

# **خطة عمل مصنع إعادة تدوير البطاريات - سلطنة عمان**

## **1. الملخص التنفيذي**

### **1.1 نظرة عامة على المشروع**

يهدف مشروع مصنع إعادة تدوير البطاريات إلى إنشاء منشأة مرخصة ومت الموافقة مع المعايير البيئية في سلطنة عمان، مع التركيز في المرحلة الأولى على إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية (بطاريات السيارات، البطاريات الصناعية، وبطاريات أنظمة UPS)، ووضع خارطة طريق مستقبلية للتوسيع لاحقاً في إعادة تدوير بطاريات الليثيوم-أيون القادمة من المركبات الكهربائية، وأنظمة تخزين الطاقة الشمسية، والأجهزة الإلكترونية الاستهلاكية.

سيقوم المصنع بجمع البطاريات ومعالجتها وإعادة تدويرها واستخلاص المواد القيمة منها مثل الرصاص، والبلاستيك، والأحماض/الإلكتروليتات، والليثيوم، والنيكل، والنحاس، مع إعادة توريد المواد الخام المعاد تدويرها إلى المصانع، وضمان التخلص الآمن من النفايات الخطرة وفقاً لأنظمة المعتمدة.

يتماشى هذا المشروع بشكل مباشر مع: - رؤية عمان 2040 (الاستدامة والاقتصاد الدائري) - الزيادة المستمرة في أعداد المركبات واعتماد الطاقة المتتجدد - تشديد اللوائح والتنظيمات الخاصة بإدارة النفايات الخطرة

### **1.2 أهداف المشروع**

- إنشاء منشأة متكاملة ومرخصة لإعادة تدوير البطاريات، مت الموافقة مع القوانين البيئية في سلطنة عمان
- الحد من التلوث البيئي الناتج عن التخلص غير السليم من البطاريات
- بناء مشروع صناعي يردي قائم على مفهوم الاقتصاد الدائري
- توريد المواد المعاد تدويرها إلى المصانع المحليين والإقليميين
- التوسيع في إعادة تدوير بطاريات الليثيوم-أيون خلال فترة 3-5 سنوات

### **1.3 الهيكل القانوني والتسجيل**

سيتم تسجيل الشركة في سلطنة عمان على النحو التالي: - شركة ذات مسؤولية محدودة (LLC) - الذي الموصى به نظراً لحجم المشروع الصناعي، ومتطلبات المسؤولية، وإجراءات الترخيص

مسار التسجيل: - مركز سند + وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار

التكاليف التقديرية الأساسية للتسجيل (باستثناء الأرض الصناعية والتأشيرات): - رسوم تسجيل الشركة ذات المسؤولية المحدودة والرسوم الحكومية: 300 - 500 ريال عماني - عضوية غرفة تجارة وصناعة عمان: 100 - 200 ريال عماني - رسوم خدمات مركز سند: 50 - 100 ريال عماني

ملاحظة: المشاريع الصناعية تتطلب موافقات إضافية من الجهات البيئية والبلدية المختصة.

### **1.4 نطاق العمليات**

**المرحلة الأولى - إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية** - بطاريات السيارات - البطاريات الصناعية وبطاريات UPS - بطاريات أبراج الاتصالات وأنظمة تخزين الطاقة الشمسية

**المرحلة الثانية - إعادة تدوير بطاريات الليثيوم-أيون (توسيع مستقبلي)** - بطاريات المركبات الكهربائية - أنظمة تخزين الطاقة الشمسية - بطاريات الأجهزة الإلكترونية الاستهلاكية

## 1.5 المنتجات ومصادر الإيرادات

- سبائك الرصاص المعاد تدويرها
- حبيبات البلاستيك المعاد تدويرها (PP / ABS)
- نواتج معالجة الإلكترونات المعادلة
- رسوم خدمات إعادة التدوير (عملاء الشركات)
- عقود إدارة النفايات الخطرة

## 1.6 العيزة التنافسية

- أفضلية الدخول المبكر أو المفاضلة المحدودة في السوق العماني
- طلب مرتفع مدفوع بالتشريعات والأنظمة البيئية
- توافق قوي مع معايير الاستدامة والحكومة البيئية والاجتماعية (ESG)
- عقود طويلة الأجل مع الورش، وأساطيل، وشركات الطاقة الشمسية
- إمكانية التصدير للمواد المعاد تدويرها

## 1.7 لمحه مالية (تقديرية)

- التكلفة التقديرية للمشروع: 1.2 - 3.5 مليون ريال عماني (حسب الطاقة الإنتاجية)
- هامش الربح الإجمالي المتوقع: %40 - %25
- فترة الوصول إلى نقطة التعادل: 3 - 5 سنوات
- قابلية عالية للتتوسع والاستدامة على المدى الطويل

## 1.8 الرؤية والرسالة

**الرؤية:** أن تكون الشركة الرائدة في سلطنة عمان في مجال إعادة تدوير البطاريات وإدارة النفايات الخطرة.

**الرسالة:** إعادة تدوير البطاريات بطريقة آمنة، وحماية البيئة، ودعم الاقتصاد الدائري في سلطنة عمان من خلال استخدام تقنيات إعادة تدوير عالمية المستوى.

## 2. وصف المشروع - الأهداف، الطاقة الإنتاجية، التقنية وتدفق العمليات

### 2.1 أهداف المشروع

**الأهداف الاستراتيجية** - إنشاء مصنع مرصص ومتواافق بيئياً لإعادة تدوير البطاريات في سلطنة عمان - دعم أهداف الاستدامة الوطنية والاقتصاد الدائري - الحد من الرمي غير القانوني والتخلص غير الآمن من البطاريات - إنشاء أصل صناعي يتمتع بربوية طويلة الأجل وإمكانات تصديرية

**الأهداف التشغيلية** - تؤمن عقود توريد مستقرة مع الجهات المولدة للبطاريات - الحفاظ على كفاءة استخلاص أعلى من متطلبات القطاع - التشغيل دون أي مخالفات بيئية - التوسع في الطاقة الإنتاجية على مراحل معيارية

**الأهداف المالية** - الوصول إلى نقطة التعادل التشغيلي خلال 3-5 سنوات - الحفاظ على هامش أرباح قبل الفوائد والضرائب والإهلاك (EBITDA) أعلى من 25 % - إعادة استثمار الأرباح في تحديث التقنيات والتوسيع في إعادة تدوير بطاريات الليثيوم-أيون

## 2.2 تخطيط الطاقة الإنتاجية للمصنع

سيتم تصميم المصنع وفق نموذج طاقة معيارية يسمح بالتوسيع المرحلي.

