

# الاقتصاد الدائري في الطور نظام زراعي متكامل مستدام

مبادرة تكامل - فاس

١٤ مارس ٢٠٢٥

# المحتويات

٢	١ مقدمة عن الاقتصاد الدائري في الطور
٢	١.١ نظرة عامة على المشروع . . . . .
٢	٢.١ أساس الاقتصاد الدائري . . . . .
٢	٣.١ تكامل الأزولا في الاقتصاد الدائري . . . . .
٢	٤.١ التوافق مع الاستراتيجيات الوطنية المصرية . . . . .
٣	٥.١ الأثر الاقتصادي والبيئي . . . . .
٣	٦.١ الابتكار وقابلية التكرار . . . . .
٤	٢ زراعة الأزولا
٥	٣ إنتاج الديزل الحيوي
٦	٤ إدارة الثروة الحيوانية
٦	١.٤ نظرة عامة على إدارة الثروة الحيوانية . . . . .
٦	١.٤.١ مقدمة لإدارة الثروة الحيوانية المتكاملة . . . . .
٦	٢.١.٤ اختيار أنواع الماشية . . . . .
٧	٣.١.٤ الأزولا كعلف حيواني مستدام . . . . .
٨	٤.١.٤ أنظمة الإسكان والإدارة المتكاملة . . . . .
٩	٥.١.٤ إدارة النفايات واستعادة الموارد . . . . .
٩	٦.١.٤ إدارة الصحة والأمن الحيوي . . . . .
١٠	٧.١.٤ التكامل مع الوحدات الأخرى . . . . .
١١	٥ التسميد الدودي والفحم الحيوي
١١	١.٥ نظرة عامة على التسميد الدودي والفحم الحيوي . . . . .
١١	١.٥.١ مقدمة لأنظمة تحسين التربة . . . . .
١١	٢.١.٥ نظام التسميد الدودي . . . . .
١٢	٣.١.٥ نظام إنتاج الفحم الحيوي . . . . .
١٣	٤.١.٥ فوائد تحسين التربة . . . . .
١٤	٥.١.٥ احتجاز الكربون . . . . .
١٤	٦.١.٥ بروتوكولات التطبيق . . . . .
١٤	٧.١.٥ التكامل مع الوحدات الأخرى . . . . .
١٥	٨.١.٥ البحث والتطوير . . . . .

١٦	٦	زراعة النخيل
١٦	١٠٦	نظرة عامة على زراعة النخيل
١٦	١٠١.٦	مقدمة
١٦	٢٠١.٦	الأهمية والقدرة على التكيف
١٦	٣٠١.٦	التباين الوراثي والاختيار
١٧	٤٠١.٦	الظروف البيئية
١٧	٥٠١.٦	التكامل مع الاقتصاد الدائري
١٧	٦٠١.٦	النتائج المتوقعة
١٨	٢٠٦	الخطوة الاستراتيجية لزراعة النخيل
١٨	١٠٢.٦	الرؤية والرسالة
١٨	٢٠٢.٦	تحليل السوق
١٨	٣٠٢.٦	استراتيجية الانتقاء الوراثي
١٩	٤٠٢.٦	نموذج العمل
١٩	٥٠٢.٦	الميزة التنافسية
١٩	٦٠٢.٦	الشراكات الاستراتيجية
١٩	٧٠٢.٦	الأهداف الاستراتيجية الخمسية
٢٠	٨٠٢.٦	تقييم المخاطر
٢٠	٣٠٦	خطة العمليات لزراعة النخيل
٢٠	١٠٣.٦	إنشاء المزرعة
٢١	٢٠٣.٦	ممارسات الزراعة
٢٢	٣٠٣.٦	إدارة الآفات والأمراض
٢٢	٤٠٣.٦	عمليات الحصاد وما بعد الحصاد
٢٣	٥٠٣.٦	معالجة القيمة المضافة
٢٣	٦٠٣.٦	مراقبة الجودة والشهادات
٢٤	٧٠٣.٦	البحث والتطوير
٢٤	٤٠٦	خطة تكامل زراعة النخيل
٢٤	١٠٤.٦	نظرة عامة على التكامل في الاقتصاد الدائري
٢٤	٢٠٤.٦	مخطط تدفق الموارد
٢٥	٣٠٤.٦	تكامل المدخلات
٢٥	٤٠٤.٦	تكامل المخرجات
٢٦	٥٠٤.٦	ممارسات الإدارة المتكاملة
٢٧	٦٠٤.٦	تكامل المعرفة والبيانات
٢٧	٧٠٤.٦	التكامل الاقتصادي
٢٨	٨٠٤.٦	الجدول الزمني للتنفيذ
٢٨	٩٠٤.٦	المراقبة والتقييم
٢٩	٧	زراعة التين الشوكي
٣٠	٨	زراعة الزيتون
٣١	٩	الموارد المشتركة والبنية التحتية
٣١	١٠٩	تكامل الاقتصاد الدائري
٣١	١٠١.٩	مبادئ الاقتصاد الدائري
٣١	٢٠١.٩	تدفقات الموارد على مستوى النظام
٣٢	٣٠١.٩	مصفوفة التكامل
٣٢	٤٠١.٩	تدفقات الموارد المقدرة
٣٢	٥٠١.٩	استراتيجية التنفيذ

٣٣	.....	٦٠١٠٩	إطار المراقبة والتقييم
٣٣	.....	٧٠١٠٩	التحديات واستراتيجيات التخفيف
٣٤	.....	٨٠١٠٩	إدارة المخاطر والتخطيط الاستراتيجي
٣٦	.....	٩٠١٠٩	هيكل الحوكمة
٣٦	.....	١٠٠١٠٩	الخلاصة

## باب ١

# مقدمة عن الاقتصاد الدائري في الطور

### ١.١ نظرة عامة على المشروع

يمثل مشروع اقتصاد الطور الدائري نظاماً زراعياً مستداماً متكاملًا مصممًا خصيصًا لظروف شبه جزيرة سيناء الفريدة. يجمع هذا النموذج المبتكر بين المعرفة التقليدية والتقنيات المتطورة لإنشاء نظام مغلق حيث تصبح مخلفات عملية ما مدخلات قيمة لعملية أخرى.

### ٢.١ أساس الاقتصاد الدائري

يمكن في قلب اقتصاد الطور الدائري مبدأ تحسين الموارد والقضاء على النفايات. يوضح المشروع كيف يمكن للوحدات الزراعية المترابطة أن تخلق نظاماً مرناً ومنتجاً وإيجابياً بيئياً يعظم كفاءة الموارد مع تقليل الأثر البيئي.

### ٣.١ تكامل الأزولا في الاقتصاد الدائري

تعد الأزولا، وهي سرخس مائي سريع النمو، حجر الزاوية في اقتصاد الطور الدائري من خلال توفير مادة خام متجددة لإنتاج الديزل الحيوي. تخلق هذه النبتة الرائعة تدفقات قيمة متعددة داخل النظام:

- مصدر طاقة متجدد: توفر كتلة الأزولا الحيوية مادة خام مستدامة لإنتاج الديزل الحيوي، مما يقلل الاعتماد على الوقود الأحفوري.
- تثبيت النيتروجين: من خلال علاقتها التكافلية مع البكتيريا الزرقاء، تثرى الأزولا بشكل طبيعي التربة والمياه بالنيتروجين.
- علف عالي البروتين: يحتوي بروتيني يتراوح بين 19%-30، تعمل الأزولا كمكمل غذائي للماشية.
- احتجاز الكربون: يساهم النمو السريع للأزولا في التقاط الكربون، مما يدعم جهود التخفيف من تغير المناخ.

### ٤.١ التوافق مع الاستراتيجيات الوطنية المصرية

يدعم مشروع اقتصاد الطور الدائري بشكل مباشر أهداف التنمية الوطنية المصرية:

- رؤية مصر 2030: يتماشى المشروع مع استراتيجية التنمية المستدامة في مصر من خلال تعزيز كفاءة الموارد والاستدامة البيئية والتنمية الاقتصادية الريفية.
- استراتيجية الطاقة المستدامة 2035: من خلال إنتاج الديزل الحيوي من الأزولا، يساهم المشروع في هدف مصر المتمثل في زيادة حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الوطني إلى 42% بحلول عام 2035.
- الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ: يدعم المشروع التزامات مصر المناخية من خلال احتجاز الكربون وإنتاج الطاقة المتجددة وممارسات الإدارة المستدامة للأراضي.

