جمعية تقنيات المركبات الكهربائية
Electric Vehicle Technologies

مستقبل
بطاريات المركبات الكهربائية:
إلى أين نتجه؟

هند العمري

جمعية تقنيات المركبات الكهربائية
Electric Vehicle Technologies

الثورة القادمة في المركبات الكهربائية قد بدأت بالفعل...

ولكن ما هي؟

جمعية تقنيات المركبات الكهربائية
Electric Vehicle Technologies

لماذا نتحدث عن المركبات الكهربائية؟

المركبات الكهربائية ليست مجرد اتجاه مؤقت،
بل هي تحول عالمي نحو **مستقبل أنظف وأذكى وأكثر استدامة.**

حياة أفضل
هواء أنظف، ضوضاء أقل، ومدن أكثر صحة وجودة حياة.

فرص اقتصادية
تفتح أفاقًا جديدة للصناعة والاستثمار والوظائف المستقبلية

أمن الطاقة
تقلل الاعتماد على الوقود الاحفوري وتعزز أمن إمدادات الطاقة.

كفاءة أعلى
محركات كهربائية أكثر كفاءة وتكلفة تشغيل أقل.

تقليل الانبعاثات
تساهم في خفض انبعاثات الكربون ومكافحة تغير المناخ.

جمعية تقنيات المركبات الكهربائية
Electric Vehicle Technologies

تطور المركبات الكهربائية

1832

البدايات الأولى

تطوير أول نموذج أولي لمركبة كهربائية.

1900 – 1912

العصر الذهبي

شاركت المركبات الكهربائية نحو تلث المركبات على الطرق في الولايات المتحدة.

1910 – 1930

تراجع وانتكاسة

انخفاض تكلفة سيارات البنزين وتوسع شبكة الطرق أدى إلى تراجع المركبات الكهربائية.

1990s

عودة الاهتمام

زيادة الوعي البيئي والتشريعات الحكومية أعادت الاهتمام بالمركبات الكهربائية.

1996 – 1997

بداية عصر جديد

إطلاق GM EV1 (1996) و (Toyota Prius (1997. بداية الجيل الحديث من المركبات الكهربائية.

2006

دخول تسلا

إعلان شركة Tesla عن تطوير سيارة رياضية كهربائية بعيدة المدى، مما أعاد الزخم للصناعة.

2010

الانتشار التجاري

إطلاق Nissan LEAF، إحدى أول السيارات الكهربائية المخصصة للإنتاج الواسع.

2020 – الآن

النمو السريع

توسع السوق العالمي، تطور تقنيات الشحن، وزيادة عدد المركبات الكهربائية.

المصدر:
U.S. Department of Energy (DOE)
Timeline: History of the Electric Car
https://www.energy.gov/timeline-history-electric-car

أنواع المركبات الكهربائية

تختلف المركبات الكهربائية في مصدر الطاقة وطريقة استخدامه

المركبات ذات المدى الممتد (EREV)

محرك احتراق داخلي يعمل فقط لتوليد الكهرباء لشحن البطارية، بينما تكون العجلات مدفوعة بالمحرك الكهربائي فقط.

مركبات خلايا الوقود الهيدروجينية (FCEV)

تولد الكهرباء من خلال تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين في خلية الوقود، والماء هو الناتج الثانوي الوحيد.

المركبات الهجينة القابلة للشحن (PHEV)

يمكن شحن بطاريتها من مصدر خارجي. والقيادة بالكهرباء لمسافات أطول، وعند نفاد الشحن يعمل محرك الاحتراق.

المركبات الهجينة (HEV)

تجمع بين محرك احتراق داخلي ومحرك كهربائي. يستخدم المحرك الكهربائي لدعم المحرك وزيادة الكفاءة.

المركبات الكهربائية بالكامل (BEV)

تعمل بالكامل على الكهرباء المخزنة في البطارية، ولا تحتوي على محرك احتراق داخلي.

فوائد المركبات الكهربائية

كفاءة عالية

تحول نسبة أكبر من الطاقة إلى حركة فعالة.

هادئة

تعمل بمستويات ضوضاء منخفضة جداً.

أقل تكلفة تشغيل

تكلفة صيانة وتشغيل أقل من المركبات التقليدية.

صديقة للبيئة

تقلل من الانبعاثات والتلوث الهوائي.

تقلل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

كيف تعمل السيارة الكهربائية؟

تحويل الطاقة الكهربائية إلى حركة تدفع المستقبل

المحرك الكهربائي

يحول الطاقة الكهربائية إلى حركة ميكانيكية تدفع العجلات.

منظومة الإدارة الإلكترونية (ECU)

تتحكم في تدفق الطاقة بين البطارية والمحرك وتراقب أداء النظام.

حزمة البطارية

تخزن الطاقة الكهربائية في خلايا بطارية عالية الجهد.

مسار الطاقة في السيارة الكهربائية

البطارية
تخزن الطاقة الكهربائية.

←

العاكس (Inverter)
يحول التيار المستمر (DC) من البطارية إلى تيار متردد (AC) لتشغيل المحرك.

←

المحرك الكهربائي
يحول الطاقة الكهربائية إلى حركة ميكانيكية.

←

العجلات
تنتقل الحركة إلى العجلات فتدفع السيارة إلى الأمام.

استعادة الطاقة أثناء الكبح (Regenerative Braking)

يعمل المحرك كمولد أثناء الكبح، ويحول الطاقة الحركية إلى كهربائية وتُعاد إلى البطارية.

المكونات الرئيسية

حزمة البطارية
مصدر الطاقة الرئيسي للسيارة من خلايا بطارية عالية الجهد.

العاكس (Inverter)
يحول التيار المستمر (DC) إلى تيار متردد (AC).

المحرك الكهربائي
يحول الطاقة الكهربائية إلى حركة ميكانيكية.

منظومة الإدارة الإلكترونية
تتحكم في تدفق الطاقة وتراقب أداء النظام لضمان الكفاءة والأمان

الشاحن الداخلي
يحول التيار المتردد من محطة الشحن إلى تيار مستمر لشحن البطارية.

السوق العالمي للمركبات الكهربائية

نمو متسارع يقود مستقبل النقل المستدام

أبرز آرقام السوق (2024)

حجم السوق العالمي
≈ 542
مليار دولار أمريكي
(2024)

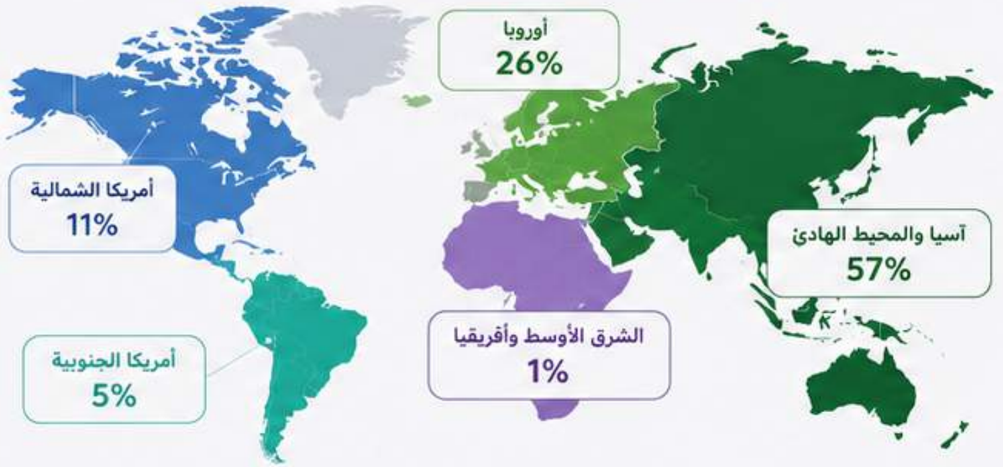
معدل النمو السنوي المركب
≈ 18.3%
(2024 – 2030)

