دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

گروه مهندسی هوافضا

AEROCUP ۱۴۰۵

مسابقات ملی طراحی و پرواز گلایدر

آیین‌نامه رسمی و استانداردهای مهندسی مسابقات

دفترچه جامع قوانین و راهنمای مسابقات ملی طراحی و پرواز گلایدر (ایروکاپ)

مرجع رسمی ضوابط ثبت‌نام، مشخصات فنی پرنده، استانداردهای پرتابگر کاتاپولت و راهنمای ساخت

نسخه سند	کلاس پروازی	مرجع تدوین
ویرایش رسمی ۴.۰	گلایدر مدل / پرتابگر کاتاپولت	کمیته فنی و داوری ایروکاپ

مقدمه

دبیرخانه مسابقات ایروکاپ با افتخار برگزاری این دوره از رقابت‌های ملی طراحی و ساخت گلایدر را اعلام می‌دارد. این رویداد با هدف ارتقای سطح علمی، ترویج کار تیمی و پیاده‌سازی عملی مفاهیم مهندسی هوافضا برنامه‌ریزی شده است. آیین‌نامه پیش رو، قوانین جامع، الزامات فنی و راهنمای ساخت را جهت شفافیت کامل روند مسابقه تبیین می‌نماید.

بخش اول: قوانین عمومی و شرایط شرکت‌کنندگان

۱-۱. مقطع تحصیلی مجاز

ویژه دانشجویان

شرکت در این مسابقه منحصراً برای **دانشجویان مقطع کارشناسی** (تمامی رشته‌ها) مجاز است. دانشجویان مقاطع تحصیلات تکمیلی (ارشد و دکتری) مجاز به شرکت به عنوان عضو تیم رقابت‌کننده نمی‌باشند.

۱-۲. اعضای تیم

۲ الی ۴ نفر

هر تیم باید متشکل از **حداقل ۲ و حداکثر ۴ نفر** باشد. ثبت‌نام در پرتال رسمی مسابقه صرفاً توسط **سرگروه (نماینده تیم)** انجام می‌شود و ایشان موظف به درج دقیق اطلاعات هویتی سایر اعضا در فرم ثبت‌نام می‌باشد.

🏆 ۱-۳. لیگ یکپارچه و معیار پروازی مسابقات

تمامی تیم‌های دانشجویی شرکت‌کننده از سراسر کشور، در یک لیگ یکپارچه و مشترک به رقابت می‌پردازند. در بخش پروازی، **ثبت بیشترین مسافت پروازی در راستای یک خط مستقیم نسبت به پرتابگر** معیار اصلی عملکرد پرنده خواهد بود.

۱-۴. تقویم مسابقات: تاریخ‌های اعلام شده در پورتال ثبت‌نام، پیش‌بینی دبیرخانه است. در صورت بروز هرگونه تغییر ناشی از شرایط غیرمترقبه، مراتب از طریق سایت رسمی مسابقات به اطلاع خواهد رسید.

بخش دوم: مشخصات فنی و محدودیت‌های سازه

رعایت استانداردهای زیر برای تمامی تیم‌ها **الزامی** است. پرنده‌هایی که از سقف نهایی مجاز (با احتساب بازه جریمه) فراتر روند یا الزامات ایمنی پرتابگر را رعایت نکنند، در ارزیابی فنی (**Technical Inspection**) مردود شده و مجوز پرتاب نخواهند داشت.

۲-۱. ابعاد مجاز

استاندارد ابعادی

- **دهانه بال (Wing Span):** استاندارد ۵۰ تا ۱۱۰ سانتی‌متر (از ۱۱۱ تا ۱۲۰ س‌م مشمول امتیاز منفی؛ بالای ۱۲۰ مردود).
- **طول کلی پرنده (دماغه تا دم):** استاندارد ۴۰ تا ۹۰ سانتی‌متر (از ۹۱ تا ۱۰۰ س‌م مشمول امتیاز منفی؛ بالای ۱۰۰ مردود).

۲-۲. وزن مجاز

استاندارد جرمی

وزن استاندارد: نهایتاً **۶۰۰ گرم** (بدون جریمه). وزن بین **۶۰۱ تا ۶۵۰ گرم مشمول امتیاز منفی** بوده و بالاتر از ۶۵۰ گرم مردود است.

توصیه مهندسی: وزن پرنده بین ۳۰۰ تا ۴۵۰ گرم کنترل شود.

