

TORQUE

مجلة TOBMS لمحركات BLDC

حيث يلتقي عزم الدوران بالدفع

ست اختيارات موثقة من بين أحد عشر منتجاً — محركات عزم بدون إطار، ومشغلات روبوتية، ومحركات جيمبال، ودافعات تحت مائية، وأنظمة دفع متعددة الدوار. وكل رقم يعود إلى مصدر من الشركة المصنعة.

- | | | | |
|--|-----------------------------------|---|------------------------------|
| 1 | 1 | 3 | 6 |
| العزم المقنّن مقابل عزم الذروة، بالشرح | دراسة دفع طائرات التفتيش المسيّرة | محركات من فئة المأهول على منصة اختبار واحدة | اختيارات المحرر عبر خمس مهام |

على الغلاف

T-Motor U15 II KV80

دفع الرفع الثقيل · دفع أقصى 36.5 kgf · قدرة قصوى W 8,580 عند 180 s · عضو ثابت 1,740 g · 36N42P. وثلاثة محركات من السلسلة نفسها تُقارَن في الصفحة 06.

- | | |
|----|--|
| 03 | مختارات المحرر — ستة محركات عبر خمس مهام |
| 06 | مقارنة المواصفات — U15 II وU15XL وU15XXL |
| 07 | تركيز تطبيقي — دفع طائرات التفتيش المسيّرة |
| 08 | ملاحظة هندسية — العزم المقنّن مقابل عزم الذروة |



كلمة المحرر

الاختيار دون تخمين

لماذا يبدأ هذا العدد من البيانات لا من عبارات التسويق.

يبقى قسم المقارنة ضيقاً عن قصد: ثلاثة محركات T-Motor من سلسلة U15 واحدة، مقيسة وفق مجموعة واحدة من أعراف منصة الاختبار لدى الشركة المصنعة. لقد قايسنا الاتساع بالقابلية للمقارنة، لأن جدولاً عريضاً من ظروف اختبار غير متطابقة أسوأ من عدم وجود جدول أصلاً. وحيث تغيب قيمة عن السجل، تُوسم كغائبة بدل تقديرها.

جُري التحقق من المواصفات مقابل سجلات ToBMS الحالية ومصادر الشركات المصنعة المشار إليها وقت النشر (سبتمبر 2026). ملف PDF هذا لقطة زمنية: الأرقام داخله لا تتحدث، بينما تحمل صفحات المنتجات المشار إليها أحدث سجل دائماً. ويُحفظ توثيق مصدر كل طراز في سجل البيانات التحريري لمراجعة مستقبلية.

نادراً ما يفتقر المهندسون إلى خيارات المحركات. ما يفتقرون إليه هو بيانات قابلة للمقارنة وقابلة للتحقق — أرقام منشورة في الظروف نفسها، بوحدات معلنة، وبفجوات موسومة كفجوات. وقد جُمع هذا العدد الأول من TORQUE من فهرس منتجات ToBMS الحيّ وفق هذه القاعدة تماماً: كل طراز مختار هنا له صفحة منتج منشورة، ومصدر يمكن تتبعه عند الشركة المصنعة، ومعاملات مسجلة تكفي لدعم قرار هندسي حقيقي.

تغطي اختيارات المحرر الستة مفاصل الروبوتات وجيمالات الكاميرا والدفع تحت الماء والطائرات متعددة الدوّار. وهذا التنوع مقصود. فالقراءة العابرة للتخصصات هي غالباً مصدر أفضل حدوس الاختيار — إذ كثيراً ما يعيد نهج مصمم الجيمبال في التعامل مع عزم النقر (cogging torque) تأطير مشكلة التحكم في مفصل روبوتي.

الفجوة في البيانات معلومة أيضاً — فهي ليست صفراً، وليست تقديراً.

في هذا العدد

01	مختارات المحرر — ستة محركات تستحق نظرة أقرب	03
02	مقارنة المواصفات — ثلاثة محركات U15 لرفع فئة المأهول	06
03	تركيز تطبيقي — دفع طائرات التفتيش المسيّرة	07
04	ملاحظة هندسية — العزم المقتّن مقابل عزم الذروة	08
05	اكتشف ToBMS — ابحث وصِفْ وقارن في أربع خطوات	09

عن هذه المجلة

صدور شهري

تُنتج TORQUE في مكتب تحرير ToBMS. يأخذ كل عدد موضوعاً واحداً عبر الروبوتات ودفع الطائرات المسيّرة، ويعرض نتائج منتجات قابلة للتحقق إلى جانب ملاحظات هندسية.