إجمالي المبيعات العالمية
≈ 17.1 مليون مركبة
(2024)

الحصة من إجمالي مبيعات المركبات الخفيفة
≈ 20%
(2024)

عدد المركبات الكهربائية على الطرق
≈ 56
مليون مركبة
(حتى نهاية 2024)

الحصة السوقية حسب المنطقة (مبيعات 2024)



أكبر الأسواق من حيث المبيعات (2024)

1	2	3	4	5
الصين	أوروبا	الولايات المتحدة	الهند	اليابان
≈ 11.0 مليون مركبة	≈ 3.0 مليون مركبة	≈ 1.4 مليون مركبة	≈ 0.6 مليون مركبة	≈ 0.4 مليون مركبة
(≈ 64%)	(≈ 18%)	(≈ 8%)	(≈ 3%)	(≈ 2%)

اتجاه مبيعات المركبات الكهربائيه عالمياً

(مليون مركبة)

محركات النمو الرئيسية

- **الدعم الحكومي والحوافز**
  سياسات دعم قوية ومعايير انبعاثات أكثر صرامة
- **تطور تقنيات البطاريات**
  انخفاض التكاليف وزيادة المدى والكفاءة
- **توسع البنية التحتية للشحن**
  زيادة عدد نقاط الشحن السريع حول العالم
- **التحول نحو الاستدامة**
  ارتفاع الوعي البيئي والطلب على حلول نقل نظيفة

المصدر : IEA- Global EV Outlook 2024 | BloombergNEF – Electric Vehicle Outlook 2024

ما هي البطاريات؟

تعريف البطارية

البطارية هي جهاز كهروكيميائي يحول
الطاقة الكيميائية المخزنة بداخله إلى **طاقة كهربائية**
من خلال تفاعل **كيميائي** بين مكوناته،
ويستمر هذا التحويل طالما بقيت المواد الفعالة قادرة على التفاعل.

أول بطارية في العالم

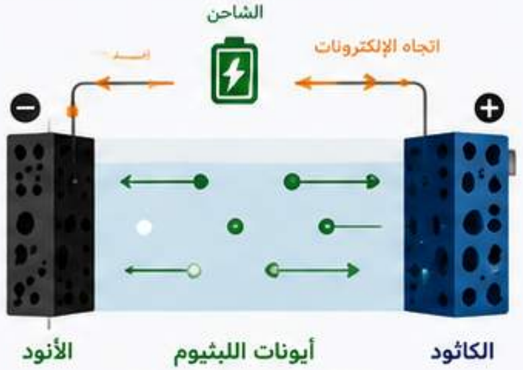
عمود فولتا (1800)

اخترع العالم الإيطالي **أليساندرو فولتا** أول بطارية في العالم تتكون من تتابع أقراص من الزنك والنحاس تفصل بينها أوراق مبللة بالمحلول الملحي، وتنتج فرق جهد كهربائي مستمر.

كيف تعمل البطارية؟

1 الشحن (تخزين الطاقة)

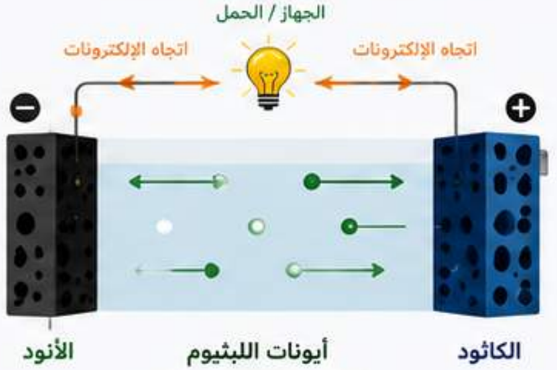
- يتم تزويد البطارية بطاقة كهربائية من مصدر خارجي.
- تتحرك أيونات الليثيوم من الكاثود (+) إلى الأنود (-).
- تتنقل الإلكترونات عبر الدائرة الخارجية إلى الأنود.
- تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية مخزنة.



(تتحرك داخل الإلكتروليت)

2 التفريغ (استخدام الطاقة)

- تتحرك أيونات الليثيوم من الأنود (-) إلى الكاثود (+).
- تتنقل الإلكترونات عبر الدائرة الخارجية لتشغيل الجهاز أو المحرك.
- تتحول الطاقة الكيميائية المخزنة إلى طاقة كهربائية.



(تتحرك داخل الإلكتروليت)

المكونات الأساسية للبطارية

المجمع الحالي
يجمع التيار الكهربائي من الأقطب ويوصله إلى الدائرة الخارجية.

القطب الموجب (الكاثود)
يخزن أيونات الليثيوم ويستقبلها أثناء الشحن.

الإلكتروليت
وسط ناقل يسمح بحركة الأيونات بين القطبين.

الفاصل
يفصل بين القطبين ويمنع التلامس المباشر مع السماح بمرور الأيونات.

القطب السالب (الأنود)
يخزن أيونات الليثيوم ويطلقها أثناء التفريغ.

الخصائص الأساسية لمكونات البطارية

تعتمد أداء البطارية وسلامتها وكفاءتها على خصائص مواد الأنود والإلكتروليت والكاثود

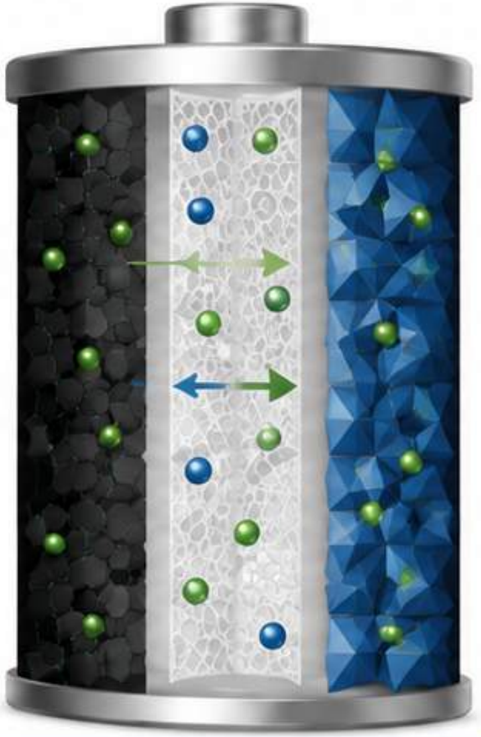
الكاثود (Cathode)

سعة نوعية عالية
تخزين أكبر عدد من الأيونات لتوفير طاقة أعلى

ثبات هيكلي أثناء الدورات
الحفاظ على البنية البلورية مع تكرار الشحن والتفريغ

عمر تشغيلي طويل
احتفاظ بالأداء العالي لعدد كبير من الدورات

الإلكتروليت (Electrolyte)



موصلية أيونية عالية
نقل سريع للأيونات لضمان أداء عالي

استقرار كهروكيميائي واسع
ثبات في نطاق جهد واسع دون تحلل أو تفاعلات جانبية

أمان عال
غير قابل للاشتعال يقلل من مخاطر الحريق

الأنود (Anode)

كثافة طاقة عالية
تخزين أكبر قدر من أيونات الصوديوم/الليثيوم لكل كتلة

توصيل إلكتروني ممتاز
نقل الإلكترونات بكفاءة عالية لتقليل المقاومة الداخلية

استقرار كيميائي وميكانيكي
مقاومة التفاعلات الجانبية وتحمل التمدد والانكماش

تطور البطاريات

رحلة امتدت لأكثر من 200 عام من الإبتكار والتطوير، لتصل إلى بطاريات الليثيوم أيون التي تقود ثورة المركبات الكهربائية الحديثة.