۲-۳. مواد سازنده (متریال)

- **توصیه اکید طراحی** شاسی، اسپارها، ریب‌های بال و دم ترجیحاً از **چوب بالسا** یا چوب‌های سبک مشابه ساخته شود.
- **قطعات چاپ سه‌بعدی (3D Print)** صرفاً برای اتصالات غیرسازه‌ای (مانند براکت اتصال بال به بدنه یا دماغه) و **حداکثر تا سقف ۱۰ درصد از وزن کل پرنده** مجاز است. پرینت کامل بال یا بدنه ممنوع است.
- **مواد کامپوزیتی** استفاده از لوله‌های فیبر کربن صرفاً به عنوان **اسپار (تیرک) اصلی بال** مجاز است. ساخت کل پوسته یا سایر بخش‌ها از کامپوزیت ممنوع است.
- **مطلقاً ممنوع** استفاده از قطعات تجاری و کیت‌های پیش‌ساخته، و هرگونه موتور یا سیستم پیشرانش.

۲-۴. استانداردهای ارابه فرود (Landing Gear)

ارابه فرود باید از نوع **سه چرخه (Tricycle)** باشد تا پرنده به صورت کاملاً افقی روی ریل‌های راهنمای پرتابگر قرار گیرد.

مشخصات و چیدمان چرخ‌ها

ابعاد دقیق

استفاده از چرخ‌های استاندارد با **قطر ۵۰ میلی‌متر (±۲ میلی‌متر)** و پهنای حداکثر **۱۵ میلی‌متر** الزامی است. فاصله عرضی هر یک از دو چرخ عقب نسبت به امتداد چرخ جلو باید **حداقل ۵ و حداکثر ۲۰ سانتی‌متر** (در هر سمت) باشد.

ارتفاع کف پرنده (Ground Clearance)

۴ تا ۵ سانتی‌متر

فاصله پایین‌ترین نقطه بدنه (شکم گلایدر) تا زمین، زمانی که پرنده روی چرخ‌هایش ایستاده است، باید **دقیقاً بین ۴ الی ۵ سانتی‌متر** باشد تا با مکانیزم رهاساز پرتابگر برخورد نکند.

۲-۵. مکانیزم اتصال به پرتابگر (قلاب کشش - Tow Hook)

- **جنس قلاب:** مفتول فولادی با ضخامت ۲ الی ۳ میلی‌متر (مانند سیم پره دوچرخه). قلاب پلاستیکی ممنوع است.
- **زاویه و فرم:** دارای **زاویه ۱۰۰ الی ۱۱۰ درجه رو به عقب** (شبیه به حرف L باز). طول قسمت عمودی بیرون‌زده **۱۵ الی ۲۰ میلی‌متر**. از قلاب‌های بسته یا نیم‌دایره استفاده نکنید.
- **استحکام سازه‌ای:** قلاب باید روی بلوک چوبی سخت (**Hardwood**) متصل شده و مستقیماً به شاسی پیچ شود تا تحمل نیروی کششی حداقل **۱۱۰ نیوتن** را داشته باشد.

⚠ محل نصب قلاب (بسیار حیاتی برای جلوگیری از انهدام سازه)

قلاب باید **دقیقاً در زیر شکم بدنه و هم‌راستا با مرکز ثقل (CG) یا حداکثر ۱ تا ۲ سانتی‌متر جلوتر از آن** نصب شود. **(نصب قلاب در پشت مرکز ثقل باعث چرخش ناگهانی و متلاشی شدن پرنده در لحظه شلیک می‌شود).**

بخش سوم: فازبندی مسابقه (مرحله اول: ارزیابی مستندات طراحی)

مسابقات در سه فاز متوالی برگزار می‌گردد. **فاز اول (ارسال مستندات)** یک مرحله غربالگری اولیه است. تیم‌های ثبت‌نام‌کننده موظف‌اند ایده‌ها و نقشه‌های اولیه ساخت گلایدر خود را در قالب یک فایل **PDF (حداکثر ۷ صفحه)** در پورتال رویداد بارگذاری نمایند. جهت تسهیل مشارکت دانشجویان سایر رشته‌های مهندسی، انجام محاسبات پیچیده در این فاز الزامی نیست.

⚠ اخطار مهم به تیم‌های شرکت‌کننده (ممنوعیت ساخت زودهنگام)

تیم‌ها پیش از تاییدیه فاز اول، مجاز به ساخت فیزیکی پرنده نیستند. پس از تایید نقشه‌ها، تیم‌های برگزیده وارد **فاز دوم** شده و مجوز ساخت را دریافت خواهند کرد.