نوع الطاقة	المدخل السنوي للبطاريات	الاستخدام المناسب
صغريرة	8,000 - 5,000 طن	تجريبية / طلب إقليمي
متوسطة	15,000 - 10,000 طن	تغطية وطنية
كبيرة	+20,000 طن	مركز تصدير إقليمي

**الطاقة الموصى بها عند البدء:** نطاق متوسط (10,000-15,000 طن سنويًا)

## 2.3 أنواع مواد التغذية (البطاريات)

**المرحلة الأولى - بطاريات الرصاص الحمضية (LAB)** - بطاريات السيارات - بطاريات الشاحنات والحافلات - بطاريات الاتصالات وأنظمة UPS - بطاريات تخزين الطاقة الشمسية

**المرحلة الثانية - بطاريات الليثيوم-أيون (LIB)** - بطاريات المركبات الكهربائية - أنظمة تخزين الطاقة الشمسية وعلى مستوى الشبكات - بطاريات الأجهزة الإلكترونية الاستهلاكية

## 2.4 نظرة عامة على التقنية

تقنية إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية سيسخدم المصنع الفصل الميكانيكي مع الصهر المُتحكم به.

المكونات التقنية الرئيسية: - آلة تكسير البطاريات ومطحنة المطرقة - وحدات فصل البلاستيك - نظام تصريف ومعادلة الأحماض - فرن دوار أو فرن صهر - قدور تنقية الرصاص - أنظمة التحكم في الانبعاثات ومرشحات الأكياس

**إعادة تدوير بطاريات الليثيوم-أيون (توسيع مستقبلي)** - محطات التفريغ والتفكك - التقطيع في بيئة خاملة - المعالجة الهيدروميتالورجية - استخلاص الليثيوم، الكوبالت، النيكل، والمنغنيز

## 2.5 تدفق العمليات - بطاريات الرصاص الحمضية

1. **الاستلام والوزن:** استلام البطاريات وتسجيلها
2. **التكسير والفصل:** فصل الرصاص والبلاستيك والحمض ميكانيكيًا
3. **معادلة الحمض:** معالجة حمض الكبريتิก وتحويله إلى أملاح متعدلة
4. **صهر وتنقية الرصاص:** صهر المكونات وتحويلها إلى سبائك
5. **غسل البلاستيك والتحبيب:** تنظيف بلاستيك البولي بروبيلين وتحويله إلى حبيبات
6. **شحن المنتجات النهائية:** تعبئة سبائك الرصاص وحبوبات البلاستيك للبيع

## 2.6 المنتجات النهائية وتقديرات نسب الاستخلاص

نسبة الاستخلاص	المخرج
70% - 60%	الرصاص المعاد تدويره
25% - 20%	حببات البلاستيك
10% - 5%	نوافذ معادلة أخرى

تعتمد كفاءة الاستخلاص على جودة البطاريات ومستوى التحكم في العمليات.

## 2.7 موقع المصنع ومتطلبات البنية الأساسية

- منطقة صناعية معتمدة للتعامل مع النفايات الخطرة
- المساحة المطلوبة: 25,000 - 10,000 متر مربع
- توفر خدمات الكهرباء والمياه
- وجود منطقة عازلة عن المناطق السكنية
- سهولة الوصول إلى الطرق السريعة والموانئ

## 2.8 مبادئ التصميم البيئي والسلامة

- مناطق معالجة مغلقة بالكامل
- مناطق ضغط سلبي للحد من الغبار
- معالجة متكاملة للمياه العادمة وسياسة تصريف صفرى
- مراقبة مستمرة لانبعاثات الهواء
- تطبيق صارم لتدريب الصحة والسلامة المهنية واستخدام معدات الوقاية الشخصية

## 3. الإطار التنظيمي والبيئي والتراخيص (سلطنة عمان)

تُصنف أنشطة إعادة تدوير البطاريات في سلطنة عمان كأنشطة صناعية خطيرة، ولذلك تُعد متطلبات الامتثال والتنظيم البيئي والحصول على التراخيص عناصر حاسمة لبدء التشغيل واستدامته على المدى الطويل.

### 3.1 الجهات التنظيمية الرئيسية

- وزارة التجارة والصناعة وترويج الاستثمار (MOCTIP): التسجيل التجاري وتصنيف النشاط
- هيئة البيئة: الموافقات البيئية، دراسات الأثر البيئي، وترخيص النفايات الخطرة
- البلدية العذصنة: استخدامات الأرضي، تصاريح البناء، والموافقات التشغيلية
- هيئة الدفاع المدني والإسعاف: اشتراطات السلامة من المريق والاستجابة للطوارئ
- الهيئة العامة للمناطق الاقتصادية الخاصة والمناطق الحرة (OPAZ): في حال إقامة المشروع داخل منطقة اقتصادية أو صناعية خاصة

### 3.2 التراخيص والموافقات المطلوبة

الغرض	الجهة المختصة	الموافقة / التراخيص
السجل التجاري (شركة ذات مسؤولية محدودة)	وزارة التجارة والصناعة	تأسيس الكيان القانوني

الغرض	الجهة المختصة	الموافقة / الترخيص
الالتزام البيئي	هيئة البيئة	الموافقة البيئية
إلزامية للأنشطة الخطرة	هيئة البيئة	دراسة تقييم الأثر البيئي (EIA)
الجمع والنقل والمعالجة	هيئة البيئة	ترخيص التعامل مع النفايات الخطرة
اعتماد الموقع الصناعي	البلدية / OPAZ	عقد تخصيص أرض صناعية
إنشاء المصنع	البلدية	تصريح البناء
الامتثال لمتطلبات الطوارئ	الدفاع المدني	موافقة السلامة من الحريق
التشغيل اليومي	البلدية	الترخيص التشغيلي

### 3.3 دراسة تقييم الأثر البيئي (EIA)

تُعد دراسة تقييم الأثر البيئي متطلباً إلزامياً قبل البدء في أعمال الإنشاء والتشغيل.