## ٥.١ الأثر الاقتصادي والبيئي

يحقق مشروع اقتصاد الطور الدائري فوائد كبيرة:

- أمن الطاقة: يقلل إنتاج الديزل الحيوي المحلي من الاعتماد على الديزل المستورد، مما يعزز أمن الطاقة ويقلل من إنفاق العملات الأجنبية.
- إمكانات ائتمان الكربون: تخلق أنشطة احتجاز الكربون في المشروع فرصاً للمشاركة في أسواق تداول ائتمانات الكربون، مما يولد مصادر دخل إضافية.
- التنمية الريفية: من خلال خلق سبل عيش مستدامة في شبه جزيرة سيناء، يساهم المشروع في أهداف التنمية الإقليمية وإعادة توزيع السكان.
- الحفاظ على المياه: يستخدم النظام المياه الرمادية ومياه الصرف الصحي المعالجة لزراعة الأزولا، مما يدل على الاستخدام الفعال للمياه في المناطق التي تعاني من ندرة المياه.

## ٦.١ الابتكار وقابلية التكرار

يعد نموذج اقتصاد الطور الدائري بمثابة عرض توضيحي لكيفية تحويل النظم الزراعية المتكاملة للمناطق القاحلة وشبه القاحلة إلى مناظر طبيعية منتجة. يمكن تكييف المبادئ والتقنيات المستخدمة وتوسيع نطاقها لتشمل بيئات مماثلة في جميع أنحاء مصر ومنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا الأوسع.

باب ٢

زراعة الأذولا

باب ٣

إنتاج الديزل الحيوي



## باب ٤

### إدارة الثروة الحيوانية

#### ١.٠٤ نظرة عامة على إدارة الثروة الحيوانية

##### ١.١.٠٤ مقدمة لإدارة الثروة الحيوانية المتكاملة

تعد وحدة إدارة الثروة الحيوانية مكوناً حيوياً في اقتصاد الطور الدائري، وهي مصممة لدمج أنظمة الإنتاج الحيواني مع الوحدات الزراعية الأخرى بطريقة مستدامة وفعالة من حيث الموارد. توضح هذه الوحدة كيف يمكن تربية الماشية في تناغم مع أنظمة إنتاج النباتات، مما يخلق تآزرًا متعددة تعزز إنتاجية النظام العام مع تقليل الأثر البيئي.

##### ٢.١.٠٤ اختيار أنواع الماشية

يتضمن نظام الثروة الحيوانية في الطور أنواعاً متعددة تم اختيارها لقدرتها على التكيف مع الظروف المحلية وأدوارها التكميلية داخل الاقتصاد الدائري:

##### • الدواجن (البياض واللاحم)

- السلالات المختارة: الفيومي (سلالة مصرية محلية)، دجاج بدو سيناء
- القدرة على التكيف: متحملة للحرارة، مقاومة للأمراض، محولات علف فعالة
- المنتجات: البيض، اللحم، السماد للتسميد الدودي

##### • البط

- السلالات المختارة: المسكوفي، البكيني
- التكامل: مناسب بشكل خاص لبرك الأزولا
- المنتجات: اللحم، البيض، مكافحة الآفات في النظم المائية

##### • الأسماك

- الأنواع المختارة: البلطي، السلور
- التكامل: أنظمة الزراعة المائية المتصلة بإنتاج الأزولا
- المنتجات: غذاء غني بالبروتين، مياه غنية بالمغذيات للري

#### • المجترات الصغيرة (الماعز والأغنام)

- السلالات المختارة: أغنام البرقي، ماعز سيناء
- القدرة على التكيف: متكيفة مع الصحراء، ترعى نباتات متنوعة
- المنتجات: الحليب، اللحم، السماد، الألياف

#### ٣.١.٤ الأزولا كعلف حيواني مستدام

يعد دمج الأزولا كمصدر علف عالي الجودة ومستدام حجر الزاوية في نظام إدارة الثروة الحيوانية في الطور:

##### الملف الغذائي للأزولا

- محتوى البروتين: 19-30% بروتين خام على أساس الوزن الجاف
- الأحماض الأمينية الأساسية: غنية بالليسين والميثيونين وغيرها من الأحماض الأمينية الأساسية
- الفيتامينات والمعادن: غنية بفيتامينات أ، ب12، بيتا كاروتين، الحديد، والكالسيوم
- قابلية الهضم: 65-75% قابلية الهضم لمعظم أنواع الماشية

##### تطبيقات علف الأزولا

##### • علف الدواجن:

- معدل الإدراج: حتى 15-20% من النظام الغذائي للدجاج البياض واللاحم
- الفوائد: تحسين لون صفار البيض، تقليل تكاليف العلف، تعزيز وظيفة المناعة
- التحضير: مجففة ومطحونة للدمج في العلف المتوازن

##### • علف البط:

- معدل الإدراج: حتى 25-30% من النظام الغذائي
- الفوائد: معدلات نمو ممتازة، تقليل تكاليف العلف
- التحضير: يمكن استهلاكها طازجة في أنظمة البرك المتكاملة

##### • علف الأسماك:

- معدل الإدراج: حتى 40% من النظام الغذائي للأسماك العاشبة
- الفوائد: بديل مستدام لمسحوق السمك، تحسين جودة المياه
- التحضير: طازجة أو مخمرة لتعزيز قابلية الهضم

##### • علف المجترات:

- معدل الإدراج: حتى 15% من النظام الغذائي للماعز والأغنام
- الفوائد: تكملة البروتين، تقليل انبعاثات الميثان
- التحضير: طازجة، مذبلة، أو مخمرة مع أعلاف أخرى

## الفوائد الاقتصادية

- تخفيض تكلفة العلف: تخفيض بنسبة 20%-30% في تكاليف العلف التقليدي
- بديل للاستيراد: يقلل الاعتماد على مصادر البروتين المستوردة
- إضافة قيمة: يحول الأزولا منخفضة التكلفة إلى بروتين حيواني عالي القيمة
- أمن العلف: الإنتاج في الموقع يقلل من التعرض لتقلبات السوق

## ٤.١.٤ أنظمة الإسكان والإدارة المتكاملة

تم تصميم أنظمة إسكان وإدارة الماشية لتحقيق أقصى قدر من كفاءة الموارد ورفاهية الحيوان:

### • أنظمة الدواجن:

- أنظمة المراعي الحرة مع وحدات إسكان متنقلة
- وصول دوري إلى مناطق المحاصيل لمكافحة الآفات
- أنظمة الفرشة العميقة باستخدام سعف النخيل وتقليم الزيتون

### • تكامل البط والأزولا:

- أنظمة برك متخصصة مع مناطق زراعة الأزولا
- مناطق تغذية البط مع وصول مراقب للحفاظ على إنتاجية الأزولا
- دورة المغذيات من خلال سماد البط لتعزيز نمو الأزولا

### • أنظمة الزراعة المائية:

- أنظمة إعادة التدوير التي تربط أحواض الأسماك بإنتاج النباتات المائية
- دمج الأزولا لتنقية المياه وتكسب علف الأسماك
- تصميم موفر للطاقة باستخدام الطاقة الشمسية للضخ والتهوية

### • إدارة المجترات الصغيرة:

- أنظمة الرعي الدوراني تحت النخيل والزيتون
- هياكل الظل التي تتضمن ألواح شمسية
- أنظمة الفرشة المصممة لجمع السماد الأمثل

#### ٥.١.٤ إدارة النفايات واستعادة الموارد

يتم تحويل نفايات الماشية من مسؤولية بيئية محتملة إلى مورد قيم:

##### • جمع السماد:

- أنظمة جمع متخصصة لأنواع مختلفة من الماشية
  - جمع يومي لتقليل فقدان الأمونيا
  - فصل الأجزاء الصلبة والسائلة حيثما كان ذلك مناسباً
- تكامل التسميد الدودي:

- نقل مباشر للسماد إلى وحدة التسميد الدودي
- بروتوكولات المعالجة المسبقة لتحسين إنتاجية الديدان
- دورة مغذيات مغلقة لوحدة الزراعة

##### • إدارة النفايات السائلة:

- أنظمة الترشيح البيولوجي لاستعادة المغذيات
- توجيه النفايات المعالجة إلى برك الأزولا
- أنظمة مراقبة لضمان معايير جودة المياه

#### ٦.١.٤ إدارة الصحة والأمن الحيوي

يركز نظام إدارة صحة الماشية على الوقاية من خلال التغذية والبيئة:

##### • تدابير الصحة الوقائية:

- برامج تطعيم استراتيجية للأمراض المتوطنة
- تكملة البروبيوتيك من خلال الأزولا المخمرة
- مراقبة صحية منتظمة وحفظ السجلات

##### • بروتوكولات الأمن الحيوي:

- وصول مراقب إلى مناطق الإنتاج
- إجراءات الحجر الصحي للحيوانات الجديدة
- فصل الأنواع لمنع انتقال الأمراض

##### • المكملات الصحية الطبيعية:

- الأعشاب الطبية المدججة في مناطق الرعي
- مستخلصات الزيوت الأساسية من النباتات المزروعة
- تكملة المعادن من مصادر طبيعية