معیارهای ارزیابی فاز اول:

1. **هندسه و نقشه‌های شماتیک:** ارائه نمای سه‌گانه (Top، Side، Front) با درج ابعاد کلی و نمایش محل قلاب کشش روی نمای جانبی.
2. **متریال و ایرفویل:** لیست مواد اولیه پیشنهادی برای ساخت شاسی و بال، و ذکر نام ایرفویل انتخابی.
3. **جدول تخمین جرم قطعات:** ارائه جدول وزن تقریبی ۴ بخش (بال، بدنه، دم و ارابه فرود) و مجموع وزن کل پرنده.
4. **محاسبات تخصصی (کاملاً اختیاری):** محاسبه دقیق مرکز ثقل (CG) و تحلیل بارگذاری بال با فرض شتاب شلیک، *صرفاً جهت ارزیابی سطح علمی بررسی شده* و عدم وجود آن باعث کسر امتیاز نخواهد شد.

بخش چهارم: مشخصات پرتابگر مرکزی مسابقات (جهت شبیه‌سازی)

پرتابگر رسمی مسابقات دارای مشخصات مهندسی زیر است:

۴.۰	۱۰	۸۰~	۱۵~
متر	درجه (ثابت)	ژول	متر بر ثانیه
طول ۳ ریل آلومینیومی	زاویه ریل نسبت به افق	انرژی کش لاتکس	سرعت خروج از ریل

بخش پنجم: جرایم و کسر امتیازات

جهت حفظ نظم و عدالت، خطاهای زیر شامل کسر امتیاز خواهند بود:

عنوان تخلف	میزان کسر امتیاز	توضیحات و ضوابط اجرایی
تخلف وزن	**۲- امتیاز / هر ۱۰ گرم**	به ازای هر ۱۰ گرم اضافه وزن بالاتر از ۶۰۰ گرم تا سقف ۶۵۰ گرم (بالای ۶۵۰ گرم مردود)
تخلف ابعادی (بال و طول)	**۳- امتیاز / هر ۵ سانتی‌متر**	تجاوز دهانه بال از ۱۱۰ تا ۱۲۰ س‌م و یا طول پرنده از ۹۰ تا ۱۰۰ س‌م (بالاتر از این سقف‌ها مردود)
تعمیرات غیرمجاز	**۱۵- امتیاز**	تعویض کامل قطعات اصلی بین پرتاب‌ها ممنوع است (تعمیر با چسب مجاز است).
تأخیر در تحویل	**۵- امتیاز**	تیم‌ها صرفاً ۳ دقیقه زمان برای تحویل پرنده به خط پرتاب دارند.

روند پرتاب و ایمنی مسابقه

فرآیند قرار دادن گلایدر روی پرتابگر و فشردن پدال رهاسازی منحصراً توسط **تیم اجرایی مسابقات** انجام می‌شود.

پیوست: دفترچه راهنمای ساخت گلایدر (توصیه‌های مهندسی)

این بخش به منظور مرور اصول پایه و جلوگیری از خطاهای رایج در فرآیند طراحی و ساخت گلایدرهای مدل تدوین شده است.

۱. آیرودینامیک و هندسه پرواز

ایرفویل پیشنهادی کف‌تخت

استفاده از ایرفویل‌های با سطح زیرین کاملاً تخت پیشنهاد می‌شود (مانند **Clark Y** یا **NACA 4412**).

زوایای نصب و تعادل پایداری

زاویه نصب (Decalage): ۱.۵ تا ۲ درجه مثبت بال نسبت به دم صفر درجه.

پایداری عرضی (Dihedral): زاویه ۵ تا ۸ درجه V شکل بال‌ها.

نکته طراحی: راز پایداری خودکار

اعمال زاویه نصب مثبت (دکالاژ) باعث ایجاد گشتاور بازگرداننده در هنگام شیرجه (**Nose-down**) می‌شود. همچنین زاویه دایدرال (V شکل) پایداری جانبی پرنده را در برابر اغتشاشات جریان هوا تضمین کرده و از انحراف (**Roll**) جلوگیری می‌کند.

۲. استاتیک سازه و مقاومت مصالح

- **تقویت تیرک اصلی (Main Spar):** در لحظه شلیک فشار بسیار زیادی به ریشه بال وارد می‌شود؛ استفاده از چوب کاج، بالسای چندلایه یا لوله نازک فیبر کربن توصیه می‌شود.
- **اتصال بال به بدنه (Wing Saddle):** بال را با چسب قطره‌ای سفت نکنید؛ با کش‌های ضخیم لاستیکی به صورت ضربدری روی کفه بدنه ببندید تا در صورت بروز تنش‌های شدید یا کرش، بال از جا در رفته و دچار شکستگی ساختاری نشود.