**نطاق الدراسة يشمل:** - انبعاثات الهواء (أبخرة الرصاص والجسيمات الدقيقة) - إدارة مياه الصرف والمخلفات السائلة - التعامل مع النفايات الصلبة والخطرة - الفوضاء والاهتزازات - الصحة والسلامة المهنية - خطط الطوارئ وإدارة التسربات

**المدة والتكلفة التقديرية للدراسة:** - المدة: 3 - 6 أشهر - التكلفة: 30,000 - 80,000 ريال عماني (حسب حجم وتعقيد المشروع)

### 3.4 الامتثال لمتطلبات النفايات الخطرة

يلتزم المصنع بالمعايير الوطنية والدولية الخاصة بإدارة النفايات الخطرة، وتشمل: - جمع وتخزين البطاريات بطريقة آمنة - تطبيق أنظمة الاحتواء الثانيوي - استخدام وسائل نقل مرخصة للمواد الخطرة - توثيق وتتبع حركة النفايات من المصدر حتى المعالجة النهائية - التخلص أو إعادة استخدام المخلفات المتبقية بطرق معتمدة

عدم الامتثال لهذه المتطلبات قد يؤدي إلى إيقاف المصنع، أو فرض غرامات، أو سحب التراخيص.

### 3.5 التحكم في الانبعاثات والمخلفات والتلوث

**انبعاثات الهواء** - استخدام مرشحات الأكياس وأجهزة الغسل - أنظمة المراقبة المستمرة للانبعاثات - الالتزام بارتفاعات المداخن المعتمدة

**المياه والمخلفات السائلة** - أنظمة مياه مغلقة الحلقة - معادلة المخلفات الحمضية - سياسة تصريف صفرى أو التخلص المعتمد

**المخلفات الصلبة** - تثبيت خبث الأفران - التخلص في مدافن معتمدة أو إعادة الاستخدام حيثما أمكن

### 3.6 الصحة والسلامة المهنية (HSE)

- إلزام جميع العاملين باستخدام معدات الوقاية الشخصية
- إجراء فحوصات دورية لمستويات الرصاص في الدم

- برامج تدريب أساسية ومتقدمة في الصحة والسلامة
- توفير مراقب طبية وطوارئ داخل الموقع
- أنظمة الإبلاغ عن الحوادث واتخاذ الإجراءات التصحيحية

### **3.7 الجدول الزمني للامتثال (تقديرى)**

المنهاج	المرحلة
2 - 1 أسبوع	تسجيل الشركة
3 - 1 أشهر	تحصيص الأرض الصناعية
6 - 3 أشهر	إعداد دراسة الأثر البيئي
9 - 6 أشهر	الإنشاء والتراكيب
1 - 2 شهر التشغيل التجربى والحصول على التراخيص النهائية	التشغيل التجربى والحصول على التراخيص النهائية

**إجمالي المدة المتوقعة لبدء التشغيل:** 12 - 18 شهراً

### **3.8 المخاطر التنظيمية وسبل التخفيف**

آلية التخفيف	الخطر
التعاقد المبكر مع مستشارين ذوي خبرة	تأخر الموافقة على دراسة الأثر البيئي
التنسيق المسبق مع هيئة البيئة	رفض التراخيص
توفير مناطق عازلة والشفافية	اعتراضات مجتمعية
إدراج مخصصات احتياطية وتنفيذ المشروع على مراحل	ارتفاع تكاليف الامتثال

## **4. سلسلة التوريد واستراتيجية مواد التغذية - الجمع، اللوجستيات والعقود**

### **4.1 أهمية تأمين مواد التغذية**

يُعد تأمين مواد التغذية (البطاريات المستعملة) العامل التجاري الأكثر حساسية لنجاح صنع إعادة تدوير البطاريات. تعتمد الجدوى المالية للمشروع على ضمان تدفقات ثابتة وقابلة للتتابع من البطاريات وبكميات وتكلف متوقعة.

**الأهداف الرئيسية لاستراتيجية سلسلة التوريد:** - ضمان حد أدنى من الكميات السنوية لتغطية التكاليف الثابتة - الحفاظ على جودة وتتابع البطاريات الواردة - خفض تكاليف النقل من خلال التجمع الإقليمي - تثبيت عقود طويلة الأجل مع الجهات الرئيسية المولدة للبطاريات

### **4.2 مصادر مواد التغذية الرئيسية (سلطنة عمان)**

**أولاً: قطاع السيارات** - ورش إصلاح السيارات - وكلاء السيارات المعتمدون - شركات سيارات الأجرة ومنصات النقل - شركات تأجير السيارات

**الخصائص:** - كميات عالية وتدفق منتظم - غالبية البطاريات من نوع الرصاص الحمضي - موردون حساسون للأسعار

**ثانيًا: العملاء التجاريون والصناعيون** - شركات النقل واللوجستيات - شركات المقاولات والإنشاءات - مشغلو المعدات الثقيلة - مستخدمو أنظمة الطاقة الاحتياطية الصناعية