قواعد البيانات

كل رقم يعود إلى مصدر من الشركة المصنعة؛ والفجوات تُطبع كفجوات؛ والنتائج المأخوذة في ظروف اختبار مختلفة لا تُعرض أبداً كمتكافئة مباشرة.

لقطة زمنية، لا بيانات حيّة

الصفحات المطبوعة سجل لحظة معينة. أما صفحات المنتجات المشار إليها فتحمل أحدث الأرقام، وينبغي اعتبارها المرجع المعتمد بعد النشر.

مختارات المحرر · الأولى من اثنتين

سنة محركات تستحق نظرة أقرب

مختارة من فهرس منتجات ToBMS المنشور عبر خمس مهام، تعبّر الاختيارات عن احتياجات هندسية متميزة — وليست ترتيباً.



محرر جيمبال

GL60 II KV28

CubeMars · محرك جيمبال مباشر الإدارة

Nm 1.5	عزم الذروة
Nm 0.6	العزم المقتن
24N28P	العضو الثابت
A 1.54	التيار المقتن
g 276	الكتلة

نقر منخفض وعضو ثابت 24N28P يجعلان منه حاملاً هادئاً لمنصات الكاميرا — هنا جودة العزم أهم من كميته.



تشغيل شبه مباشر

AKE90-8 KV35

CubeMars · مشغل QDD بمخفّض 8:1

Nm 170	عزم الذروة
Nm 55	العزم المقتن
W @ 48 V 700	القدرة المقتنة
rpm 210	سرعة دون حمل
g 1,400	الكتلة

كثافة عزم بمستوى أرجل الروبوتات البشرية: عزم ذروة Nm 170 من وحدة بكتلة 1.4 kg وأبعاد 107.5 mm، مع قابلية إدارة عكسية لا توفرها إلا نسبة تخفيض منخفضة كهذه (8:1).



مشغل روبوتي

AK80-6 KV100

CubeMars · مشغل مدمج بمخفّض 6:1

Nm 12	عزم الذروة
Nm 6	العزم المقتن
W @ 48 V 340	القدرة المقتنة
rpm 800	سرعة دون حمل
g 485	الكتلة

خيار متوازن للمفاصل الديناميكية: تخفيض 6:1 يحافظ على سرعة خرج قابلة للاستخدام، بينما يمتص عزم ذروة Nm 12 أحمال البدء والتوقف في بناء الروبوتات الرباعية والهياكل الخارجية.

كيف وُضعت هذه الاختيارات

منشور وقابل للتحقق

لكل اختيار صفحة منتج حيّة على ToBMS، ومصدر مسجل من الشركة المصنّعة، ومعاملات تكفي لتبرير الإدراج. ولم يُختر شيء من نتائج البحث وحدها. وحين تنشر شركة مصنّعة التسمية نفسها بقيمتين مختلفتين في صحائفها الإقليمية، يُطبع هنا الرقم الوارد في سجل ToBMS.

الاحتياجات، لا العلامات

تغطي الاختيارات الستة خمس مهام عن قصد: تشغيل المفاصل، والتثبيت، والدفع تحت الماء، والرفع الصناعي، وحمولة FPV. وتغطية الاحتياجات الهندسية المتميزة تتفوق حتى على تمثيل العلامات التجارية.

لا ترتيب غير مثبت

هذه اكتشافات، لا مواضع مدفوعة. وحين تفتقر فئة إلى بيانات قابلة للمقارنة، يذكر القسم ذلك بدل اختلاق ترتيب.

مختارات المحرر · الثانية من اثنتين

الدفع في الماء والهواء

ثلاث مشكلات دفع مختلفة: تشغيل محكم الإغلاق تحت الماء، ورفع صناعي طويل التحمل، وحمولة FPV سينمائية.