1800
عمود فولتا (Voltaic Pile)

- أول بطارية في العالم اخترعها أليساندرو فولتا.
- بداية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

1859
بطارية الرصاص الحمضية (Lead-Acid)

- أول بطارية قابلة لإعادة الشحن.
- موثوقة ومنخفضة التكلفة.
- تُستخدم حتى اليوم في تشغيل السيارات التقليدية.

1989–1991
بطاريات النيكل-هيدريد المعدني (NiMH)

- كثافة طاقة أعلى من بطاريات الرصاص.
- صديقة للبيئة وأكثر أمانًا.
- استُخدمت في السيارات الهجينة الأولى مثل (Toyota Prius (1997).

1991
بطاريات الليثيوم أيون (Lithium-ion)

نقطة التحول الكبرى

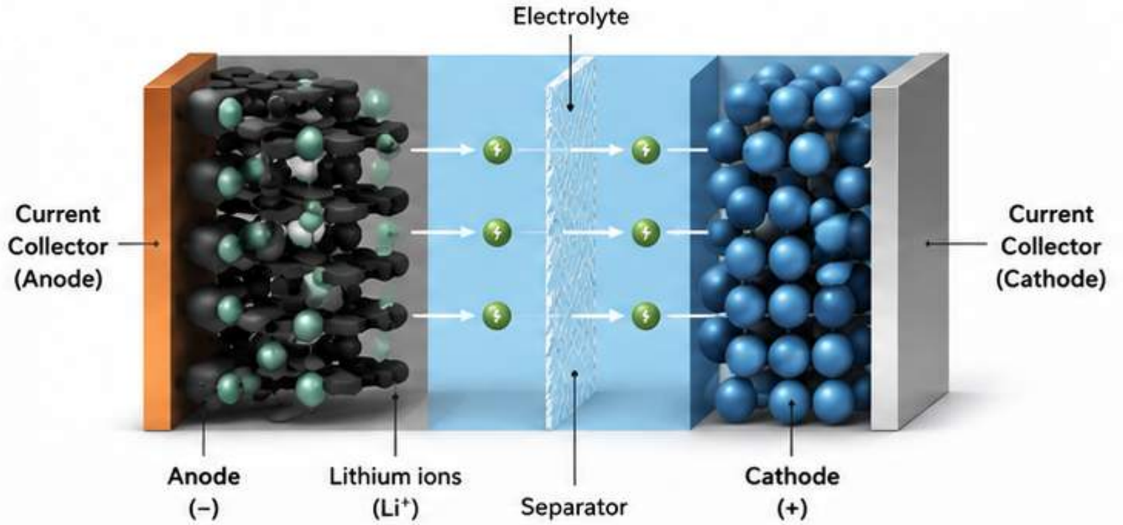
- كثافة طاقة مرتفعة.
- وزن أخف وحجم أصغر.
- شحن أسرع وعمر افتراضي أطول.
- التقنية الأساسية للمركبات الكهربائية والأجهزة الإلكترونية الحديثة.

رحلة استمرت أكثر من 200 عام... من أول بطارية اخترعها فولتا إلى بطاريات الليثيوم أيون التي تقود ثورة المركبات الكهربائية اليوم.

بطاريات الليثيوم أيون

تُعد بطاريات الليثيوم أيون ايون القنية الأكثر استخدامًا في عصرنا الحالي، حيث توفر كثافة طاقة عالية، وكفاءة تشغيل ممتازة، وعمرًا أطول.

مكونات خلية الليثيوم أيون



مجمعات التيار
عادةً من الألومنيوم للقطب الموجب ومن النحاس للقطب السالب لنقل التيار الكهربائي.

الفاصل (Separator)
غشاء مسامي يمنع التلامس المباشر بين القطبين ويسمح بمرور أيونات الليثيوم.

الإلكتروليت
محلول عضوي يحتوي على أملاح الليثيوم.

القطب السالب
عادةً من الجرافيت، يخزن أيونات الليثيوم أثناء الشحن.

القطب الموجب
عادةً من مواد أكسيد معدني $LiFePO_4$ أو $LiCoO_2$ إلخ.

تعريف

بطاريات الليثيوم أيون هي بطاريات قابلة لإعادة الشحن تعتمد على انتقال أيونات الليثيوم بين القطب الموجب والقطب السالب عبر الإلكتروليت. أثناء الشحن والتفريغ، مما يوفر كثافة طاقة عالية وعمرًا أطول مقارنة بالبطاريات التقليدية.

أنواع بطاريات الليثيوم أيون

بطاريات ليثيوم كوبالت (LCO)
كثافة طاقة عالية، تُستخدم في الأجهزة الإلكترونية.

بطاريات ليثيوم فوسفات حديد (LFP)
أمان عالي وعمر دورة طويل، تُستخدم في المركبات الكهربائية وتخزين الطاقة.

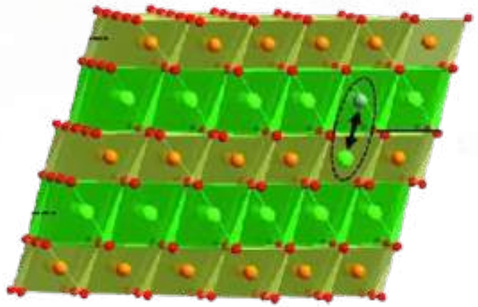
بطاريات ليثيوم نيكل منجنيز كوبالت (NMC)
توازن بين الكثافة الطاقية والقوة، تُستخدم في المركبات والأدوات الكهربائية.

- توجد أنواع أخرى مثل (NCA) و (LMO) وغيرها.

أنواع كيميائيات بطاريات الليثيوم أيون

NMC ($LiNi_xMn_yCo_2O_2$)

تركيب بلوري: Layered



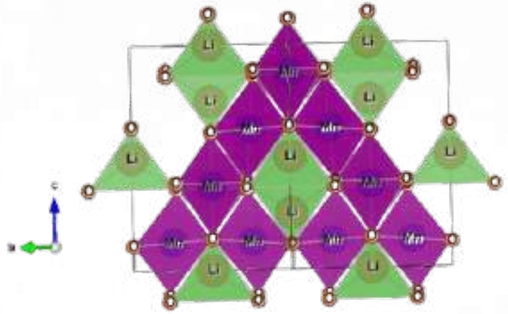
الجهد الاسمي	3.6 – 3.7 V
العمر التشغيلي	1,000 – 2,000 دورة

أبرز المزايا

- كثافة طاقة مرتفعة
- توازن بين الأداء والأمان

LMO ($LiMn_2O_4$)

تركيب بلوري: Spinel



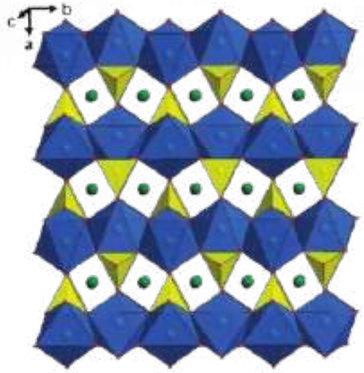
الجهد الاسمي	3.7 V
العمر التشغيلي	300 – 700 دورة

أبرز المزايا

- قدرة عالية
- أمان جيد

LFP ($LiFePO_4$)

تركيب بلوري: Olivine



الجهد الاسمي	3.2 V
العمر التشغيلي	2,000 – 5,000 دورة

أبرز المزايا

- أمان عالي
- عمر تشغيلي طويل

التحديات الحالية
لبطاريات الليثيوم أيون

01 السلامة

- خطر الانفلات الحراري (Thermal Runaway) في حلات التلف أو الشحن غير السليم.
- الحاجة إلى أنظمة تبريد وإدارة متقدمة.