**الخصائص:** - بطاريات أكبر حجمًا - دورات استبدال أقل تكراراً - توريد قائم على العقود

**ثالثًا: قطاع الاتصالات ومراكز البيانات** - أبراج الاتصالات - مزودو خدمات الإنترنت - مراكز البيانات - منشآت البث

**الخصائص:** - بطاريات صناعية عالية الجودة - استبدال بكميات كبيرة ودورات مجدة - متطلبات امتثال عالية

**رابعًا: الطاقة المتتجددة والمرافق** - محطات الطاقة الشمسية - أنظمة الطاقة الشمسية على الأسطح التجارية - أنظمة الطاقة الهجينة

**الخصائص:** - قطاع في نمو مستمر - مزيج من بطاريات الرصاص الحمضي والليثيوم-أيون - أهمية استراتيجية طويلة الأجل

### 4.3 نماذج الحصول على مواد التغذية

الاستخدام المناسب	الوصف	النموذج
السوق المفتوحة	شراء البطاريات المستعملة بالطن	نموذج الشراء
الشركات والمرافق	تحصيل رسوم مقابل التخلص الآمن	نموذج رسوم الخدمة
الشركاء الاستراتيجيون	مشاركة قيمة المورد المعاد تدويرها	تقاسم الإيرادات
ال وكلاء والموزعون	استعادة مرتبطة بالمصنعين	اتفاقيات الاسترجاع

يوصى بتطبيق نموذج هجين لتحقيق توازن بين الكميات وهوامش الربح.

### 4.4 استراتيجية الجمع واللوجستيات

**طرق الجمع** - الاستلام المباشر من العملاء الكبار - نقاط تسليم للموردين الصغار - مراكز تجميع إقليمية

**النقل** - مركبات مرخصة لنقل النفايات الخطيرة - حاويات ومنصات محكمة الإغلاق - تتبع عبر أنظمة GPS وتوثيق كامل

**نطاق تكاليف اللوجستيات** - الجمع المحلي: 5 - 12 ريال عماني للطن - النقل لمسافات طويلة: 15 - 30 ريال عماني للطن

### 4.5 التخزين والمناولة

- أرضيات مغطاة و مقاومة للأحماس
- أنظمة احتواء ثانوي
- فصل البطاريات حسب النوع
- إدارة المدزون وفق مبدأ الوارد أولًا يصرف أولًا (FIFO)
- الالتزام بحدود التخزين القصوى حسب تعليمات هيئة البيئة

## 4.6 هيئة العقود والتسخير

- شروط العقود النموذجية** - مدة العقد: 1-3 سنوات (قابلة للتجديد) - كميات شهرية أو سنوية دنيا - بنود تعديل الأسعار  
- التزامات الامتثال والتباع

#### **4.7 اعتبارات الاستيراد والتصدير**

- استيراد البطاريات المستعملة يتطلب موافقة هيئة البيئة
  - تصدير الرصاص والبلاستيك المعاد تدويرهما يتطلب تخليصاً جمركيّاً
  - أسواق التصدير الإقليمية: دول مجلس التعاون، جنوب آسيا، شرق إفريقيا
  - تنويع أسواق التصدّم يحد من مخاطر الأسعار المحلية

#### 4.8 تحليل مخاطر مواد التغذية وسبل التخفيف

آلية التخفيف	الخطر
تنويع مصادر التوريد	نقص الإمدادات
عقود طويلة الأجل	تقلب الأسعار
التجهيزية والرقابة	الرمي غير القانوني
فحص الواردات	تفاوت الجودة

## 5. تحليل السوق واستراتيجية العملاء - المشترون، التسعير وآفاق الطلب

## 5.1 نظرة عامة على السوق

ينبع الطلب على المواد المعاد تدويرها من البطاريات من نمو قطاع السيارات، والتوسع في اعتماد الطاقة المتجددة، وتشديد اللوائح البيئية. تعتمد سلطنة عمان حالياً بشكل ملحوظ على استيراد الرصاص والبلاستيك المكرر، في حين يشهد الطلب الإقليجي في دول مجلس التعاون، وجنوب آسيا، وشرق إفريقيا نمواً مستمراً.

تحوّل إعادة تدوير البطاريات تيأراً من النفايات الخاضعة للتنظيم إلى مدخلات صناعية عالية الطلب، ما يضع المصنع عند تقاطع الامثل التنظيفي وأسواق السلع الأساسية.

## 5.2 المنتجات والطلب في الأسواق النهائية

## አዲስ አበባ, ዓይነት ስምዎች

**الاستخدامات الرئيسية:** - تصنّع بطارات جديدة - تغليف الكابلات - التطبيقات الانشائية والصناعية

**محركات الطلب:** - طلب عالي مستقر على بطاريات الرصاص الحمضية - ميزة التكلفة مقارنة بالرصاص الأولي - تفضيل المواد المعاد تدويرها بدافع معايير الاستدامة والحكومة البيئية والاجتماعية (ESG)

**آفاق السوق:** - سوق قوي ومستقر مع تقليبات سعرية دورية - ساعة عالية السيولة مع أسواق تداول راسخة

**ثانياً: حبيبات البلاستيك المعاد تدويرها (PP)**

**الاستخدامات الرئيسية:** - تصنيع هيأكل البطاريات - مكونات بلاستيكية للسيارات - منتجات بلاستيكية صناعية

**آفاق السوق:** - تزايد الطلب على البوليمرات المعاد تدويرها - طلب إقليمي مستقر - علامة سعرية للمواد النظيفة والمصنفة جيداً

**ثالثاً: خدمات إعادة التدوير والتخلص الآمن**

**العملاء:** - الشركات، ومشغلو الاتصالات، والمرافق، وشركات الطاقة الشمسية

**القيمة المقدمة:** - الامتثال التنظيمي - التتبع والتوثيق - نقل مخاطر النفايات الخطيرة من العميل إلى المصنع

توفر هذه الإيرادات استقراراً معاكراً للدورات السعرية عند تقلب أسعار السلع.