محرك درون

F90 KV1300

T-Hobby · FPV طويل المدى وسينمائي

الدفع الأقصى	kgf 2.36
القدرة القصوى	W (60 s) 1,059
ناقل البطارية	6S LiPo-5
العضو الثابت	12N14P
الكتلة	g 46.6

مصمم لهياكل 6-8 بوصة طويلة المدى وX8 سينمائية: محرك بكتلة 46.6 g يقدم مع ذلك أكثر من 1 kW لمدة 60 s حين تتطلب ذلك حمولة كاميرا ثقيلة.



محرك UAV

U8 Lite L KV110

T-Motor · سلسلة U-Efficiency

الدفع الأقصى	kgf 11.2
أقصى قدرة مستمرة	W (180 s) 492
ناقل البطارية	12S LiPo, 48-52 V
تيار الذروة	A 45.8
الكتلة	g 282

محرك اعتماد لطائرات التفتيش والمسح المسيرة: دفع 11.2 kgf بكتلة 282 g، مع متوسط زمن بين الأعطال (MTBF) تذكره الشركة المصنعة بنحو 1,000 ساعة للخدمة الصناعية.



دافعة تحت مائية

DW25

CubeMars · دافعة ROV محكمة الإغلاق

أقصى دفع ثابت	kgf 25 ≤
القدرة المقننة	W @ 48 V 1,315
عمق التشغيل	m 350-0
الأبعاد الخارجية	Ø152 × 191 mm
الكتلة	g 1,790

حديث السلسلة DW: دفع ثابت 25 kgf في وحدة محكمة الإغلاق بكتلة 1.79 kg، بلا صيانة ومقاومة للتآكل، لهياكل ROV الكبيرة.

قراءة الأرقام

الدفع مرتبط بالمروحة

أرقام الدفع الأقصى مأخوذة من جدول اختبار كل شركة مصنعة عند مروحة وجهد معلنين. وهي مراجع حذية لتلك التهيئة، لا ضمانات قابلة للنقل.

حدّد شرط القدرة

القدرة القصوى 180 s، والقدرة القصوى 60 s، وأقصى قدرة مستمرة قياسات مختلفة. ويحتفظ كل رقم هنا بالتسمية المستخدمة في مصدره بدل دمجها في رقم واحد.

الفجوات تبقى ظاهرة

تعني «غير موجود في السجل الحالي» أن القيمة غائبة عن سجل ToBMS على الأساس الذي يطبعه هذا العدد. وهي ليست صفراً، وليست رقماً مستعاراً من تصنيف قيس على أساس مختلف.

مقارنة المواصفات

ثلاثة محركات من سلسلة U15 لدى شركة مصنعة واحدة،
مختبرة وفق مجموعة واحدة من أعراف منصة الاختبار —
وهي أقرب ما تُشر في الفهرس الحالي إلى مقارنة رفع ثقيل
متماثلة الأساس.

T-Motor U15XXL KV29

الأكبر بين الثلاثة: دفع أقصى 101.4 kgf، وتيار ذروة A 210 على 80 s،
وكتلة 5,130 g — وهو نقطة المرجع للقراءة في الصفحة التالية.



T-Motor U15XXL KV29

نقطة مرجعية لفئة المأهول · دفع أقصى 101.4 kgf · ذروة A 210 على 80 s.

ثلاثة محركات U15 لرفع فئة المأهول

الشركة المصنّعة نفسها، وعائلة العضو الثابت 36N42P نفسها، والسلسلة نفسها — لكن الحدود المنشورة ليست كلها مقيسة على نافذة زمنية واحدة.

U15XXL KV29 فئة المأهول و eVTOL	U15XL KV38 طائرة UAV مأهولة ورفع ثقيل	U15 II KV80 متعدد الدوّار للرفع الثقيل والشحن	
rpm/V 29	rpm/V 38	rpm/V 80	تصنيف KV
24S LiPo	24S LiPo	24S LiPo-12	ناقل البطارية
kgf 101.4	kgf 81.2	kgf 36.5	الدفع الأقصى منصة الشركة المصنّعة
A 210 على 80 s	A 180 على 120 s	A 143 على 180 s	تيار الذروة نافذة الشركة المصنّعة
غير موجود في السجل الحالي	غير موجود في السجل الحالي	W 8,580 at 180 s	القدرة القصوى
36N42P	36N42P	36N42P	العضو الثابت
mΩ 20	mΩ 17	mΩ 17	المقاومة الداخلية
g 5,130	g 4,408	g 1,740	الكتلة
Ø151.5 × 106 mm	Ø151.5 × 96 mm	Ø147.5 × 55 mm	الجسم
mm 25	mm 25	mm 20	العمود