02 سرعة الشحن

- الشحن السريع قد يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة.
- قد يسرّع من تدهور البطارية مع مرور الوقت.

03 تدهور الأداء

- تنخفض السعة تدريجياً مع تكرار دورات الشحن والتفريغ.
- يؤثر ذلك في مدى قيادة المركبة مع الاستخدام الطويل.

04 المواد الخام والاستدامة

- الاعتماد على عناصر مثل الليثيوم والكوبالت والنيكل.
- ارتفاع تكاليف الاستخراج.
- تحديات إعادة التدوير وسلاسل الإمداد العالمية.

05 الأداء في الظروف القاسية

- انخفاض الأداء في درجات الحرارة المنخفضة جداً أو المرتفعة.
- يؤثر في سرعة الشحن وكفاءة البطارية ومدى القيادة.

الجيل الجديد من البطاريات

بطاريات الصوديوم أيون
(Sodium-Ion Batteries)

بطاريات الصوديوم والكبريت
(Sodium-Sulfur Batteries)

بطاريات الليثيوم والكبريت
(Lithium-Sulfur Batteries)

بطاريات الحالة الصلبة
(Solid-State Batteries)

بطاريات الصوديوم

حل مستدام لمستقبل الطاقة

بطاريات الصوديوم هي تقنية تخزين طاقة تعتمد على أيونات الصوديوم (Na^+) بدلاً من أيونات الليثيوم لتخزين ونقل الطاقة الكهربائية.
تُعد خياراً واعداً للجيل القادم من البطاريات بفضل توفر الصوديوم وانخفاض تكلفته واستدامته العالية.

لماذا الصوديوم؟

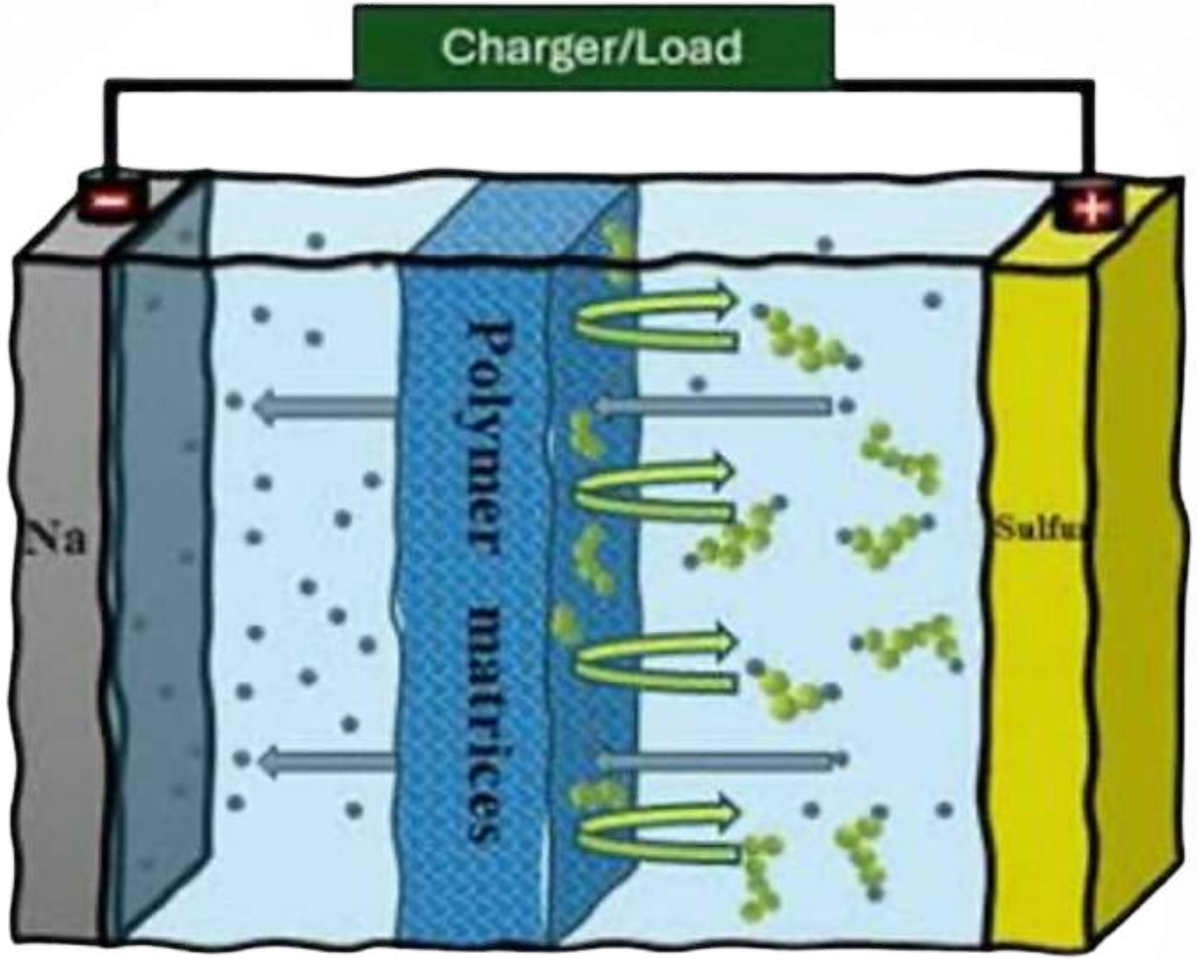
استدامة أعلى
وتقليل الاعتماد على المعادن الحرجة مثل الكوبالت.

تكلفة أقل
للمواد الخام مما يساهم في خفض تكلفة البطاريات.

وفرة أكبر
من الليثيوم في الطبيعة ومياه البحر.

الصوديوم في أرقام

- الصوديوم سادس عنصر وفرة في القشرة الأرضية.
- تركيز الصوديوم في مياه البحر أعلى بحوالي **440** مرة من الليثيوم.
- مصدر متجده وأمن بيئياً.



بطاريات الصوديوم تمثل خياراً واعداً للتطبيقات واسعة النطاق مثل تخزين الطاقة على مستوى الشبكة والمركبات الكهربائية الاقتصادية والأجهزة الإلكترونية.