### 5.3 تقسيم العملاء (المشترون)

الفئة	المنتج	دافع الشراء
صانعو البطاريات	سبائك الرصاص	التكلفة والاستمرارية
تجار المعادن	سبائك الرصاص	السيولة والمراجحة
محولو البلاستيك	حبيبات PP	الجودة والسعر
الشركات والمرافق	خدمات إعادة التدوير ESG	الامتثال

### 5.4 مؤشرات التسعير (تقديرية)

تتأثر الأسعار بحركة أسواق السلع العالمية، وغالباً ما تستند العقود إلى صيغ مرتبطة ببورصة لندن للمعادن (LME).

المنتج	نطاق السعر النموذجي
سبائك الرصاص المعاد تدويرها LME	85% - 95% من سعر الرصاص في
حبيبات البلاستيك PP	350 - 550 ريال عماني / طن
رسوم خدمات إعادة التدوير	60 - 20 ريال عماني / طن

## 5.5 المشهد التنافسي

**السوق المحلي:** - عدد محدود من منشآت إعادة تدوير البطاريات المرخصة - وجود مشغلين غير نظاميين يشكلون مخاطر بيئية - حواجز دخول مرتفعة بسبب المتطلبات التنظيمية

**السوق الإقليمي:** - وجود شركات إعادة تدوير راسخة في الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية - ميزة عمان تتمثل في الوصول إلى الموانئ، وانخفاض الازدحام، والموقع الجغرافي الاستراتيجي

## 5.6 استراتيجية الدخول إلى السوق

**قنوات البيع:** - مبيعات مباشرة بين الشركات (B2B) للمصنعين - اتفاقيات توريد طويلة الأجل - تجارة السلع لكميات المخصصة للتصدير

**نهج المبيعات:** - تأمين عملاء شراء أساسيين قبل بدء التشغيل التجاري - تقديم خصومات حجم للعقود طويلة الأجل - التركيز على الامتثال والتتبع كعناصر تمييز رئيسية

## 5.7 مخاطر الطلب وسبل التخفيف

آلية التخفيف	المطر
تنويع مصادر السلع	تقلب أسعار السلع
تعدد شركاء الشراء	تركز المشترين
مزيج من السوق المحلي والإقليمي	قيود التصدير
أنظمة ضبط جودة وشهادات	رفض الجودة

## 6. النموذج العالى - النفقات الرأسمالية والتشغيلية والتوقعات طويلة المدى

جميع الأرقام الواردة تقديرية ومحافظة، ومعروضة بالريال العماني، ومبنية على مصنع متوسط الطاقة (15,000-10,000 طن سنويًا) يركز على بطاريات الرصاص الحمضية مع تحسينات مرحلية.

### 6.1 النفقات الرأسمالية (CAPEX)

#### أولاً: الأرض والأعمال المدنية والبنية الأساسية

البند	التكلفة التقديرية (ريال عماني)
إيجار الأرض الصناعية (مبدئي)	300,000 - 150,000
تطوير الموقع والطرق	250,000 - 120,000
مباني المصنع والمخازن	700,000 - 350,000
الخدمات (كهرباء، مياه، تصريف)	220,000 - 120,000

النوع	القيمة (ريال عماني)	الوصف
المعدات	120,000 - 60,000	المرافق الإدارية ومرافق السلامة
<b>الأجمالي الفرعي - الأعمال المدنية والأرض</b>	<b>1,600,000 - 800,000</b>	
<b>ثانياً: المصنع والآلات (إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية)</b>		
النوع	القيمة (ريال عماني)	الوصف
المعدات	350,000 - 180,000	نظام تكسير البطاريات
	220,000 - 120,000	تصريف ومعادلة الأحماض
	300,000 - 180,000	فصل البلاستيك والتحبيب
	700,000 - 350,000	فرن دوار / فرن صهر
	220,000 - 120,000	قدور تنقية الرصاص
أنظمة التحكم في الانبعاثات	350,000 - 180,000	أنظمة التحكم في الانبعاثات
مناولة المواد والرافعات	150,000 - 80,000	مناولة المواد والرافعات
مختبر ومعدات ضبط الجودة	80,000 - 40,000	مختبر ومعدات ضبط الجودة
<b>الأجمالي الفرعي - الآلات</b>	<b>2,350,000 - 1,250,000</b>	

**ثالثاً: التكاليف الساقية للتشغيل والتکاليف غير المعاشرة**

النوع	القيمة	الوصف
دراسات الأثر البيئي	80,000 - 30,000	
الهندسة وإدارة المشروع	120,000 - 60,000	
الترخيص والتصاريح	40,000 - 20,000	
تدريب الموظفين والتشغيل التجريبي	60,000 - 30,000	
مخصص طوارئ (%) 12-10	300,000 - 150,000	
<b>الإجمالي الفرعي - التكاليف غير المباشرة</b>	<b>600,000 - 290,000</b>	

**إجمالي النفقات الرأسمالية التقديرية:** - الحد الأدنى: حوالي 2.3 مليون ريال عماني - الحد الأعلى: حوالي 4.5 مليون ريال عماني

## 6.2 النفقات التشغيلية (OPEX - سنوياً)

فترة التكاليف	التكلفة السنوية التقديرية (ريال عماني)
شراء مواد التغذية	1,600,000 - 900,000

التكلفة السنوية التقديرية (ريال عماني)	فائدة التكلفة
600,000 - 350,000	الرواتب والأجور
480,000 - 280,000	الطاقة والوقود
220,000 - 120,000	المواد الاستهلاكية والكيماويات
300,000 - 150,000	الصيانة وقطع الغيار
200,000 - 100,000	اللوجستيات والنقل
80,000 - 40,000	المراقبة البيئية
70,000 - 40,000	التأمين والامتثال
120,000 - 70,000	الإدارة والمصاريف العامة
<b>إجمالي النفقات التشغيلية السنوية</b>	<b>3.67 - 2.05 مليون</b>