كيف يُقرأ هذا الجدول. ينمو الدفع أسرع بكثير من الكتلة: من U15 II إلى U15XXL يرتفع الدفع $\times 2.8$ بينما ترتفع الكتلة $\times 2.9$ — لكن المقايضة الحقيقية في التصميم تكمن في الناقل والمروحة. ويحتفظ U15 II بتوافق 12S، وهو أمر مهم للهياكل الصناعية القائمة؛ أما الانتقال إلى XL أو XXL فيُلزم البناء بـ 24S وعمود 25 mm. وتبار الذروة **ليس** مقارنة متماثلة الأساس: القيم الثلاث هي الحدود المقتّنة لكل محرك لمدّته المعلنة — 180 s في U15 II، و120 s في U15XL، و80 s في U15XXL — لذا يُقرأ الصف كثلاثة تصنيفات منفصلة، لا كترتيب. وتبقى القدرة القصوى فارغة في XL و XXL لأن T-Motor لا تنشر قدرة على 180 s لهما؛ أما التصنيفات المستمرة التي تنشرها (W 5,275 و W 4,971) فتقوم على أساس مختلف، ولذلك تُستبعد من الصف نفسه. **قيم الدفع مرتبطة بالمروحة** وتأتي من جدول اختبار كل شركة مصنّعة؛ فتعامل معها كمراجع حدّية لتلك المروحة، لا كضمانات على هيكل آخر. وتُطبع جميع قيم الدفع بوحدة **الكيلوغرام-قوة (kgf)**؛ وحين تنشر الشركة المصنّعة الدفع بالـ **غرام-قوة (gf)**، تُحوّل القيم على أساس 1 kgf = 1000 gf، مع حفظ قيم المصدر في الملف.

صفحات المنتجات الكاملة: [U15XXL KV29](#) · [U15XL KV38](#) · [U15 II KV80](#) · تحليل أوسع في أنظمة دفع الطائرات المأهولة: مقارنة ثلاثة محركات T-Motor U15.

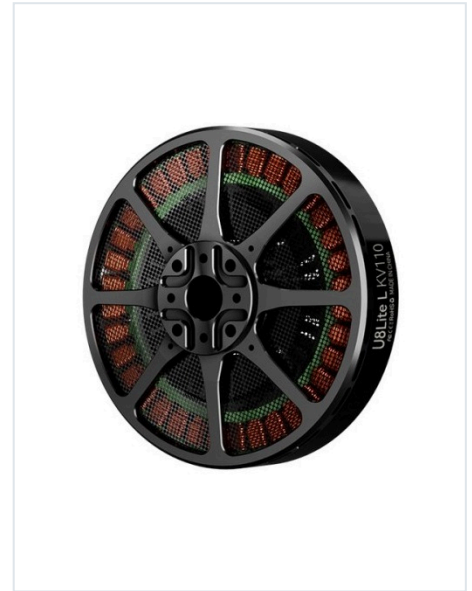
الدفع لطائرات التفتيش المسيّرة

تعيش منصات التفتيش في خانق جزئي دائم — تحويم مستقر قرب المنشآت، وزمن تحليق طويل، ودفع احتياطي لهبات الريح.

مخطط الواجب. تحوم طائرة تفتيش متعددة الدوّار نموذجية في خانق 40-60% لمدة 25-40 دقيقة، وغالباً على مرمى أمتار من الفولاذ والخرسانة. وهذا يكافئ تصنيفات KV مضبوطة على الكفاءة ومطابقة لمراوح أكبر وأبطأ، وتيار سكون منخفض، وهامش حراري حقيقي — لا قدرة ذروة على الغلاف.

ميزانية الكتلة. كل غرام يوفّر في الدفع يتحول إلى زمن طيران أو حمولة مستشعرات. ومقارنة المحركات على أساس الدفع إلى الوزن عند نقطة التحويم المقصودة، مأخوذة من جدول اختبار الشركة المصنّعة، تتنبأ بالسلوك الميداني أفضل بكثير من مقارنة الدفع الأقصى.