#### ٧.١.٠٤ التكامل مع الوحدات الأخرى

تحافظ وحدة الماشية على اتصالات متعددة مع المكونات الأخرى لاقتصاد الطور الدائري:

##### • المدخلات:

- الأزولا من وحدة زراعة الأزولا (علف)
- مخلفات المحاصيل من وحدات الزراعة (علف وفرشة)
- الجلسرين من إنتاج الديزل الحيوي (مكمل علف)

##### • المخرجات:

- السماد إلى وحدة التسميد الدودي (محسن للتربة)
- مياه غنية بالمغذيات إلى برك الأزولا (سماد)
- منتجات حيوانية للسوق (توليد الدخل)

##### • الخدمات:

- مكافحة الآفات في مناطق الزراعة
- إدارة الأعشاب الضارة من خلال الرعي المستهدف
- عروض تعليمية للزوار

## باب ٥

# التسميد الدودي والفحم الحيوي

## ١.٥ نظرة عامة على التسميد الدودي والفحم الحيوي

### ١.١.٥ مقدمة لأنظمة تحسين التربة

تعمل وحدة التسميد الدودي والفحم الحيوي كمركز حيوي داخل اقتصاد الطور الدائري، حيث تحول تدفقات النفايات العضوية إلى محسنات تربة عالية القيمة. تجسد هذه الوحدة مبادئ الاقتصاد الدائري من خلال إغلاق دورات المغذيات، واحتجاز الكربون، وتعزيز خصوبة التربة من خلال العمليات البيولوجية والحرارية الكيميائية. يخلق دمج التسميد الدودي وإنتاج الفحم الحيوي فوائد تآزرية تتجاوز ما يمكن أن يحققه أي من العمليتين بشكل مستقل.

### ٢.١.٥ نظام التسميد الدودي

يستخدم التسميد الدودي ديدان الأرض لتحويل النفايات العضوية إلى سماد دودي غني بالمغذيات:

#### اختيار أنواع الديدان

- النوع الرئيسي: *fetida Eisenia* (الدودة الحمراء)
- النوع الثانوي: *eugeniae Eudrilus* (حفار الليل الأفريقي)
- معايير الاختيار: القدرة على التكيف مع المناخ المحلي، كفاءة المعالجة، معدل التكاثر
- كثافة التخزين: 2-3 كجم من الديدان لكل متر مربع من السرير

#### مصادر المواد الخام

- سماد الماشية: المصدر الرئيسي للنيتروجين (40%-50% من المواد الخام)
- بقايا المحاصيل: مصدر الكربون وعامل التكتل (30%-40% من المواد الخام)
- بقايا الأزولا: مكمل غني بالنيتروجين بعد استخراج الزيت (10%-15% من المواد الخام)
- نفايات معالجة الأغذية: مصدر متنوع للمغذيات (5%-10% من المواد الخام)

## نظام المعالجة

- تصميم السرير: أنظمة تدفق مستمر مع طبقات متعددة
- المعالجة المسبقة: تسميد جزئي لتثبيت المواد الخام
- إدارة الرطوبة: الحفاظ على 70%-80% من خلال الري بالتنقيط
- التحكم في درجة الحرارة: هياكل الظل والتبريد بالتبخير
- الحصاد: فصل آلي للسماد الدودي عن الديدان

## منتجات السماد الدودي

- السماد الدودي الصلب: 3%-4% نيتروجين، 1%-2% فوسفور، 1%-2% بوتاسيوم
- شاي السماد الدودي: مستخلص سائل للتطبيق الورقي
- الكتلة الحيوية للديدان: مكمل بروتيني للدواجن والأسماك
- الإنتاج السنوي: حوالي 300-350 طن من السماد الدودي

## ٣.١.٥ نظام إنتاج الفحم الحيوي

يحول إنتاج الفحم الحيوي الكتلة الحيوية إلى كربون مستقر من خلال الانحلال الحراري:

### مصادر المواد الخام

- بقايا الأزولا: الكتلة الحيوية بعد الاستخراج (30%-40% من المواد الخام)
- تقليم النخيل: الكتلة الحيوية الخشبية (20%-25% من المواد الخام)
- تقليم الزيتون: مادة خشبية عالية الكثافة (20%-25% من المواد الخام)
- بقايا المحاصيل: نفايات زراعية موسمية (15%-20% من المواد الخام)

### الفحم الحيوي المشتق من الأزولا

- الخصائص: مساحة سطح عالية، بنية مجهرية المسام، غنية بالمغذيات
- محتوى الكربون: 60%-65% كربون مستقر
- ملف المغذيات: يحتفظ بحوالي 50% من الفوسفور والبوتاسيوم الأصلي
- الرقم الهيدروجيني: عادة قلوي (pH 8-9)، مفيد للتربة الحمضية
- سعة تبادل الكاتيونات: 30-40 سنتيمول/كجم، مما يعزز الاحتفاظ بالمغذيات

## تكنولوجيا الإنتاج

- نظام الانحلال الحراري: مفاعل انحلال حراري بطيء مستمر
- نطاق درجة الحرارة: 450-550 درجة مئوية للحصول على خصائص الفحم الحيوي المثلى
- وقت البقاء: 1-2 ساعة للكربنة الكاملة
- استعادة الطاقة: التقاط غازات الانحلال الحراري لحرارة العملية
- التحكم في الانبعاثات: احتراق ثانوي للمركبات المتطايرة

## منتجات الفحم الحيوي

- الفحم الحيوي الخلام: المنتج الأساسي لتحسين التربة
- الفحم الحيوي المشحون: مشبع بالمغذيات من شاي السماد الدودي
- مزيج الفحم الحيوي والسماد: مسمد مشترك مع السماد الدودي
- الإنتاج السنوي: حوالي 250 طن من منتجات الفحم الحيوي

## ٤.١.٥ فوائد تحسين التربة

توفر محسنات التربة المنتجة فوائد متعددة للأنظمة الزراعية في الطور:

### الخصائص الفيزيائية للتربة

- الاحتفاظ بالماء: يزيد الفحم الحيوي من قدرة الاحتفاظ بالماء بنسبة 15%-25%
- بنية التربة: يحسن السماد الدودي التجميع ويقلل الانضغاط
- التسرب: تزيد المحسنات المجمعة من معدلات تسرب المياه بنسبة 30%-40%
- مقاومة التآكل: تقلل بنية التربة المحسنة من تآكل الرياح والمياه

### الخصائص الكيميائية للتربة

- الاحتفاظ بالمغذيات: يقلل الفحم الحيوي من تسرب النيتروجين بنسبة 50%-60%
- تنظيم الرقم الهيدروجيني: يعمل الفحم الحيوي القلوي كمنظم لحموضة التربة
- إدارة الملوحة: يمتص الفحم الحيوي الأملاح، مما يقلل من إجهاد النبات
- تبادل الكاتيونات: زيادة القدرة على تخزين المغذيات وتبادلها



## الخصائص البيولوجية للتربة

- موطن الميكروبات: يوفر الفحم الحيوي مساحات محمية للميكروبات المفيدة
- النشاط الإنزيمي: يعزز السماد الدودي وظيفة إنزيم التربة
- ارتباطات الفطريات الجذرية: تحسن شبكات الفطريات المعززة الوصول إلى المغذيات
- قمع مسببات الأمراض: تتنافس الميكروبات المفيدة مع مسببات الأمراض

## ٥.١.٥ احتجاز الكربون

يساهم نظام الفحم الحيوي بشكل كبير في احتجاز الكربون:

- الاستقرار: 70%-80 من كربون الفحم الحيوي يظل مستقرًا لأكثر من 100 عام
- الاحتجاز السنوي: حوالي 150-175 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون
- تراكم كربون التربة: زيادة تدريجية في مستويات الكربون العضوي في التربة
- إمكانية أثمان الكربون: مؤهل لأسواق تعويض الكربون

## ٦.١.٥ بروتوكولات التطبيق

يتم تطبيق محسنات التربة وفقًا لبروتوكولات محددة للحصول على أقصى فائدة:

- زراعة النخيل: 2-3 كجم فحم حيوي و 5-7 كجم سماد دودي لكل شجرة سنوياً
- زراعة الزيتون: 1-2 كجم فحم حيوي و 3-5 كجم سماد دودي لكل شجرة سنوياً
- التين الشوكي: 0.5-1 كجم فحم حيوي و 2-3 كجم سماد دودي لكل نبات سنوياً
- برك الأزولا: شاي السماد الدودي كمكمل مغذي في الماء

## ٧.١.٥ التكامل مع الوحدات الأخرى

تحافظ وحدة التسميد الدودي والفحم الحيوي على اتصالات متعددة مع المكونات الأخرى لاقتصاد الطور الدائري:

• المدخلات:

- سماد الماشية من وحدة إدارة الثروة الحيوانية
- بقايا الأزولا من وحدة إنتاج الديزل الحيوي
- بقايا المحاصيل من جميع وحدات الزراعة

• المخرجات:

- السماد الدودي والفحم الحيوي لجميع وحدات الزراعة

- الكلفة الحيوية للديدان إلى وحدة إدارة الثروة الحيوانية
- ائتمانات الكربون للأسواق المالية

• الخدمات:

- إدارة النفايات للنظام بأكمله
- احتجاز الكربون للتخفيف من تغير المناخ
- تحسين صحة التربة للإنتاج المستدام

## ٨.١.٥ البحث والتطوير

تركز أنشطة البحث المستمرة على تحسين أنظمة تحسين التربة:

- تركيبات الفحم الحيوي: اختبار خلطات محددة لمحاصيل مختلفة
- التلقيح الميكروبي: تعزيز الكائنات الحية الدقيقة المفيدة في المحسنات
- طرق التطبيق: تطوير تقنيات تطبيق دقيقة
- المراقبة طويلة المدى: تتبع مؤشرات صحة التربة بمرور الوقت

## باب ٦

# زراعة النخيل

### ١.٦ نظرة عامة على زراعة النخيل

#### ١.١.٦ مقدمة

تمثل زراعة النخيل (فينيكس داكسيليفيرا) وحدة اقتصادية حيوية ضمن مشروع الاقتصاد الدائري في الطور. تتكيف أشجار النخيل بشكل جيد مع الظروف القاحلة وشبه القاحلة في شبه جزيرة سيناء، مما يجعلها محصولاً مثالياً للزراعة المستدامة في المنطقة. تحدد هذه النظرة العامة الجوانب الأساسية لزراعة النخيل كمكون متكامل في نموذج الاقتصاد الدائري لدينا.

#### ٢.١.٦ الأهمية والقدرة على التكيف

على غرار الدراسات التي أجريت على أكاسيا نيلوتيكا، تُظهر أشجار النخيل قدرة استثنائية على التكيف مع الظروف البيئية القاسية. أظهرت الأبحاث على أنواع الأشجار في المناطق القاحلة وجود اختلافات وراثية بين الأصناف المختلفة، حيث يُظهر بعضها أداءً متفوقاً في النمو، وتحمل الجفاف، والإنتاجية. لذلك، يعد اختيار الأصناف المناسبة أمراً بالغ الأهمية لنجاح زراعة النخيل في الطور.

#### ٣.١.٦ التباين الوراثي والاختيار

أظهرت الدراسات على أنواع الأشجار المتكيفة مع المناطق القاحلة مثل أكاسيا نيلوتيكا وجود اختلافات كبيرة بين السلالات في صفات مثل:

- نمو الارتفاع
- قطر الجذع
- أنماط التفرع
- معدلات البقاء الميداني

يمكن تطبيق هذه النتائج على استراتيجية زراعة النخيل لدينا من خلال التأكيد على أهمية اختيار الأصناف التي تُظهر أداءً متفوقاً في ظل الظروف المحلية. ستكون تجارب المصدر والاختيار الوراثي مكونات رئيسية في نهج الزراعة لدينا.

#### ٤.١.٦ الظروف البيئية

تتميز منطقة الطور بما يلي:

- مناخ شبه قاحل
  - هطول أمطار محدود (حوالي 100-200 ملم سنوياً)
  - درجات حرارة مرتفعة
  - تربة رملية إلى رملية طينية
- هذه الظروف مشابهة لتلك التي أظهرت فيها بعض سلالات أكاسيا نيلوتيكاً أداءً متفوقاً، مما يشير إلى أن الاختيار الدقيق لأصناف النخيل يمكن أن يؤدي إلى تحسينات كبيرة في الإنتاجية والاستدامة.

#### ٥.١.٦ التكامل مع الاقتصاد الدائري

سيتم دمج زراعة النخيل مع الوحدات الأخرى في الاقتصاد الدائري في الطور من خلال:

- استخدام النفايات العضوية لتحسين التربة
- التكامل مع الثروة الحيوانية لتوفير السماد
- أنظمة الري الموفرة للمياه
- الزراعة البينية مع النباتات المثبتة للنيتروجين
- استخدام مخلفات النخيل لإنتاج الفحم الحيوي والسماد العضوي

#### ٦.١.٦ النتائج المتوقعة

تهدف وحدة زراعة النخيل إلى تحقيق:

- إنتاج مستدام لثمار عالية الجودة
  - تحسين التربة من خلال إضافة المواد العضوية
  - احتجاز الكربون
  - فوائد اقتصادية للمجتمعات المحلية
  - عرض للزراعة المستدامة في المناطق القاحلة
- تضع هذه النظرة العامة الأساس للخطط التفصيلية التي تليها، موضحة كيف ستساهم زراعة النخيل في النجاح الشامل لمشروع الاقتصاد الدائري في الطور.

## ٢.٦ الخطة الاستراتيجية لزراعة النخيل

### ١.٢.٦ الرؤية والرسالة

الرؤية: إنشاء نظام زراعة نخيل مستدام ومنتج واقتصادي يكون نموذجاً للزراعة في المناطق القاحلة ضمن الاقتصاد الدائري في الطور.

الرسالة: تنفيذ ممارسات زراعية قائمة على الأدلة، والاستفادة من الانتقاء الوراثي والإدارة المستدامة للموارد لتعزيز الإنتاجية مع تقليل الأثر البيئي.

### ٢.٢.٦ تحليل السوق

يقدم سوق التمر فرصاً كبيرة:

- سوق التمر العالمي تقدر قيمته بحوالي 14 مليار دولار أمريكي مع نمو سنوي بنسبة 3%-5%
- أسعار مميزة للتمور العضوية والمنتجة بشكل مستدام
- زيادة الطلب على المنتجات المشتقة من التمر (الشرب، العجينة، بدائل السكر)
- إمكانية التصدير إلى الأسواق الأوروبية والخليجية
- الطلب المحلي على التمر الطازجة والمصنعة

### ٣.٢.٦ استراتيجية الانتقاء الوراثي

استناداً إلى الأبحاث على الأنواع المتكيفة مع المناطق القاحلة مثل أكاسيا نيلوتيكا، ستركز استراتيجية الانتقاء الوراثي لدينا على:

- اختبار المصدر: على غرار دراسة أكاسيا نيلوتيكا التي اختبرت 19 مصدراً من بلدان مختلفة، سنقوم بإجراء تجارب لأصناف متعددة من النخيل لتحديد تلك التي تظهر أداءً متفوقاً في الظروف المحلية.
- سمات الاختيار الرئيسية: بناءً على نتائج دراسة الأكاسيا، سنعطي الأولوية لـ:

- معدل النمو والحيوية
- تحمل الجفاف
- مقاومة الأمراض
- جودة الثمار والإنتاجية
- معدلات البقاء في الظروف الميدانية

• تقييم الوراثة: وجدت دراسة الأكاسيا قيم وراثية "جيدة نسبياً" لارتفاع والقطر وأنماط التفرع. سنقوم بالمثل بتقييم وراثية السمات الرئيسية في النخيل لتوجيه استراتيجيات التربية.

• المادة الوراثية غير المحلية: وجدت دراسة الأكاسيا أن المصادر غير المحلية (من باكستان واليمن) تفوقت على الأصناف المحلية. لذلك سنقوم بالحصول على أصناف نخيل من مناطق متعددة ذات ظروف مناخية مماثلة لتحديد الأصناف المحتملة ذات الأداء المتفوق.