### 6.3 افتراضات الإيرادات (الحالة الأساسية)

- مدخل البطاريات السنوي: 12,000 طن
- نسبة استخلاص الرصاص: %65
- نسبة استخلاص البلاستيك: %22
- متوسط سعر بيع الرصاص: مرتبط بـ 90% من سعر الرصاص في بورصة لندن للمعادن

### 6.4 توقعات الإيرادات السنوية (الحالة الأساسية)

المصدر	الإيراد السنوي التقديري (ريال عماني)
سبائك الرصاص المعاد تدويرها	3.2 - 4.5 مليون
حبوبات البلاستيك	0.9 - 0.6 مليون
رسوم إعادة التدوير / التخلص	0.7 - 0.3 مليون
<b>إجمالي الإيرادات</b>	<b>4.1 - 6.1 مليون</b>

### 6.5 لمحة عن الربحية

الحالة الأساسية	المؤشر
40% - 28%	هامش الربح الإجمالي
32% - 22%	EBITDA
22% - 15%	هامش صافي الربح

### 6.6 نقطة التعادل وفترة الاسترداد

- EBITDA السنوي (الحالة الأساسية): 1.0 - 1.6 مليون ريال عماني

- النفقات الرأسمالية: 2.3 - 4.5 مليون ريال عماني
- فترة الاسترداد المتوقعة: 3 - 5 سنوات

## 6.7 التوقعات المالية لعشر سنوات (ملخص)

السنة	الإيرادات (ريال عماني)	EBITDA (ريال عماني)
1	4.2 - 3.5 مليون	1.0 - 0.7 مليون
3	6.0 - 5.0 مليون	1.7 - 1.3 مليون
5	7.8 - 6.5 مليون	2.4 - 1.8 مليون
10	10.0 - 8.5 مليون	3.2 - 2.6 مليون

## 6.8 تحليل الحساسية (العوامل الرئيسية)

- تغير  $\pm 10\%$  في سعر الرصاص — تأثير  $\pm 6\%$  على EBITDA
- تغير  $\pm 10\%$  في تكلفة مواد التغذية — تأثير  $\pm 9\%$  على EBITDA

انخفاض معدل استغلال الطاقة إلى أقل من 70% يؤثر سلباً وبشكل جوهري على العوائد.

# 7. العمليات، التوظيف وإطار الصحة والسلامة والبيئة (HSE)

## 7.1 نظرة عامة على نموذج التشغيل

سيعمل مصنع إعادة تدوير البطاريات كمنشأة صناعية مستمرة قائمة على العمليات، مع ضوابط صارمة للصحة والسلامة والبيئة. سيتم تنظيم العمليات ضمن مناطق محددة بوضوح للحد من التداخل وتقليل مخاطر السلامة والتلوث.

**المبادي التشغيلية الأساسية:** - أولوية الامتثال التنظيمي - إجراءات تشغيل قياسية موحدة (SOP) - ثقافة الصيانة الوقائية - التتبع الكامل للمواد والنفايات

## 7.2 تحديد المصنع والمناطق الوظيفية

- منطقة الاستلام والميزان: استلام البطاريات، الفحص والتوثيق
- منطقة التخزين المؤقت: تخزين مفصول ومدحّن حسب نوع البطارية
- خط تكسير وفصل البطاريات: المعالجة الميكانيكية
- منطقة معادلة الأحماض ومعالجة المخلفات السائلة
- منطقة الصهر والتقطية: الأفران، القدور والصب
- منطقة غسل البلاستيك والتجفيف
- مستودع المنتجات النهائية: سبائك الرصاص وحببات البلاستيك
- المختبر وضبط الجودة
- مرافق الصحة والسلامة والطوارئ

يُشترط الفصل الفيزيائي والتحكم في الدخول بين المناطق.

## 7.3 هيكل التوظيف

### أولاً: الإدارة والفريق الفني

الدور	العدد	المسؤوليات الرئيسية
مدير المصنع	1	الإشراف العام والامتثال
مدير الصحة والسلامة والبيئة	1	السلامة والتحكم البيئي
مدير الصيانة	1	الصيانة الوقائية والإصلاح
مهندس ضبط الجودة والمخابر	1	جودة المنتج والاختبارات
مدير المالية والإدارة	1	الشؤون التجارية والتقارير

### ثانياً: التشغيل والدعم

الدور	العدد	ملاحظات
مشغلو الأفران	10 - 6	بنظام الورديات
مشغلو تكسير البطاريات	8 - 6	خط المعالجة الميكانيكية
مشغلو معالجة البلاستيك	6 - 4	التدبييب
فنيو الصيانة	6 - 4	كهرباء وميكانيك
موظفو المستودعات واللوجستيات	6 - 4	وارد/صادر
HSE	3 - 2	تغطية الورديات
الأمن والدعم	6 - 4	تغطية 24/7

إجمالي القوى العاملة: حوالي 35 - 50 موظفاً

## 7.4 التدريب وبناء الكفاءات

- تدريب تعهيدي إلزامي لجميع الموظفين
- تدريب تخصصي للتعامل مع الأفران والمواد الخطرة
- دورات تجديد سنوية في الصحة والسلامة
- تمارين طوارئ (حرق، تسرب كيميائي، إسعافات)
- توثيق الشهادات والكفاءات وحفظ السجلات

## 7.5 إطار الصحة والسلامة والبيئة (HSE)

**ضوابط الصحة:** - فحوصات طبية دورية - مراقبة مستويات الرصاص في الدم (BLL) - إسعافات أولية واستجابة طبية داخل الموقعا

**ضوابط السلامة:** - إلزام استخدام معدات الوقاية الشخصية (أقنعة، بدلات، قفازات) - أنظمة تصاريح العمل - أنظمة القفل/الوسم (LOTO) - أنظمة كشف وإطفاء الحرائق

**الضوابط البيئية:** - مراقبة مستمرة لانبعاثات الهواء - معالجة ومراقبة المياه العادمة - التحكم في الغبار وأعمال النظافة الصناعية

