Flutter Boundary Prediction of an Adaptive Smart Wing during Process of Adaptation Using Steady-State Response Data". 47th AIAA Conference, 1-4 May 2006.
6. Barbara Tiseo,Gary H.Koopmann, Antonio Concilio and Antonio Gianvito,"Smart Tunable Dynamic Vibration Absorbers".12th AIAA conference8-10 May 2006.
7. John H.McMasters and Derek L.Muncy, "Smart wings as an Enabler of Future Highly Efficient Subsonic Aircraft and Technical Workforce Development", 43th AIAA Aerospace sciences Meeting and Exhibit, 8-11 January 2007.
8. Manoranjan Majji, Othon K.Rediniotis and John L.Junkins, "Design of a Morphing Wing: Modeling and Experiments" AIAA Atmospheric Flight Mechanics Conference, 20-23 Augusst 2007.
9. Parsaoran Hutapea, Zinho Kim,Andrww Guion, Hanna and Noah Heulitt, "Development of a Smart Wing". Aircraft Engineering and Aerospace Technology:An International Journal Emerald 439-444, 80/4, (2008).
10. Viresh K.Wickramasinghe, Yong Chen, Marcias Martinez, Robert Kernagha and Franklin wong, "Design and Verification of Smart wing for an Extremely-Agile Micro-Air-Vehicle". 50th AIAA Conference, 4-7 May 2009.
11. Ermira J.Abdullah and Simon Watkins, " Application of smart materials for Adaptive Airfoil control". 47th AIAA Aerospace Sciences Meeting Including The New Horizons Forum and Aerospace Exposition, 5-8 January 2009.
12. Rizzi, " A Spurious Entropy and very Accurate Solutions to Euler Equations". AIAA Paper, 84-1644, 1984.