بطاريات الحالة الصلبة

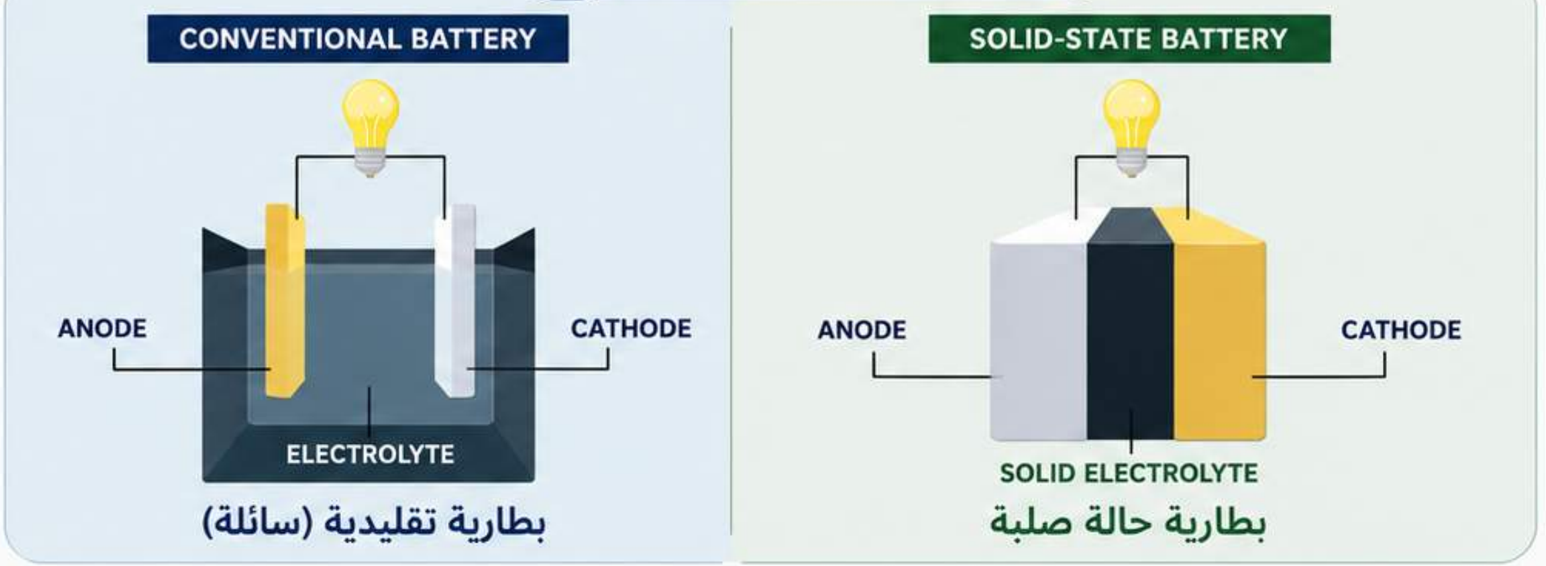
SOLID-STATE BATTERIES

الجيل القادم من البطاريات الأكثر أماناً وكفاءة

01 ما هي؟

بطاريات تستخدم **إلكتروليتاً صلباً** بدلاً من الإلكتروليت السائل المستخدم في بطاريات الليثيوم أيون، مما يعزز **الأمان ويرفع كثافة الطاقة.**

02 الفكرة ببساطة



03 الأنواع

الإلكتروليتات المركبة

تجمع بين السيراميك والبوليمر لتحقيق توازن بين الأداء والمرونة.

الإلكتروليتات البوليمرية

مرنة وخفيفة الوزن وسهلة التصنيع.

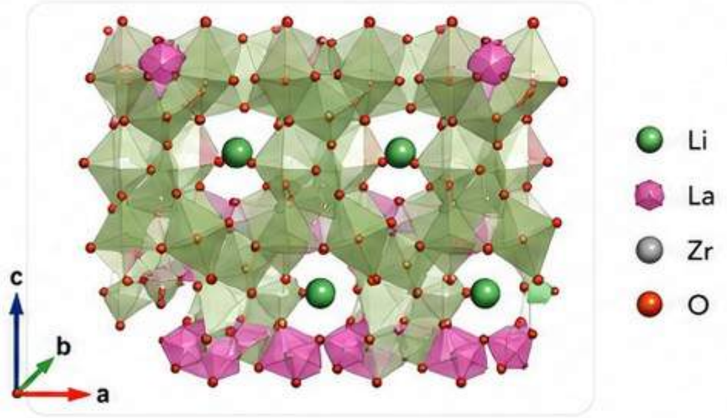
الإلكتروليتات السيراميكية

أعلى موصلية أيونية وثبات حراري وكيميائي ممتاز.

أهم الأمثلة على تراكيب الإلكتروليتات الصلبة

1. Oxide Electrolytes

LLZO
$(Li_7La_3Zr_2O_{12})$



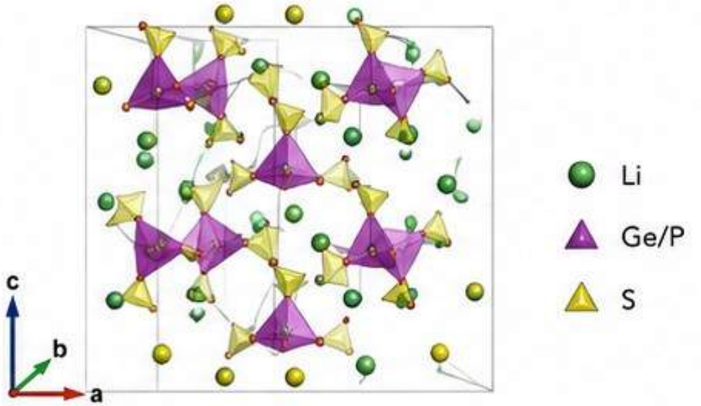
التوصيلية الأيونية: **مرتفعة**

أبرز المزايا

- استقرار كيميائي عالي
- ثبات حراري ممتاز

2. Sulfide Electrolytes

LGPS
$(Li_{10}GeP_2S_{12})$



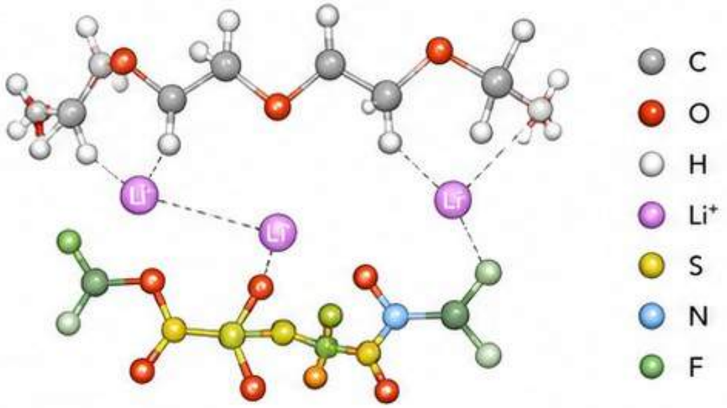
التوصيلية الأيونية: **عالية جدًا**

أبرز المزايا

- قريبة من الإلكتروليت السائل
- مناسبة للشحن السريع

3. Polymer Electrolytes

PEO–LiTFSI
(Polyethylene Oxide–LiTFSI)



التوصيلية الأيونية: **متوسطة**

أبرز المزايا

- مرونة عالية
- سهولة التصنيع

المزايا الرئيسية لبطاريات الحالة الصلبة

كثافة طاقة أعلى

تخزين كمية أكبر من الطاقة قي حجم أقل، مما يساهم في زيادة مدى المركبة الكهربائية.