۳. مرکز ثقل و جانمایی چرخ‌ها

- **تنظیم دقیق مرکز ثقل (CG):** مرکز ثقل پرنده باید دقیقاً روی **۲۵ الی ۳۰ درصد وتر آیرودینامیکی میانگین بال (MAC)** از لبه جلویی قرار داشته باشد.
- **موقعیت ارابه فرود (چرخ‌ها):** دو چرخ اصلی (عقب) باید دقیقاً **۱ تا ۳ سانتی‌متر پشت نقطه مرکز ثقل** نصب شوند.

نکته عملیاتی: تست میدانی مرکز ثقل (CG)

برای اطمینان از صحت محاسبات CG پیش از پرتاب نهایی، پرنده را از زیر بال (دقیقاً در نقطه ۲۵ درصد وتر بال) با نوک دو انگشت نگه دارید؛ در این حالت دماغه پرنده باید کاملاً افقی و موازی با سطح زمین قرار گیرد. در غیر این صورت با افزودن وزنه به دماغه یا دم، پرنده را تراز (**Trim**) نمایید.

۴. خلاقیت و نوآوری

هیئت داوران به نوآوری‌های مهندسی شما امتیاز ویژه‌ای اختصاص می‌دهند. خلاقیت به معنی پیچیده کردن پرنده نیست؛ بلکه استفاده هوشمندانه از متریال، بهینه‌سازی وزن سازه، یا طراحی یک مکانیزم اتصال نوین و ارزان‌قیمت، می‌تواند شما را متمایز کند. **پرواز خوب عالی است، اما پرواز پایدار همراه با یک مهندسی ساختاریافته، شما را قهرمان مسابقات می‌کند!**

جدول مهندسی تنظیم کشش پرتابگر (پله‌های ۱۰۰ گرمی)

این جدول بر اساس محاسبات دینامیک پرواز و شبیه‌سازی کاتاپولت کششی تدوین شده است تا تیم‌ها از وضعیت شلیک پرنده خود در رده‌های وزنی مختلف مطلع باشند.

پیش‌فرض‌های مهندسی پرتابگر مسابقات:

- سرعت هدف خروج (**Release Velocity**) برای همه پرنده‌ها در تمامی کلاس‌های وزنی استاندارد: **حدود ۱۵ متر بر ثانیه**
- زاویه ریل پرتابگر نسبت به سطح افق: **۱۰ درجه ثابت**
- مقادیر نیروی وارده به قلاب، حداکثر نیروی لحظه‌ای (**Peak Force**) در نقطه قفل ماشه است.

رده وزنی گلایدر	انرژی کل شلیک (با احتساب اصطکاک)	حداکثر نیروی لحظه‌ای وارده به قلاب پرنده
۳۰۰ گرم	۴۴ ژول	۷۸ نیوتن (تحمل وزنه ثابت ۸ کیلوگرمی)
۴۰۰ گرم	۵۵ ژول	۸۸ نیوتن (تحمل وزنه ثابت ۹ کیلوگرمی)
۵۰۰ گرم	۶۶ ژول	۹۶ نیوتن (تحمل وزنه ثابت ۹.۸ کیلوگرمی)
۶۰۰ گرم (سقف استاندارد)	۷۸ ژول	۱۰۴ نیوتن (تحمل وزنه ثابت ۱۰.۶ کیلوگرمی)
۶۰۱ تا ۶۵۰ گرم (بازه جریمه)	۷۸ ژول (ثابت)	۱۰۴ نیوتن (بدون افزایش کشش + کسر امتیاز اضافه وزن)

نکته مهم برای تیم‌های شرکت‌کننده

تیم‌ها باید مقاومت سازه و قلاب پرنده خود را بر اساس سطر وزنی مربوط به خود در این جدول طراحی و تست نمایند. پرنده‌های دارای اضافه وزن (۶۰۱ تا ۶۵۰ گرم) با همان کشش رده ۶۰۰ گرم پرتاب شده و مشمول کسر امتیاز می‌شوند (بالاتر از ۶۵۰ گرم مردود است). تحمل بار شلیک پیش‌نیاز اصلی کسب امتیاز پرواز است.