المتانة كمواصفة. بالنسبة إلى أسطول يطير يومياً، ينتمي العمر المقتّن والحماية من دخول الأجسام إلى جدول الاختيار بجوار KV والدفع. فمتوسط الزمن بين الأعطال (MTBF) المقتّن بـ1,000 ساعة يغيّر التكلفة الإجمالية للملكية أكثر من نقاط قليلة في كفاءة الذروة.



MN3110 KV470

بنيات مسح جوي خفيفة

الدفع الأقصى **kgf 1.22** · الكتلة **98** · 3-6S · **g**
330 W (180 s)

U5 KV400

منصة متوسطة متعددة الاستخدامات

الدفع الأقصى **kgf 2.85** · الكتلة **195** · 3-8S · 120 W **g**
مستمرة

U8 Lite L KV110

فئة التحمل الصناعي الطويل

الدفع الأقصى **kgf 11.2** · الكتلة **282** · 12S · 492 W **g**
مستمرة

كفاءة التحويم تحدد زمن الطيران. والدفع الاحتياطي يحدد هامش الأمان. أما التحجيم على الدفع الأقصى وحده فينتج هيكلًا ثقیلاً وساخناً قصير المدى.

فئة محركات UAV

كل محرك UAV منشور مع KV والدفع والكتلة وظروف الاختبار المسجلة.

محركات UAV: مواعمة KV والدفع والكتلة

الدليل المرافق لتحجيم دفع متعدد الدوّار من المبادئ الأولى.

كيف تختار محرك طائرة تفتيش مسيّرة

KV والدفع والتحويم المستقر — الدليل الكامل للاختيار على منصات التفتيش.

العزم المقتن مقابل عزم الذروة

أكثر أخطاء قراءة صحائف البيانات شيوعاً عند اختيار المشغلات — وهو الخطأ الذي يُسَخَّن المحركات في الميدان.

التعريفان. العزم المقتن، أو المستمر، هو ما يتحمله المحرك إلى ما لا نهاية دون تجاوز حده الحراري. أما عزم الذروة فهو دفعة قصيرة تحدّها حدود التيار وهوامش إزالة مغنطة المغناطيس ودورة الواجب — ثوانٍ عادةً. ويُظهر مشغّلان في هذا العدد مدى اتساع هذه الفجوة.

AKE90-8 KV35 مشغّل 48 V، QDD	AK80-6 KV100 مشغّل ريويتي، 48 V	
Nm 55	Nm 6	العزم المقتن
$170 \times 3.1 \text{ Nm}$ المقتن	$12 \times 2.0 \text{ Nm}$ المقتن	عزم الذروة
A 21	A 9.7	التيار المقتن
A 72	A 20	تيار الذروة

حجم الحمل المستمر على أساس العزم المقتن. واحتفظ بعزم الذروة للحالات العابرة — التسارع، واستعادة أثر الصدم، والبدء والتوقف.

قاعدة التحجيم. احسب أسوأ حمل مستمر على المفصل — تثبيت الجاذبية، والحمولة عند الامتداد الكامل، والواجب المتواصل — وأبقه تحت العزم المقتن بهامش 20-30%. ثم تحقق من أن الحالات العابرة تقع داخل عزم الذروة لمدتها الفعلية. فالمفصل الذي يبدو صالحاً عند عزم الذروة لكنه يبقّى قريباً من الذروة باستمرار سينخفض أدائه أو يسخن أو يتعطل مبكراً.

النسبة معلومة. نسبة الذروة إلى المقتن البالغة $3.1 \times$ في AKE90-8 تعبّر عن تصميم مبني على حركة ديناميكية قابلة للإدارة العكسية كأرجل الروبوتات البشرية والهيكل الخارجي؛ أما نسبة $2.0 \times$ في AK80-6 فتتناسب واجب تموضع أكثر ثباتاً. ولا واحدة منهما أفضل — فكل منهما تصف النية الحرارية والمغناطيسية في التصميم. وقارن النسب داخل أعراف اختبار شركة مصنعة واحدة فقط.