سلامة أعلى

تقليل مخاطر التسرب والاشتعال مقارنة بالإلكتروليتات السائلة.

عمر تشغيلي أطول

تحسين استقرار البطارية وتقليل معدل تدهور الأداء مع مرور الوقت.

إمكانية الشحن الأسرع

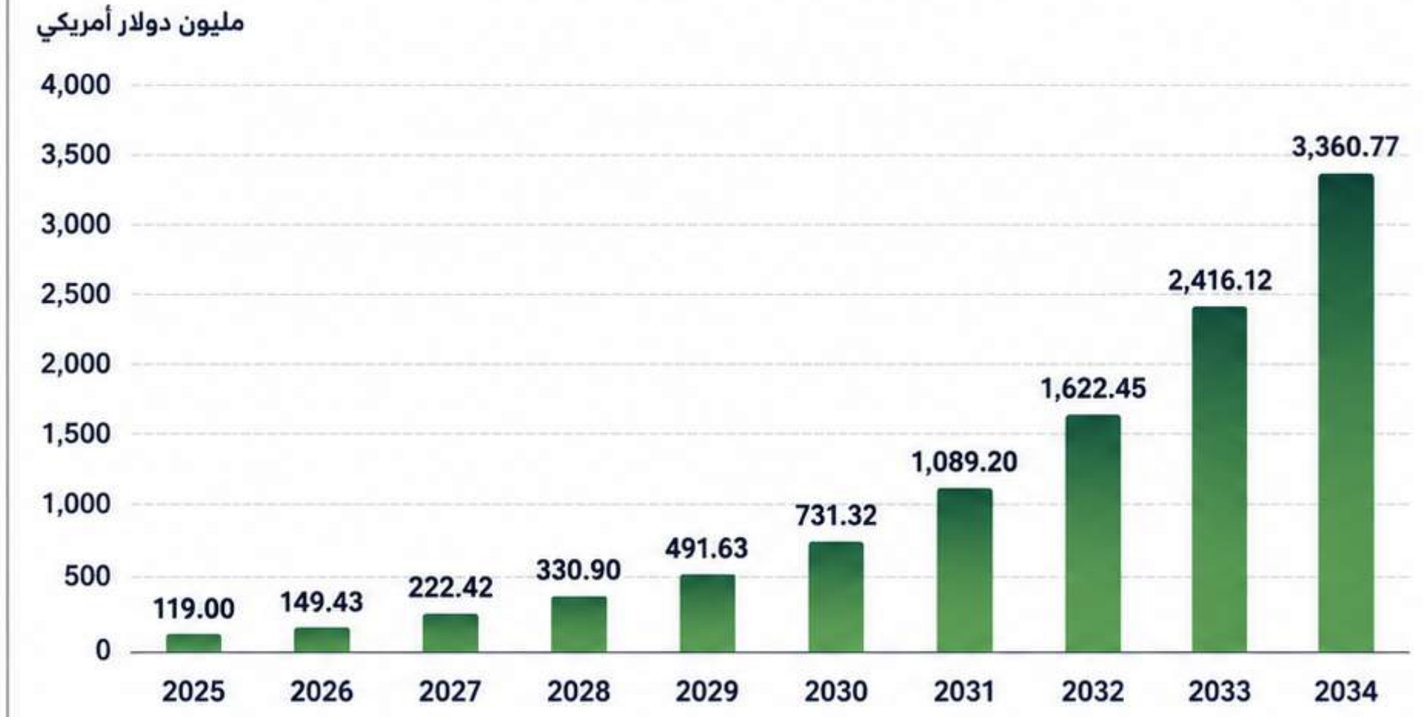
إمكانية تقليل زمن الشحن مع تطور المواد وتقنيات تصنيع الخلايا.

بطاريات الحالة الصلبة
أكثر أماناً وموثوقية

السوق العالمي لبطاريات الحالة الصلبة

نمو متسارع يقود مستقبل تخزين الطاقة

توقعات حجم السوق العالمي لبطاريات الحالة الصلبة (2025 – 2034)



حجم السوق (2025)

119 مليون دولار أمريكي

الحجم المتوقع (2034)

3.36 مليار دولار أمريكي

معدل النمو السنوي المركب (CAGR)

47.57%

يشهد سوق بطاريات الحالة الصلبة نموا مدفوعًا بالطلب المتزايد على حلول تخزين طاقة أكثر أمانًا وكفاءة واستدامة.

المصدر: Fortune Business Insights – Solid-State Battery Market (2025–2034)
https://www.fortunebusinessinsights.com/solid-state-battery-market-110342

الشركات الرائدة في تطوير بطاريات الحالة الصلبة

من يقود السباق نحو الجيل القادم من البطاريات؟

CATL

تستثمر في تقنيات الجيل القادم، بما فيها بطاريات الحالة الصلبة، إلى جانب ريادتها في سوق بطاريات الليثيوم أيون.

Solid Power

تطور إلكتروليتات كبريتيدية صلبة. ولديها شراكات مع BMW و Ford لتطوير البطاريات.

QuantumScape

تركز على بطاريات الليثيوم المعدنية ذات الحالة الصلبة، وتعمل بالتعاون مع مجموعة Volkswagen.

Samsung SDI

تطور خلايا حالة صلبة عالية الكثافة بهدف تحسين الأمان ومدى القيادة.

Toyota

تمتلك واحدة من أكبر محافظ براءات الاختراع في بطاريات الحالة الصلبة، وتستهدف استخدامها في المركبات الكهربائية المستقبلية.

يشهد تطوير بطاريات الحالة الصلبة منافسة عالمية بين شركات السيارات وشركات البطاريات، يهدف إنتاج بطاريات أكثر أماناً، وأعلى كثافة للطاقة، وأسرع شحناً.

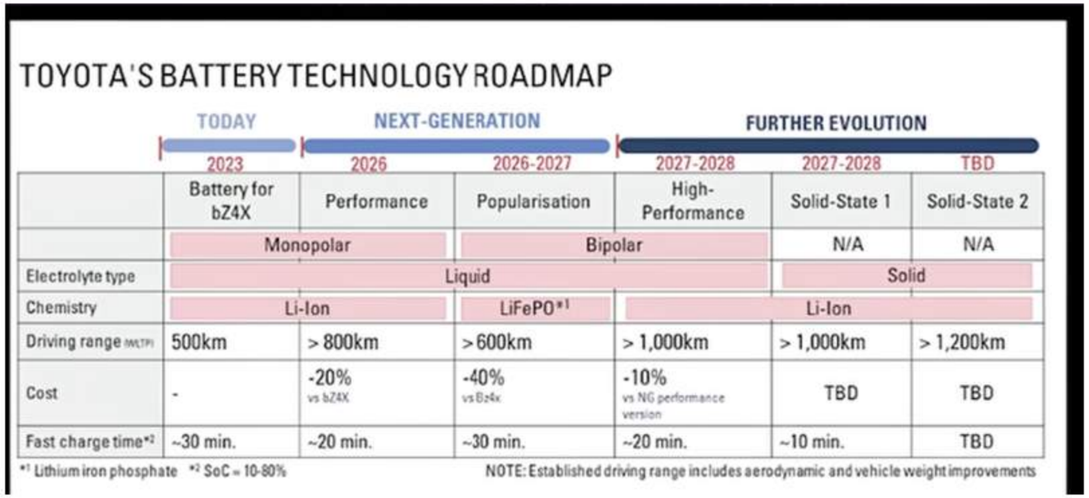
المصدر: تقارير الشركات والمواقع الرسمية، 2024.