## ٤.٢.٦ نموذج العمل

يدمج نموذج أعمالنا مصادر دخل متعددة:

- الدخل الأساسي: إنتاج تمر عالية الجودة
- المنتجات الثانوية: دبس التمر، عجينة التمر، ومنتجات أخرى ذات قيمة مضافة
- الدخل الثالثي: مخلفات النخيل لعلف الحيوانات، الفحم الحيوي، والحرف اليدوية
- نقل المعرفة: برامج تدريبية وخدمات استشارية
- السياحة البيئية: زيارات تعليمية لمزرعة النخيل المستدامة

## ٥.٢.٦ الميزة التنافسية

تشمل مزايانا التنافسية:

- النهج العلمي: اختيار الأصناف القائم على الأدلة بناءً على اختبار المصدر
- التكامل الدائري: مدمج ضمن نظام الاقتصاد الدائري
- الاستدامة: ممارسات موفرة للمياه وطرق زراعة عضوية
- التركيز على الجودة: أصناف تمر ممتازة ذات مذاق وخصائص غذائية متفوقة
- التتبع: توثيق كامل لممارسات الزراعة

## ٦.٢.٦ الشراكات الاستراتيجية

ستشمل الشراكات الرئيسية:

- المؤسسات البحثية لتحسين الوراثة المستمر
- المزارعين المحليين لتبادل المعرفة
- وكالات التصدير للوصول إلى الأسواق الدولية
- هيئات إصدار الشهادات للحصول على شهادات العضوية والاستدامة
- الوحدات الأخرى ضمن الاقتصاد الدائري في الطور

## ٧.٢.٦ الأهداف الاستراتيجية الخمسية

١. إنشاء مزرعة نخيل بمساحة 10 هكتارات مع 5 أصناف مختارة على الأقل
٢. إكمال تجارب المصدر وتحديد الأصناف ذات الأداء المتفوق بحلول السنة الثالثة
٣. الحصول على شهادة المنتج العضوي بحلول السنة الرابعة
٤. تطوير 3 منتجات تمر ذات قيمة مضافة على الأقل

٥. إنشاء مشتل لإكثار الأصناف المتفوقة
٦. تنفيذ أنظمة ري موفرة للمياه في جميع أنحاء المزرعة
٧. دمج زراعة النخيل مع 3 وحدات أخرى على الأقل في الاقتصاد الدائري
٨. تحقيق ممارسات زراعية محايدة أو سالبة الكربون

## ٨.٢.٦ تقييم المخاطر

تشمل المخاطر الرئيسية واستراتيجيات التخفيف:

- تقلب المناخ: يتم التخفيف من خلال اختيار أصناف متحملة للجفاف وإدارة المياه
  - الآفات والأمراض: معالجتها من خلال الإدارة المتكاملة للآفات والمقاومة الوراثية
  - تقلبات السوق: تنوع مجموعة المنتجات وقنوات السوق
  - ندرة المياه: تنفيذ الري الموفر للمياه وحصاد المياه
  - القيود الوراثية: التقييم المستمر وإدخال مواد وراثية جديدة
- توفر هذه الخطة الاستراتيجية إطاراً لإنشاء وحدة زراعة نخيل مستدامة ومنتجة ضمن الاقتصاد الدائري في الطور، استناداً إلى الأدلة العلمية من أبحاث أنواع مماثلة في المناطق القاحلة.

## ٣.٦ خطة العمليات لزراعة النخيل

### ١.٣.٦ إنشاء المزرعة

اختيار الموقع وتحضيره

- تحليل التربة: إجراء اختبار شامل للتربة لقياس درجة الحموضة، والملوحة، والقوام، ومحتوى المغذيات
- تنظيف الأرض: نهج الحد الأدنى من الاضطراب للحفاظ على بنية التربة
- تحسين التربة: تطبيق الفحم الحيوي والسماد العضوي من وحدة التسميد الدودي
- تخطيط الحقل: رسم خرائط باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) بمسافة 8م × 8م (156 شجرة/هكتار)
- إنشاء مصدات الرياح: زراعة أنواع الأكاسيا كمصدات للرياح بناءً على نتائج اختبار المصدر

## اختيار الأصناف

استناداً إلى منهجية بحث أكاسيا نيلوتيكا، سننفذ:

- تجربة الأصناف الأولية: اختبار 10-15 صنفاً من النخيل من أصول متنوعة
- معايير التقييم: معدل النمو، تحمل الجفاف، جودة الثمار، مقاومة الأمراض
- جمع البيانات: قياسات موحدة على فترات 6 أشهر
- التحليل الإحصائي: تحليل التباين (ANOVA) ودراسات الارتباط مماثلة لتلك المستخدمة في دراسة الأكاسيا
- معايير الاختيار: إعطاء الأولوية للأصناف ذات القيم الوراثية العالية للصفات المرغوبة

## ٢٠٣٠٦ ممارسات الزراعة

### بروتوكول الزراعة

- موسم الزراعة: أوائل الربيع (فبراير-مارس)
- مواد الزراعة: فسائل مزروعة نسيجياً للتجانس الوراثي
- طريقة الزراعة: حفر بأبعاد 1م × 1م × 1م مع إضافة المواد العضوية
- الرعاية الأولية: توفير الظل للأشهر الثلاثة الأولى
- ري التأسيس: يومياً للشهر الأول، ثم يقلل تدريجياً

### نظام الري

- النظام الأساسي: الري بالتنقيط تحت السطحي مع أجهزة استشعار رطوبة التربة
- مصدر المياه: المياه الرمادية المعالجة من نظام إدارة المياه المركزي
- جدول الري: بناءً على بيانات التبخر-النتح وقرارات رطوبة التربة
- الحفاظ على المياه: التغطية بخلفات سعف النخيل
- المراقبة: مراقبة آلية لرطوبة التربة والملوحة

### إدارة المغذيات

- التسميد الأساسي: تطبيق السماد الدودي (10 كجم/شجرة/سنة)
- التغذية التكميلية: تطبيق ورقي للمغذيات الدقيقة
- مصدر النيتروجين: التكامل مع محاصيل الغطاء المثبتة للنيتروجين
- صحة التربة: تطبيق سنوي للفحم الحيوي (2 كجم/شجرة)
- المراقبة: تحليل أنسجة الأوراق كل ثلاثة أشهر لتعديل المغذيات



### ٣.٣.٦ إدارة الآفات والأمراض

#### الإدارة المتكاملة للآفات (IPM)

- المراقبة: الاستكشاف الأسبوعي ومصاد الفيرمونات
- مكافحة البيولوجية: إطلاق الحشرات المفترسة لسوسة النخيل الحمراء
- الممارسات الزراعية: النظافة المناسبة وإزالة المواد المصابة
- الحواجز المادية: لف الجذع لمنع إصابة الحفارات
- المبيدات النباتية: مستحضرات النيم عند الحاجة

#### الوقاية من الأمراض

- مكافحة الأمراض الفطرية: المبعادة المناسبة والتقليم لتدوير الهواء
- الوقاية من مرض البياض: الحجر الصحي الصارم لمواد الزراعة
- صحة الجذور: التلقيح بالفطريات الجذرية عند الزراعة
- المراقبة: الفحص المنتظم للكشف المبكر عن الأمراض
- العلاج: مبيدات فطرية نحاسية فقط عند الضرورة

### ٤.٣.٦ عمليات الحصاد وما بعد الحصاد

#### بروتوكول الحصاد

- توقيت الحصاد: بناءً على مؤشرات لون وقوام الثمار
- طريقة الحصاد: الحصاد اليدوي بأدوات معقمة
- الجمع: سلال جمع مبطنة لمنع الكدمات
- الفرز الميداني: التصنيف الأولي في موقع الحصاد
- النقل: النقل السريع إلى منشأة المعالجة في حاويات موهة

#### معالجة ما بعد الحصاد

- التنظيف: الغسل بالماء الصالح للشرب
- التصنيف: الفرز البصري الآلي حسب الحجم واللون والجودة
- التجفيف: التجفيف الشمسي لأصناف محددة
- التعبئة: تعبئة بجو معدل للتمور الطازجة
- التخزين: منشأة محكمة في درجة الحرارة (0-4 درجة مئوية للتمور الطازجة)

## ٥.٣.٦ معالجة القيمة المضافة

### المنتجات الأساسية

- تمر طازجة ممتازة: معبأة بتفريغ الهواء لسوق التصدير
- تمر مجففة: طرق معالجة متنوعة لأسواق مختلفة
- دبس التمر: عملية الاستخراج والبسترة
- عجينة التمر: لصناعات المخاز والحلويات
- سكر التمر: عملية التجفيف والطحن

### استخدام المنتجات الثانوية

- نوى التمر: معالجة لعلف الحيوانات وبديل القهوة
- سعف النخيل: التسميد وإنتاج المهاد
- مواد التقليم: إنتاج الفحم الحيوي
- التمر منخفضة الجودة: التخمير لإنتاج الخل
- نفايات المعالجة: الهضم اللاهوائي للغاز الحيوي

## ٦.٣.٦ مراقبة الجودة والشهادات

### نظام إدارة الجودة

- المعايير: تنفيذ نظام تحليل المخاطر ونقاط التحكم الحرجة (HACCP) وآيزو 22000
- التتبع: نظام ترميز الدفعات من الحقل إلى المنتج النهائي
- الاختبار: اختبار ميكروبيولوجي وكيميائي منتظم
- التوثيق: حفظ سجلات شاملة لجميع العمليات
- تدريب الموظفين: تدريب منتظم على إجراءات مراقبة الجودة

### عملية الشهادة

- شهادة المنتج العضوي: توثيق المدخلات والممارسات
- شهادة الاستدامة: كفاءة استخدام المياه والبصمة الكربونية
- التجارة العادلة: ضمان ممارسات عمل منصفة
- سلامة الغذاء: الامتثال للمعايير الدولية
- التدقيق السنوي: التحقق من جميع الشهادات من قبل طرف ثالث

## ٧.٣.٦ البحث والتطوير

### التجارب المستمرة

- تقييم الأصناف: التقييم المستمر للأصناف الجديدة
- كفاءة الري: اختبار تقنيات جديدة للحفاظ على المياه
- التكيف مع المناخ: مراقبة أداء الأصناف في ظل الظروف المتغيرة
- إدارة الآفات: تقييم عوامل المكافحة البيولوجية الجديدة
- تطوير المنتجات: البحث والتطوير لمنتجات جديدة قائمة على التمر

### جمع البيانات وتحليلها

- بيانات الحقل: تسجيل رقمي لجميع معايير الزراعة
- مراقبة البيئة: جمع بيانات محطة الطقس
- تحليل الإنتاج: تحليل إحصائي لعوامل الإنتاج
- البيانات الوراثية: تتبع أداء الأصناف على مر الزمن
- التحليل الاقتصادي: تحليل التكلفة والفائدة لجميع العمليات

توفر خطة العمليات هذه إطاراً شاملاً لإنشاء وإدارة وحدة زراعة النخيل، مع دمج المبادئ العلمية من أبحاث زراعة الأشجار في المناطق القاحلة وتكييفها مع المتطلبات الخاصة لإنتاج التمر ضمن الاقتصاد الدائري في الطور.