الطريقة في ثلاثة أسطر

العزم المقتن هو الميزانية الحرارية

حمل التثبيت المستمر، بما فيه هامش 20-30%، يجب أن يبقى تحت العزم المقتن — لا تحت الذروة.

عزم الذروة ميزانية عابرة

التسارع والصدمات وأحداث البدء والتوقف تسحب من عزم الذروة لثوانٍ في كل مرة، ثم تعود إلى ما دون المقتن.

النسبة تصف نية التصميم

تختلف نسب الذروة إلى المقتن باختلاف هدف التصميم؛ فقارنها داخل أعراف اختبار شركة مصنعة واحدة فقط.

ابحث ووصفّ وقارن في أربع خطوات

مثال عملي: اختصار قائمة محركات UAV لمنصة تفتيش بناقل 12S، والمجرى نفسه يعمل في كل فئة على الموقع.

افتح فهرس الاختيار

01

ابدأ من فهرس [Select](#) · كل منتج منشور مُدرّج هناك بفئته وشركته المصنّعة ومعامله الأساسية — بلا حساب وبلا تسجيل.

صفّ حسب ما يقيّد التصميم فعلاً

02

ضيق النطاق بالفئة — هنا محركات UAV — ثم بالقيود الصارمة مثل تصنيف KV أو ناقل البطارية أو الكتلة. والتصنيف على القيد قبل العلامة التجارية تُبقي قائمة المرشحين أمينة.

أضف المرشحين إلى جدول المقارنة

03

أضف أي طراز من بطاقته أو من صفحته، ثم افتح [مقارنة المنتجات](#) لترى القائمة المختصرة جنباً إلى جنب، معاملاً بمعامل — الصفوف نفسها المستخدمة في جدول المقارنة بهذا العدد.

تحقق من مصدر الشركة المصنّعة

04

كل صفحة منتج تُحيل إلى صفحة الشركة المصنّعة نفسها. وطابق ظروف الاختبار — الجهد والمروحة والمدة — قبل اعتبار أي رقم دفع أو قدرة نهائياً. وهذا هو العرف المطبق في هذا العدد كله.

لماذا ينجح هذا الترتيب. الفئة، ثم القيد، ثم المقارنة، ثم التحقق — وهذا يعكس بدقة كيف بُني الاختيار التحريري في هذا العدد، وهو قابل للتكرار: مهندسان يطبقان المرشحات نفسها يصلان إلى مجموعة المرشحين نفسها، ما يجعل قرارات الاختيار قابلة للتدقيق على مستوى الفريق.

ما يغطيه الفهرس اليوم

ست فئات منتجات

محركات عزم بدون إطار، ومشغلات روبوتية، ومشغلات تشغيل شبه مباشر، ومحركات UAV، ومحركات درون، ومحركات جيمبال، ودافعات تحت مائية — ولكل منها مجموعة معاملات ودليل اختيار خاص.

تصنيفية على مستوى المعاملات

تعمل المرشحات على المواصفات المسجلة — KV والجهد والعزم والدفع والكتلة والأبعاد — لا على فئات تسويقية، فتبقى القوائم المختصرة قابلة للمقارنة.

قابل للتتبع حتى المصدر

كل سجل يُحيل إلى صفحة منتج الشركة المصنّعة نفسها، وهي القاعدة ذاتها التي يطبقها هذا العدد على كل رقم يطبعه.

واصل الاستكشاف على ToBMS

شركات مصنعة مميزة

CubeMars — مشغلات، ومحركات بدون إطار، ومحركات جيمبال،
ودافعات
T-Motor — دفع UAV والرفع الثقيل
T-Hobby — محركات درون FPV وطويلة المدى

فئات المنتجات

محركات عزم بدون إطار
مشغلات روبوتية
مشغلات QDD
محركات UAV · محركات الدرون
محركات جيمبال · دافعات تحت مائية

من مكتب المقالات

مشغلات روبوتية: اختبار مشغل مدمج
دفع الطائرات المأهولة: مقارنة ثلاثة محركات U15
محركات BLDC: دليل كامل

أدوات الاختيار

Select — صفّ الفهرس الكامل بالمعاملات
مقارنة المنتجات — جداول مواصفات جنباً إلى جنب