خطوات الشركات العالمية نحو بطاريات الحالة الصلبة

كل شركة تمثل خطوة مختلفة في طريق الانتقال نحو بطاريات الحالة الصلبة

Toyota Japan

Toyota's Battery Technology Roadmap



TOYOTA'S BATTERY TECHNOLOGY ROADMAP

	TODAY	NEXT-GENERATION		FURTHER EVOLUTION		
	2023	2026	2026-2027	2027-2028	2027-2028	TBD
	Battery for bZ4X	Performance	Popularisation	High-Performance	Solid-State 1	Solid-State 2
	Monopolar		Bipolar		N/A	N/A
Electrolyte type	Liquid				Solid	
Chemistry	Li-Ion		LiFePO*1	Li-Ion		
Driving range (WLTP)	500km	> 800km	> 600km	> 1,000km	> 1,000km	> 1,200km
Cost	-	-20% vs bZ4X	-40% vs Bz4x	-10% vs NG performance version	TBD	TBD
Fast charge time*2	~30 min.	~20 min.	~30 min.	~20 min.	~10 min.	TBD

*1 Lithium iron phosphate *2 SoC = 10-80%

NOTE: Established driving range includes aerodynamic and vehicle weight improvements

Official roadmap for next-generation batteries

Source: Toyota Global

02 BYD

China

Patent

Add official image

03 BMW

Germany

BMW i7 Testing

Add official image

04 Honda

Japan

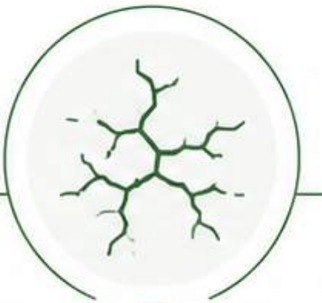
Demonstration Proc

Add official image

الفكرة: لم تعد بطاريات الحالة الصلبة مجرد أبحاث؛ بل أصبحت تظهر في خرائط الطريق والبراءات والاختبارات وخطوط الإنتاج التجريبية.

Sources: Toyota Global · BYD Patent · BMW Group Press · Honda Global News

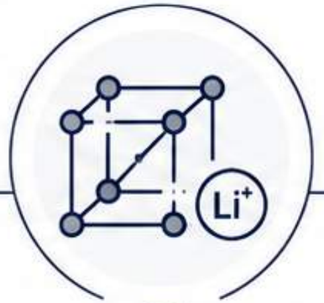
التحديات التقنية لبطاريات الحالة الصلبة



04

التشققات والإجهادات الميكانيكية

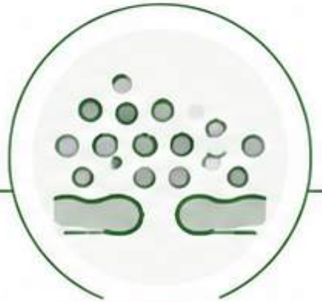
التغيرات الحجمية أثناء التشغيل قد تسبب تشققات داخل الإلكتروليت الصلب وفقدان الاتصال بين مكونات الخلية، مما يقلل من استقرارها وعمرها التشغيلي.



03

انخفاض التوصيلية الأيونية

بعض الإلكتروليتات الصلبة، خصوصاً البوليمرية، تمتلك توصيلية أيونية آقل عند درجة حرارة الغرفة مقارنة بالإلكتروليتات السائلة.



02

ضعف التلامس بين الإلكتروليت والأقطاب

المواد الصلبة لا تتكيف بسهولة مع تغير حجم الأقطاب أثناء الشحن والتفريغ، فتتكون فراغات عند الواجهة.

01

مقاومة الواجهات

ارتفاع المقاومة عند الحد الفاصل بين الإلكتروليت الصلب والأقطاب، مما يبطئ انتقال أيونات الليثيوم ويؤثر في أداء البطارية.

اتجاهات البحث المستقبلية

في بطاريات المركبات الكهربائية

اتجاهات البحث المستقبلية

بطاريات السيليكون
Silicon Anodes

زيادة سعة الأنود وتحسين كثافة الطاقة ومدى المركبة

إعادة تدوير البطاريات
Battery Recycling

استعادة المواد القيمة وتقليل النفايات ودعم الاقتصاد الدائري

استخلاص الليثيوم والصوديوم من الموارد الطبيعية
Lithium & Sodium Extraction

تأمين سلاسل الإمداد من خلال استخلاص المعادن من مياه البحر والمحاليل الملحية

الذكاء الاصطناعي في تطوير البطاريات
AI for Battery Development

تسريع اكتشاف المواد الجديدة، تحسين تصميم الخلايا، والتنبؤ بالعمر والأداء

تطوير مواد البطاريات الجديدة
Next-Generation Battery Materials

ابتكار إلكتروليتات ومواد قطبية جديدة لرفع الأداء، الأمان، والاستدامة

مستقبل المملكة العربية السعودية

نحو ريادة إقليمية في تقنيات المركبات الكهربائية والبطاريات

الاستثمار والشراكات

- جذب الشركات العالمية الرائدة في مجال البطاريات والمركبات الكهربائية.
- تعزيز الشراكات بين القطاعين الحكومي والخاص، محليًا وعالميًا.
- دعم الابتكار وريادة الأعمال في تقنيات تخزين الطاقة.

سلاسل الإمداد والمعادن

- الاستفادة من الموارد المعدنية المحلية مثل الليثيوم، النيكل، النحاس، والكوبالت.
- بناء منظومة متكاملة تشمل التعدين، المعالجة، والتكرير.
- تطوير سلاسل إمداد آمنة ومستدامة للمواد الخام لصناعة البطاريات.

صناعة البطاريات

- الاستثمار في تقنيات بطاريات الجيل القادم (الحالة الصلبة والصوديوم والليثيوم-كبريت).
- دعم الأبحاث والتطوير في الجامعات والمراكز البحثية الوطنية.
- توطين صناعة البطاريات وتعزيز القدرات التصنيعية المحلية.

التوسع في المركبات الكهربائية

- تسريع انتشار المركبات الكهربائية في المملكة.
- تطوير البنية التحتية لمحطات الشحن الذكية في جميع المناطق.
- دعم التحول نحو النقل المستدام والحد من الانبعاثات الكربونية.

تمتلك المملكة مقومات تؤهلها لتكون مركزًا إقليميًا لتطوير وتصنيع بطاريات الجيل القادم، بما يدعم مستهدفات **رؤية السعودية 2030** والتحول نحو **النقل المستدام**.

دعم السعودية لقطاع المركبات الكهربائية

منظومة متكاملة تقود التحول نحو مستقبل نقل مستدام

PIF
صندوق الاستثمارات العامة
PUBLIC INVISTMENT FUND

المحرك الرئيسي للاستثمارات في قطاع المركبات الكهربائية.

- يستثمر في التصنيع، البنية التحتية، وتقنيات البطاريات.
- يدعم تطوير منظومة متكاملة تعزز مكانة المملكة عالميًا في صناعة السيارات الكهربائية.

EV METALS ARABIA

تعمل على تطوير سلسلة توريد مواد البطاريات داخل المملكة.

- تركز على التعدين والمعالجة للمعادن الحرجة المستخدمة في البطاريات.
- تدعم توطين صناعة البطاريات وسلاسل الإمداد المستدامة.