## ٤.٦ خطة تكامل زراعة النخيل

### ١.٤.٦ نظرة عامة على التكامل في الاقتصاد الدائري

تم تصميم وحدة زراعة النخيل لتعمل كمكون أساسي في الاقتصاد الدائري في الطور، مع روابط متعددة للمدخلات والمخرجات مع الوحدات الأخرى. توضح خطة التكامل هذه كيف ستفاعل زراعة النخيل مع الوحدات الاقتصادية الأخرى لإنشاء نظام مغلق يعظم كفاءة الموارد ويقلل النفايات.

### ٢.٤.٦ مخطط تدفق الموارد

مخطط تدفق الموارد لوحدة زراعة النخيل  
(مكان مخصص للرسم التخطيطي الفعلي الذي يوضح تدفقات المدخلات/المخرجات)

شكل ١.٦: مخطط تدفق الموارد لوحدة زراعة النخيل

### ٣.٤.٦ تكامل المدخلات

من وحدة التسميد الدودي/الفحم الحيوي

- السماد الدودي: مصدر المغذيات الأساسي لأشجار النخيل (10 كجم/شجرة/سنة)
- الفحم الحيوي: محسن للتربة للاحتفاظ بالمياه وعزل الكربون (2 كجم/شجرة/سنة)
- شاي السماد: رش ورقي لتكئة المغذيات الدقيقة
- الفوائد: تحسين بنية التربة، تعزيز النشاط الميكروبي، تقليل احتياجات الأسمدة
- التنفيذ: تطبيق مجدول خلال فترات ما قبل الرياح الموسمية وما بعد الحصاد

من وحدة إدارة الثروة الحيوانية

- السماد الحيواني: مصدر مغذيات تكميلي، خاصة للنخيل الصغير
- فراش الحيوانات المسمد: مادة عضوية إضافية لتحسين التربة
- الفوائد: تعزيز خصوبة التربة، تحسين دورة المغذيات
- التنفيذ: تطبيق سنوي خلال أشهر الشتاء

من نظام إدارة المياه

- المياه الرمادية المعالجة: مصدر الري الأساسي
- مياه الأمطار المحصودة: ري تكميلي خلال موسم الأمطار
- الفوائد: تقليل استهلاك المياه العذبة، إدارة مستدامة للمياه
- التنفيذ: نظام ري بالتنقيط تحت السطحي مع مراقبة رطوبة التربة

من وحدة زراعة الأزولا

- ككئة الأزولا الحيوية: سماد أخضر غني بالنيتروجين للزراعة البينية
- الفوائد: تثبيت النيتروجين الطبيعي، تقليل متطلبات الأسمدة
- التنفيذ: تطبيق موسمي في مزارع النخيل الصغيرة

### ٤.٤.٦ تكامل المخرجات

إلى وحدة إدارة الثروة الحيوانية

- سعف النخيل: معالج كعلف تكميلي
- التمور منخفضة الجودة: مكمل غذائي للحيوانات
- نوى التمر: مكون علف معالج

- الفوائد: تقليل تكاليف العلف، تحسين تغذية الحيوان
- التنفيذ: إمداد منتظم بناءً على جدول التقليم وفرز الحصاد

#### إلى وحدة التسميد الدودي/الفحم الحيوي

- مواد التقليم: مادة أولية لإنتاج الفحم الحيوي
- نفايات المعالجة: مادة عضوية للتسميد الدودي
- الفوائد: تقليل النفايات، عزل الكربون، دورة المغذيات
- التنفيذ: جمع مجدول بعد عمليات التقليم والمعالجة

#### إلى وحدة إنتاج الديزل الحيوي

- نوى التمر: مادة أولية محتملة لاستخراج الزيت
- الفوائد: استخدام ذو قيمة مضافة للمنتجات الثانوية
- التنفيذ: معالجة دفعات من النوى المنظفة والمجففة

### ٥.٤.٦ ممارسات الإدارة المتكاملة

#### نظام الزراعة البيئية

- محاصيل الغطاء المثبتة للنيتروجين: البرسيم الحجازي، البرسيم، أو الكرسة بين صفوف النخيل
- المحاصيل التكميلية: خضروات قصيرة المدى في المزارع الصغيرة
- الفوائد: تحسين خصوبة التربة، تعزيز التنوع البيولوجي، دخل إضافي
- التنفيذ: دورة موسمية بناءً على مرحلة تطور النخيل

#### الإدارة المتكاملة للآفات

- المكافحة البيولوجية: التنسيق مع وحدة الثروة الحيوانية لتناوب الدواجن آكلة الآفات
- محاصيل المصائد: زراعة استراتيجية لتحويل الآفات بعيداً عن النخيل
- الفوائد: تقليل استخدام المبيدات، تعزيز خدمات النظام البيئي
- التنفيذ: تناوب مجدول ومراقبة

## ٦.٤.٦ تكامل المعرفة والبيانات

### نظام المراقبة المشترك

- البيانات البيئية: التكامل مع محطة الطقس المركزية
- مراقبة التربة: اختبار وتحليل التربة المشترك مع وحدات الزراعة الأخرى
- الفوائد: جمع بيانات شامل، تحسين اتخاذ القرار
- التنفيذ: قاعدة بيانات مركزية مع وصول خاص بكل وحدة

### التعاون البحثي

- تجارب الأصناف: اختبار منسق مع وحدات المحاصيل الشجرية الأخرى
- استراتيجيات التكيف: نهج مشترك لمرونة المناخ
- الفوائد: تسريع التعلم، كفاءة الموارد
- التنفيذ: اجتماعات تنسيق بحثية ربع سنوية

## ٧.٤.٦ التكامل الاقتصادي

### البنية التحتية المشتركة

- مرافق المعالجة: معدات متعددة الأغراض لمختلف المحاصيل الفاكهية
- التخزين والتعبئة: مرافق تخزين بارد وتعبئة مشتركة
- الفوائد: تقليل تكاليف رأس المال، تحسين استخدام المرافق
- التنفيذ: استخدام مجدول بناءً على تقويمات الحصاد

### تنسيق السوق

- التسويق المشترك: العلامة التجارية المتكاملة لمنتجات الطور
- قنوات التوزيع: الخدمات اللوجستية والنقل المشترك
- الفوائد: تقليل تكاليف التسويق، وجود أقوى في السوق
- التنفيذ: استراتيجية تسويق موحدة ومنصة مبيعات

## ٨.٤.٦ الجدول الزمني للتنفيذ

١. المرحلة 1 (السنة 1): إنشاء روابط أساسية للمدخلات/المخرجات مع وحدات التسميد الدودي وإدارة المياه
٢. المرحلة 2 (السنة 2): تنفيذ نظام الزراعة البينية وتكامل الثروة الحيوانية
٣. المرحلة 3 (السنة 3): تطوير معالجة القيمة المضافة واستخدام المنتجات الثانوية
٤. المرحلة 4 (السنة 4): تحسين جميع نقاط التكامل وقياس فوائد الاقتصاد الدائري
٥. المرحلة 5 (السنة 5): تحقيق التكامل الدائري الكامل مع جميع الوحدات

## ٩.٤.٦ المراقبة والتقييم

- تتبع تدفق الموارد: قياس كمي لجميع المدخلات والمخرجات
  - مقاييس الكفاءة: كفاءة استخدام المياه، كفاءة دورة المغذيات
  - التحليل الاقتصادي: وفورات التكلفة من التكامل
  - الأثر البيئي: تقليل البصمة الكربونية، تأثير التنوع البيولوجي
  - التنفيذ: تقرير تقييم التكامل السنوي
- توضح خطة التكامل هذه كيف ستعمل وحدة زراعة النخيل كمكون حيوي في الاقتصاد الدائري في الطور، مع روابط متعددة مع الوحدات الأخرى التي تخلق نظاماً زراعياً مرناً وفعالاً ومستداماً.