## 7.6 الاستجابة للطوارئ وإدارة الحوادث

- فريق استجابة للطوارئ داخل الموقع
- أطقم احتواء الانسكابات
- أنظمة مياه وإطفاء بالرغوة
- الإبلاغ عن الحوادث وتحليل الأسباب الجذرية
- التنسيق مع هيئة الدفاع المدني

## 7.7 الصيانة وإدارة الأصول

- نظام مح ospب لإدارة الصيانة (CMMS)
- جداول صيانة وقائية
- مخزون قطع غيار حرجية
- تخطيط الإيقاف السنوي وأعمال العمارة

## 7.8 مؤشرات الأداء الرئيسية والمتابعة

- جاهزية المصنع (%)
- معدل استغلال الطاقة (%)
- كفاءة الاستخلاص (%)
- حوادث HSE (سياسة عدم التسامح)
- استهلاك الطاقة لكل طن
- مؤشرات الامتثال التنظيمي

# 8. تحليل المخاطر واستراتيجية التخفيف

## 8.1 فلسفة إدارة المخاطر

تُعد إعادة تدوير البطاريات نشاطاً صناعياً كثيف رأس المال وذريعاً لتنظيمات صارمة. ويُعد الاستباقي في تحديد المخاطر، ووضع خطط التخفيف، والمتابعة المستمرة عناصر أساسية لحماية رأس المال والموارد البشرية والبيئة.

يعتمد المشروع إطار إدارة مخاطر قائم على مبدأ **المنع - المراقبة - الاستجابة** ، بما يتعاشى مع توقعات الجهات الممولة والجهات التنظيمية.

## 8.2 المخاطر التنظيمية والامتثال

الخط	الوصف	آلية التخفيف
تأثر الموافقة على دراسة الأثر البيئي	دورات مراجعة متعددة	التنسيق المبكر مع هيئة البيئة وتقديم الطلبات على مرادل

آلية التخفيف	الوصف	الخطر
فريق امثال مخصوص وعمليات تدقيق دورية	إخفاقات الامثال	عدم تجديد التراخيص
تصميم المصنع بهوامش أمان إضافية	تشديد حدود الانبعاثات	تغير المتطلبات التنظيمية
مناطق عازلة وشفافية وتواصل مستمر	مخاوف بيئية	اعتراضات مجتمعية

### 8.3 المخاطر البيئية والصحية والسلامة (HSE)

آلية التخفيف	الأثر	الخطر
معدات الوقاية، مراقبة BLL	مخاطر صحية	التعرض للرصاص
أنظمة ترشيح احتياطية ومراقبة مستمرة	غرامات/إيقاف	تجاوز حدود الانبعاثات
احتواء ثانوي وخطة طوارئ	أضرار بيئية	تسربات الأحماض
مخاطر على الأرواح والأصول	أنظمة إطفاء وتدريبات منتظمة	حريق أو انفجار

### 8.4 المخاطر التشغيلية

آلية التخفيف	الأثر	الخطر
صيانة وقائية ومذرون قطع غيار	توقف الإنتاج	أعطال المعدات
تحسين العمليات والتحكم بالجودة	تآكل الهوامش	انخفاض كفاءة الاستخلاص
مولادات احتياطية	خسائر إنتاجية	انقطاعات الكهرباء
برامج تدريب واستبقاء	مخاطر الجودة	نقص العمالة الماهرة

### 8.5 مخاطر سلسلة التوريد

آلية التخفيف	الأثر	الخطر
عقود متعددة المصادر	انخفاض الاستغلال	نقص مواد التغذية
اتفاقيات طويلة الأجل	ضغط على الهوامش	تضليل الأسعار
تدقيق الموردين والتوعية	عقوبات تنظيمية	الرمي غير القانوني

### 8.6 المخاطر السوقية والمالية

آلية التخفيف	الأثر	الخطر
تنويع مصادر الدخل	تضليل الإيرادات	تضليل أسعار السلع
مخاطر التدفقات النقدية	تعدد شركاء الشراء	تركز المشترين

آلية التخفيف	التأثير	الخطر
عقود محلية وأدوات تحوط	خسائر صرف	مخاطر العملة
مخصصات احتياطية	انخفاض العائد	تجاوز التكاليف

## 8.7 مخاطر التقنية والتوسيع

آلية التخفيف	التأثير	الخطر
تصميم معياري قابل للتحديث	خسائر رأسمالية	تقادم التقنية
تجارب على نطاق تجربى	مخاطر السلامة والتكلفة	تعقيد بطاريات الليثيوم-أيون

## 8.8 التأمين والحماية العالمية

- تأمين الممتلكات والمصنوع
- تأمين المسؤولية البيئية
- تأمين توقيف الأعمال
- تأمين تعويضات العمال

## 8.9 مراقبة المخاطر والدوامة

- اجتماعات مراجعة مخاطر ربع سنوية
- عمليات تدقيق داخلية وخارجية
- لوحات مؤشرات مخاطر مرتبطة بمؤشرات الأداء
- حلقة تحسين مستمرة

## 9. خارطة التنفيذ واستراتيجية التوسيع (إعادة تدوير بطاريات الليثيوم-أيون)

### 9.1 فلسفة التنفيذ العامة

سيتم تنفيذ مشروع مصنع إعادة تدوير البطاريات وفق نهج محلي قائم على معالم واضحة للتحكم في المخاطر، وإدارة رأس المال بكفاءة، وضمان الامتثال التنظيمي في كل مرحلة. لكل مرحلة مخرجات محددة، وموافقات رسمية، ونقط قرار واضحة.