EVIQ
by PIF & SEC

مشروع مشترك بين صندوق الاستثمارات العامة والشركة السعودية للكهرباء.

- يقود إنشاء وتشغيل شبكة محطات شحن السيارات الكهربائية في المملكة.
- يهدف إلى تسهيل اعتماد المركبات الكهربائية.

LUCID MOTORS

تمتلك مصنعًا في مدينة الملك عبدالله الاقتصادية.

- أول مصنع لإنتاج السيارات الكهربائية في المملكة.
- يساهم في توطين الصناعة وخلق فرص عمل نوعية.

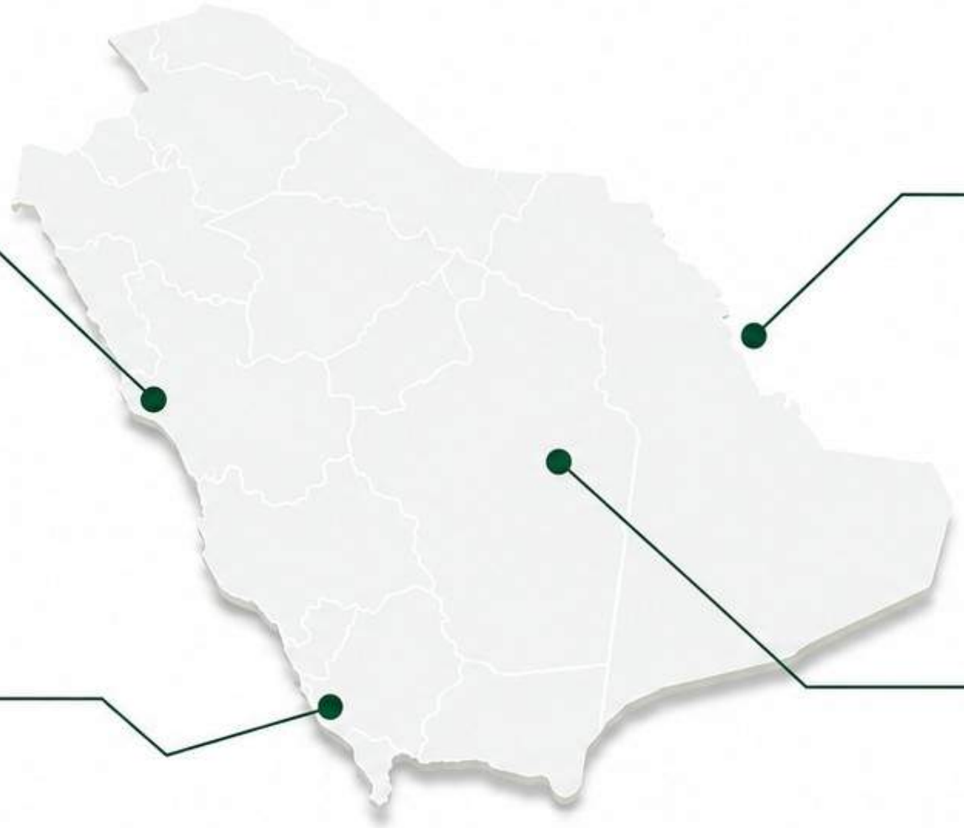
CCCR

أول علامة تجارية سعودية للسيارات الكهربائية.

- تستهدف تصميم وتصنيع السيارات داخل المملكة.
- تركز على تقديم سيارات عصرية تلبي احتياجات السوق الإقليمية والعالمية.

تسعى المملكة إلى بناء منظومة متكاملة للمركبات الكهربائية تشمل التصنيع، والبنية التحتية للشحن، وسلاسل الإمداد، **وتقنيات البطاريات**، بما يدعم مستهدفات **رؤية السعودية 2030**.

المشهد البحثي في مجال البطاريات بالمملكة العربية السعودية



جامعة الملك فهد للبترول والمعادن
KFUPM

مراكز بحثية متخصصة في مواد البطاريات والطاقة المستدامة وتقنيات الهيدروجين.

كاوست
KAUST

أبحاث في بطاريات الجيل القادم وتخزين الطاقة والمواد المتقدمة.

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
KACST

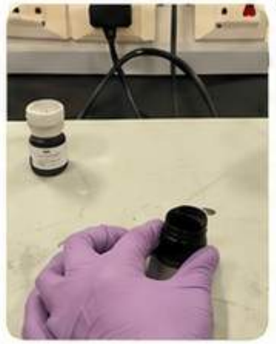
جهة وطنية تدعم البحث والتطوير في تقنيات البطاريات والمواد المتقدمة وتخزين الطاقة.

جامعة الملك خالد
KING KHALID UNIVERSITY

أبحاث تطوير بطاريات الحالة الصلبة، وبطاريات الصوديوم، والإلكتروليتات البوليمرية، والمواد المتقدمة للبطاريات.

دور جامعة الملك خالد في أبحاث بطاريات الحالة الصلبة

01 Material Preparation



- Raw materials weighing
- Slurry mixing
- Homogeneous dispersion
- Viscosity control

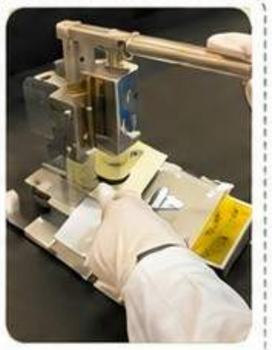
02 Electrode Coating

- Slurry coating on current collector
- Uniform thickness control
- High coating quality

03 Drying

- Solvent evaporation
- Vacuum / Oven drying
- Controlled temperature
- Moisture removal

04 Electrode Punching



- Electrode cutting
- Uniform size & shape
- High precision
- Consistent quality

05 Coin Cell Crimping

- Secure Cell Sealing
- Controlled Crimping Pressure
- Reliable Electrical Contact
- Leak-Free Assembly

06 Coin Cell Assembly (Glove Box)

- Controlled atmosphere (< 0.1 ppm H_2O, O_2)
- Safe handling of moisture-sensitive materials
- Coin cell assembly and sealing

07 Electrochemical Evaluation

- EIS for impedance analysis
- GCD & long-term cycling
- High-precision data acquisition & analysis

الـخـلاصـة

01

بطاريات الليثيوم أيون

هي التقنية السائدة حاليًا في المركبات الكهربائية، بفضل نضجها واعتمادها الواسع.

02

بطاريات الحالة الصلبة

تمثل الجيل القادم بفضل أمانها العالي، كثافة الطاقة العالية، وإمكانية الشحن الأسرع.

03

التحديات التقنية

مقاومة الواجهات، ضعف التلامس، انخفاض التوصيلية لبعض المواد، والتشققات ما زالت تحد من الإنتشار التجاري الواسع.

04

الشركات العالمية

تستثمر مليارات الدولارات وتضع خططاً طموحة لتطوير وتسويق بطاريات الحالة الصلبة.

05

المملكة العربية السعودية

تمتلك فرضاً واعدة في البحث والتطوير، التصنيع، وسلاسل القيمة المرتبطة ببطاريات المستقبل.

مستقبل المركبات الكهربائية يبدأ من البطارية.

مستقبل المركبات الكهربائية لن يعتمد فقط تطوير المركبات، بل على **الإبتكار المستمر في تقنيات البطاريات**، التي ستكون المحرك الحقيقي للجيل القادم من التنقل المستدام.

شكراً لكم

معاً نصنَع مستقبلاً أكثر استدامةُ وأماناً.