باب ٧

زراعة التين الشوكي



باب ٨

زراعة الزيتون

## باب ٩

### الموارد المشتركة والبنية التحتية

#### ١.٩ تكامل الاقتصاد الدائري

##### ١.١.٩ مبادئ الاقتصاد الدائري

تم تصميم مشروع الاقتصاد الدائري في الطور حول ثلاثة مبادئ أساسية:

١. تصميم النفايات والتلوث خارج النظام: من خلال النظر في تأثيرات نهاية العمر من البداية، نقوم بإنشاء أنظمة حيث تتدفق المواد والطاقة باستمرار دون توليد نفايات.
٢. الحفاظ على المنتجات والمواد قيد الاستخدام: من خلال التصميم للمتانة وإعادة الاستخدام وإعادة التصنيع وإعادة التدوير، نحافظ على المواد في دورة الاقتصاد بدلاً من التخلص منها.
٣. تجديد النظم الطبيعية: من خلال إعادة المغذيات القيمة إلى التربة والنظم البيئية الأخرى، نعزز رأس المال الطبيعي بدلاً من استنزافه.

#### ٢.١.٩ تدفقات الموارد على مستوى النظام

ينشئ الاقتصاد الدائري في الطور نظاماً مغلقاً حيث تصبح مخرجات وحدة ما مدخلات لوحدة أخرى. تشمل تدفقات الموارد الرئيسية:

##### تدفقات المواد العضوية

- سماد الماشية → وحدة التسميد الدودي/الفحم الحيوي → محسنات التربة لجميع وحدات الزراعة
- مخلفات المحاصيل من وحدات النخيل والزيتون والتين الشوكي → علف للماشية و/أو إنتاج الفحم الحيوي
- الكمالة الحيوية للأزولا → علف للماشية، سماد أخضر، ومادة أولية للديزل الحيوي
- منتجات ثانوية لمعالجة الأغذية → علف للماشية و/أو التسميد الدودي

## تدفقات المياه

- مياه الأمطار المحصودة → مصدر المياه الأساسي لجميع الوحدات
- مياه الصرف من الماشية → المعالجة → الري للمحاصيل غير الغذائية
- برك الأزولا → مياه غنية بالمغذيات للري
- المياه الرمادية → المعالجة → ري المحاصيل الشجرية

## تدفقات الطاقة

- الطاقة الشمسية → الكهرباء لجميع الوحدات
- الديزل الحيوي من الأزولا والبذور الغنية بالزيوت → وقود للآلات
- الغاز الحيوي من الهضم اللاهوائي للنفايات العضوية → الطهي والتدفئة
- الكتلة الحيوية من التقليم والمعالجة → إنتاج الفحم الحيوي

## ٣.١.٩ مصفوفة التكامل

يوضح الجدول ١.٩ علاقات المدخلات والمخرجات الأساسية بين مختلف وحدات الاقتصاد الدائري في الطور.

## ٤.١.٩ تدفقات الموارد المقدرة

استناداً إلى أبحاث أكاسيا نيلوتيكا ودراسات أخرى حول الزراعة في المناطق القاحلة، يمكننا تقدير تدفقات الموارد السنوية التالية لاقتصاد دائري في الطور يعمل بكامل طاقته على مساحة 50 هكتاراً:

- المادة العضوية: حوالي 500 طن من المادة العضوية تتداول عبر النظام
- المياه: تخفيض بنسبة 75% في متطلبات المياه العذبة من خلال إعادة التدوير والاستخدام الفعال
- الكربون: صافي عزل حوالي 200 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً
- المغذيات: كفاءة إعادة تدوير المغذيات بنسبة 90% للنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم
- الطاقة: اكتفاء ذاتي بنسبة 70% في احتياجات الطاقة من خلال الديزل الحيوي والغاز الحيوي

## ٥.١.٩ استراتيجية التنفيذ

سيتم تنفيذ تكامل الاقتصاد الدائري على مراحل:

### ١. المرحلة 1: الأساس (السنة 1)

- إنشاء الوحدات الأساسية: التسميد الدودي/الفحم الحيوي وإدارة المياه
- بدء زراعة المحاصيل سريعة النمو على نطاق صغير
- إعداد أنظمة مراقبة لتدفقات الموارد

## ٢. المرحلة 2: التوسع (السنوات 2-3)

- إدخال الماشية وزراعة الأزولا
- توسيع مناطق الزراعة
- تنفيذ أنظمة تدوير الموارد الأولية

## ٣. المرحلة 3: التكامل (السنوات 4-5)

- إنشاء إنتاج الديزل الحيوي
- استكمال جميع وحدات الزراعة
- تحسين تدفقات الموارد بين الوحدات

## ٤. المرحلة 4: التحسين (السنوات 6-7)

- ضبط جميع العمليات بناءً على بيانات المراقبة
- تعظيم كفاءة الموارد
- تحقيق التكامل الدائري الكامل

## ٦.١.٩ إطار المراقبة والتقييم

سيتم قياس نجاح تكامل الاقتصاد الدائري باستخدام مؤشرات الأداء الرئيسية التالية:

- كفاءة الموارد: النسبة المئوية للمخرجات من كل وحدة التي يتم استخدامها بنجاح كمدخلات في مكان آخر
- إنتاجية المياه: القيمة الاقتصادية المتولدة لكل متر مكعب من المياه المستخدمة
- توازن الكربون: صافي عزل الكربون مقابل الانبعاثات
- تأثير التنوع البيولوجي: التغيرات في التنوع الميكروبي للتربة والحيوانات المحلية
- الجدوى الاقتصادية: وفورات التكلفة من التكامل الدائري مقابل النهج التقليدية

## ٧.١.٩ التحديات واستراتيجيات التخفيف

- التحدي: التغيرات الموسمية في توافر الموارد  
التخفيف: تنفيذ أنظمة التخزين وجدول الإنتاج المتدرجة
- التحدي: مراقبة جودة الموارد المتداولة  
التخفيف: بروتوكولات اختبار ومعالجة منتظمة لجميع تدفقات الموارد
- التحدي: التعقيد التقني للتكامل  
التخفيف: تنفيذ مرحلي مع تدريب مستمر وبناء القدرات
- التحدي: قبول السوق للمنتجات الدائرية  
التخفيف: الشهادات والشفافية وثقافة المستهلك

## ٨٠١٠٩ إدارة المخاطر والتخطيط الاستراتيجي

تعد إدارة المخاطر الشاملة والتخطيط الاستراتيجي أمرًا ضروريًا للنجاح طويل الأمد لمشروع اقتصاد الطور الدائري:

### تحليل نقاط القوة والضعف والفرص والتهديدات (SWOT)

#### نقاط القوة

- المواد الخام المتجددة: توفر دورة النمو السريع للأزولا مصدرًا متسقًا ومتجددًا للكثلة الحيوية للتطبيقات المتعددة.
- مصادر دخل متعددة: المنتجات المتنوعة (الديزل الحيوي، الفحم الحيوي، المنتجات الزراعية، أثمات الكربون) تقلل من الضعف المالي.
- كفاءة المياه: أنظمة المياه المغلقة وتطبيق الفحم الحيوي يقللان بشكل كبير من متطلبات المياه في منطقة قاحلة.
- سلبية الكربون: يحتجز النظام كربونًا أكثر مما ينبعث منه، مما يخلق قيمة بيئية واقتصادية.
- التصميم المتكامل: تعزز العلاقات التآزرية بين الوحدات مرونة النظام العام وإنتاجيته.

#### نقاط الضعف

- ارتفاع تكاليف رأس المال الأولية: يتطلب إنشاء الأنظمة المتكاملة استثمارًا أوليًا كبيرًا.
- التعقيد التقني: تتطلب إدارة أنظمة بيولوجية وتقنية مترابطة متعددة معرفة متخصصة.
- العقبات التنظيمية: ينطوي إنتاج الديزل الحيوي وشهادة أئتمان الكربون على عمليات تنظيمية معقدة.
- تطوير السوق: قد تتطلب الأسواق المحلية للمنتجات المستدامة المتميزة التطوير.
- قيود الحجم: قد تواجه بعض العمليات تحديات في التوسع إلى المستويات التجارية.