### 9.2 خارطة التنفيذ المرحلية

#### المرحلة الأولى - تطوير المشروع والموافقات (الأشهر 6-0)

**الأنشطة الرئيسية:** - استكمال خطة العمل والنموذج العالمي - تعيين مستشار دراسة الآثار البيئي وبعد الدراسات - التنسيق المسبق مع هيئة البيئة - تحديد وتأمين الأرض الصناعية - بدء أعمال الهندسة الأساسية وتصميم المخطط العام

**المخرجات الرئيسية:** - الموافقة على دراسة الأثر البيئي (أو موافقة مشروطة) - تأكيد تخصيص الأرض - اعتماد الطاقة الإنتاجية النهائية و اختيار التقنية

### **المرحلة الثانية - الهندسة والتوريد والإنشاء (الأشهر 6-15)**

**الأنشطة الرئيسية:** - إعداد التصاميم الهندسية التفصيلية - توريد المصنع والآلات - تنفيذ أعمال الإنشاء وتركيب الخدمات - تعيين فريق الإدارة الأساسية - إعداد إجراءات التشغيل القياسية وأدلة الصحة والسلامة

**المخرجات الرئيسية:** - تركيب المصنع والمعدات بالكامل - تدريب فريق التشغيل الأساسي - جاهزية الموقع للتشغيل التجاري

### **المرحلة الثالثة - التشغيل التجاري والاستقرار (الأشهر 15-18)**

**الأنشطة الرئيسية:** - اختبارات التشغيل البارد والساخن - اختبارات الأداء البيئي - الحصول على التراخيص التشغيلية النهائية - بدء الإنتاج التجاري الأولي - تحسين معدلات الاستخلاص والكافاءة

**المخرجات الرئيسية:** - مصنع مرخص وجاهز للتشغيل - إنتاج مستقر عند 60-70% من الطاقة - تنفيذ أولى عمليات التوريد للعملاء

### **المرحلة الرابعة - التحسين والتوسيع (السنوات 3-2)**

**الأنشطة الرئيسية:** - رفع معدل استغلال الطاقة إلى 85-90% - تأمين عقود توريد طويلة الأجل لمواد التغذية - تحسين كفاءة الطاقة ومعدلات الاستخلاص - تعزيز قنوات المبيعات والتصدير

**المخرجات الرئيسية:** - هواش ربح محضنة - تدفقات نقدية مستقرة - سجل امثال تنظيمي قوي

## **9.3 استراتيجية التوسيع في إعادة تدوير بطاريات الليثيوم-أيون**

**العبارات الاستراتيجية** من المتوقع أن تشهد بطاريات الليثيوم-أيون نمواً سريعاً في سلطنة عمان والمنطقة نتيجة: - التوسيع في استخدام المركبات الكهربائية - مشاريع تخزين الطاقة الشمسية وعلى مستوى الشبكات - الزيادة المستمرة في الأجهزة الإلكترونية الاستهلاكية

يوفر التمرکز المبكر ميزة السبق الريادي والقيادة التقنية.

### **نهج التوسيع المرحلي**

#### **· المرحلة التحضيرية (السنوات 3-2):**

- دراسة حجم السوق لبطاريات الليثيوم-أيون
- اختيار شركاء التقنية
- تنفيذ تجارب على نطاق تجاري

- تدريب الموظفين ووضع أطر السلامة

#### **· مرحلة المنشأة التجريبية (السنوات 3-4):**

- إنشاء خط معالجة صغير لبطاريات الليثيوم-أيون
- التركيز على التفكك والتفریخ الآمن
- استخلاص محدود بالمعالجة الهيدرومیتالورجیة

**· مرحلة المصنع التجاري (السنوات 4-6):**

- إنشاء خط تجاري مخصص
- استخلاص الليثيوم، الكوبالت، والنیکل
- دمج العمليات مع المصنع الرئيسي

## 9.4 الاستثمارات التقديرية للتوسيع في بطاريات الليثيوم-أيون

المرحلة	النفقات الرأسمالية التقديرية (ريال عماني)
خط تجاري لبطاريات الليثيوم-أيون	600,000 - 300,000
خط تجاري لبطاريات الليثيوم-أيون	3.0 - 1.5 مليون

من المتوقع أن تتجاوز العوائد إعاده تدوير بطاريات الرصاص الحمضية بعد الوصول إلى مرحلة التوسيع.

## 9.5 الشراكات الاستراتيجية

- مصنّع وموزّع المركبات الكهربائية
- شركات EPC للطاقة الشمسية
- مانجو تراخيص التقنية
- المؤسسات البحثية
- برامج الاستدامة الحكومية

## 9.6 الأثر البيئي والاجتماعي والوطني (ESG)

- تقليل الرمي غير القانوني للنفايات الخطيرة
- إحلال الواردات من المعادن
- خلق فرص عمل وبناء مهارات وطنية
- التوافق مع رؤية عمان 2040
- دعم الاقتصاد الدائري الوطني

## 9.7 خيارات الخروج وخلق القيمة طويلة الأجل

- بيع استراتيجي لمشغل إقليمي
- إدراج عام أو دخول مستثمرين من الملكية الخاصة
- شراكات مشتركة مع المصنعين الأصليين
- تحويل السلطنة إلى مركز توسيع إقليمي

## 10. الخلاصة النهائية

يمثل مشروع مصنع إعادة تدوير البطاريات استثماراً صناعياً استراتيجياً ذو أهمية بيئية عالية وجدوى مالية جذابة في سلطنة عمان. وبفضل التوافق القوي مع الأطر التنظيمية، والأسس الاقتصادية القابلة للدفاع، وخارطة التوسع الواضحة نحو إعادة تدوير بطاريات الليثيوم-أيون، يتمتع المشروع بمقومات التحول إلى أصل وطني داعم للاستدامة، والتحول في قطاع الطاقة، والنمو الصناعي.

يعتمد نجاح المشروع على التنفيذ المرحلي المنضبط، والامتثال الصارم للمتطلبات البيئية، وتأمين سلسلة توريد مستقرة، وتطبيق أفضل الممارسات التشغيلية. ومن خلال ذلك، يمكن للمصنع تحقيق عوائد مستدامة على المدى الطويل، والمساهمة بفاعلية في الاقتصاد الدائري، وتعزيز مكانة سلطنة عمان كمركز إقليمي لإدارة النفايات الصناعية الخطيرة وإعادة تدويرها.