#### الفرص

- توسيع أسواق الوقود الحيوي: تزايد الطلب على الوقود الحيوي المستدام في مصر ودولياً.
- التزامات المناخ: تخلق التزامات مصر المناخية بيئة سياسية مواتية للمشاريع سلبية الكربون.
- حلول ندرة المياه: زيادة القيمة الموضوعة على أنظمة الزراعة الموفرة للمياه في المنطقة.
- تصدير المعرفة: إمكانية تصدير المعرفة والتكنولوجيا والتدريب إلى مناطق قاحلة مماثلة.
- شراكات البحث: فرص للتعاون مع المؤسسات الأكاديمية والبحثية.

## التحديات

- تقلب أسعار الطاقة: تؤثر تقلبات أسعار الوقود الأحفوري على القدرة التنافسية للديزل الحيوي.
- تغير المناخ: يمكن أن تؤثر الأحداث المناخية المتطرفة على أنظمة الإنتاج.
- تغييرات السياسة: تحولات في الأطر التنظيمية للوقود الحيوي أو أسواق الكربون.
- المنافسة من الوقود الأحفوري: قد تقوض الإعانات المستمرة للوقود التقليدي اقتصاديات الديزل الحيوي.
- تفشي الآفات والأمراض: احتمال حدوث تحديات بيولوجية في الأزولا أو أنظمة الزراعة الأخرى.

## إطار إدارة المخاطر

### الأولويات الاستراتيجية

بناءً على تحليل SWOT وتقييم المخاطر، تم تحديد الأولويات الاستراتيجية التالية:

١. التنفيذ المرحلي: تطوير النظام على مراحل لإدارة متطلبات رأس المال والسماح بالتعلم والتكيف.
٢. تطوير المعرفة: الاستثمار في التدريب وبناء القدرات لضمان الخبرة التقنية لجميع مكونات النظام.
٣. المشاركة التنظيمية: المشاركة الاستباقية مع السلطات التنظيمية لتبسيط عمليات التصاريح والشهادات.
٤. تطوير السوق: بناء علاقات مع الأسواق المتميزة للديزل الحيوي والفحم الحيوي والمنتجات الأخرى.
٥. شراكات البحث: إقامة تعاون مع المؤسسات البحثية لتحسين أداء النظام باستمرار.
٦. بناء المرونة: دمج التكرار والتنوع في الأنظمة البيولوجية لتعزيز المرونة تجاه الضغوط البيئية.
٧. المراقبة والتكيف: تنفيذ أنظمة مراقبة شاملة لتمكين اتخاذ القرارات القائمة على البيانات والتحسين المستمر.

## التخطيط للطوارئ

تم تطوير خطط طوارئ رئيسية للمخاطر ذات التأثير العالي:

- فشل إنتاج الأزولا:
  - على المدى القصير: الاحتفاظ بمخزون البذور من سلالات الأزولا المتعددة في مواقع منفصلة
  - على المدى المتوسط: تطوير مصادر بديلة للمواد الخام لإنتاج الديزل الحيوي
  - على المدى الطويل: البحث عن أصناف أزولا أكثر مرونة
- نقص المياه الشديد:
  - على المدى القصير: إعطاء الأولوية لتخصيص المياه للأنظمة الأكثر أهمية
  - على المدى المتوسط: تعزيز البنية التحتية لحصاد المياه وتخزينها
  - على المدى الطويل: تطوير طرق زراعة أكثر كفاءة في استخدام المياه

• انهيار سوق الديزل الحيوي:

- على المدى القصير: إعادة توجيه الكتلة الحيوية للأزولا إلى إنتاج العلف والفحم الحيوي
- على المدى المتوسط: تطوير منتجات بديلة عالية القيمة من الأزولا
- على المدى الطويل: تحويل نموذج الأعمال نحو احتجاز الكربون وخدمات النظام البيئي

## ٩.١.٩ هيكل الحوكمة

يتطلب تكامل الاقتصاد الدائري نهجاً منسقاً للحوكمة:

- مدير التكامل: يشرف على جميع تدفقات الموارد والتنسيق بين الوحدات
- مديرو الوحدات: مسؤولون عن عمليات الوحدات الفردية ونقاط التكامل
- اللجنة الفنية: تقدم التوجيه العلمي بشأن التحسين
- مجلس أصحاب المصلحة: يضمن التوافق مع احتياجات المجتمع ومتطلبات السوق

## ١٠.١.٩ الخلاصة

يمثل الاقتصاد الدائري في الطور نهجاً شاملاً للزراعة المستدامة في المناطق القاحلة. من خلال تصميم وحدات مترابطة تعظم كفاءة الموارد وتقلل النفايات، يوضح المشروع كيف يمكن تطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري لإنشاء أنظمة زراعية مرنة ومنتجة وإيجابية بيئياً. يخلق تكامل البحث العلمي، مثل دراسات مصدر أكاسيا نيلوتيكا، مع المعرفة التقليدية والتقنيات المبتكرة نموذجاً يمكن تكييفه وتوسيع نطاقه ليشمل بيئات مماثلة على مستوى العالم.

جدول ١٠٩: مصفوفة تكامل وحدات الاقتصاد الدائري في الطور

الوحدة	توفر إلى	تستقبل من
زراعة الأزولا	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ككلة حيوية غنية بالنيتروجين للماشية</li> <li>• مادة أولية للديزل الحيوي</li> <li>• سماد أخضر لوحدات الزراعة</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• مياه غنية بالمغذيات من الماشية</li> <li>• ثاني أكسيد الكربون من إنتاج الديزل الحيوي</li> </ul>
إنتاج الديزل الحيوي	<ul style="list-style-type: none"> <li>• وقود لجميع الوحدات</li> <li>• الجلسرين كمنتج ثانوي للماشية</li> <li>• ثاني أكسيد الكربون للأزولا</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بذور غنية بالزيوت من وحدات الزراعة</li> <li>• ككلة الأزولا الحيوية من زراعة الأزولا</li> </ul>
إدارة الثروة الحيوانية	<ul style="list-style-type: none"> <li>• السماد للتسميد الدودي</li> <li>• اللحوم والحليب والبيض للسوق</li> <li>• مياه غنية بالمغذيات للأزولا</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• العلف من زراعة الأزولا</li> <li>• مخلفات المحاصيل من وحدات الزراعة</li> <li>• الجلسرين من إنتاج الديزل الحيوي</li> </ul>
التسميد الدودي/ الفحم الحيوي	<ul style="list-style-type: none"> <li>• محسنات التربة لجميع وحدات الزراعة</li> <li>• الفحم الحيوي لعزل الكربون</li> <li>• بروتين الديدان للماشية</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• السماد من الماشية</li> <li>• مخلفات المحاصيل من وحدات الزراعة</li> <li>• نفايات المعالجة من جميع الوحدات</li> </ul>
زراعة النخيل	<ul style="list-style-type: none"> <li>• التمور للسوق</li> <li>• السعف لعلف الماشية</li> <li>• البذور للديزل الحيوي</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• السماد من التسميد الدودي</li> <li>• المياه المعالجة من إدارة المياه</li> <li>• الفحم الحيوي من وحدة الفحم الحيوي</li> </ul>
زراعة التين الشوكي	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الفاكهة للسوق</li> <li>• الألواح لعلف الماشية</li> <li>• الككلة الحيوية للفحم الحيوي</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• السماد من التسميد الدودي</li> <li>• المياه المعالجة من إدارة المياه</li> <li>• الفحم الحيوي من وحدة الفحم الحيوي</li> </ul>
زراعة الزيتون	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الزيتون والزيت للسوق</li> <li>• مخلفات التقليم للفحم الحيوي<sup>٣٩</sup></li> <li>• تفل الزيتون للماشية/الفحم</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• السماد من التسميد الدودي</li> <li>• المياه المعالجة من إدارة المياه</li> <li>• الفحم الحيوي من وحدة الفحم الحيوي</li> </ul>



جدول ٢٠٩: مصفوفة تقييم المخاطر لمكونات المشروع الرئيسية

فئة المخاطر	المخاطر المحددة	الاحتمالية	التأثير	استراتيجية التخفيف
تقنية	فشل زراعة الأرز	متوسط	عالي	زراعة سلالات متعددة؛ أنظمة إنتاج احتياطية
السوق	انخفاض أسعار الديزل الحيوي	عالي	متوسط	تنويع مصادر الدخل؛ التركيز على الأسواق المتميزة
تنظيمية	تأخير تصاريح الديزل الحيوي	عالي	متوسط	المشاركة المبكرة مع السلطات؛ خبرة الامتثال
بيئية	نقص المياه	متوسط	عالي	تعزيز تخزين المياه؛ أنظمة مقاومة للجفاف
مالية	تجاوز تكاليف رأس المال	متوسط	عالي	التنفيذ المرحلي؛ التخطيط المالي المحافظ
تشغيلية	نقص المهارات	متوسط	متوسط	برامج تدريب شاملة؛ أنظمة إدارة المعرفة

## باب ١٠ الملاحق