دراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لإنشاءوحدة تدوير منتجات النخيل الثانوية (المخلفات) لإنتاج الأسمدة العضوية (الكومبوست) في دول مجلس التعاون الخليجي

تطوير نظم إنتاج مستدامة لنخيل التمر في دول مجلس التعاون الخليجي

بوبكر الذهيبي (1)؛ أراش نجاتيان (2)؛ محي الدين هلالي (3)؛ عزيز أولاد بلقاسم (4)
، عبد العزيز نيان (5) ، عبدالباسط عوده ابراهيم(6)

1. برنامج النظم المعيشية الزراعية المرنة (RALSP) والبرنامج الإقليمي لشبه الجزيرة العربية (APRP) - المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، تونس. البريد الإلكتروني: b.dhehibi@cgia.org.
2. البرنامج الإقليمي لشبه الجزيرة العربية - المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، دبي، الإمارات العربية المتحدة. البريد الإلكتروني: a.nejatian@cgiar.org.
3. برنامج النظم المعيشية الزراعية المرنة (RALSP) - المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، عمان، الأردن. البريد الإلكتروني: m.hilali@cgiar.org.
4. .الإدارة المستدامة للمراعي - منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) - الرياض - المملكة العربية السعوديةالبريد إلكتروني azaiez.ouledBelgacem@fao.org
5. البرنامج الإقليمي لشبه الجزيرة العربية - المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، دبي، الإمارات العربية المتحدة. البريد الإلكتروني: a.niane@cgiar.org.
6. البرنامج الإقليمي لشبه الجزيرة العربية - المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، مسقط، سلطنة عمان . البريد الإلكتروني: a.oudah-Ibrahim@cgiar.org.

ديسمبر 2020

1. مقدمة

1.1 خلفية الدراسة

تعتبر زراعة نخيل التمر قطاعًا إستراتيجيًا في معظم الدول العربية، وخاصةً دول مجلس التعاون الخليجي. ويعد هذا القطاع من أقدم الأنشطة الاقتصادية في شبه الجزيرة العربية، وهو لا يزال يساهم بشكل كبير في رفاهية سكانها، ويشكل جزءًا رئيسيًا من ثقافتهم وبيئتهم التاريخية وغذائهم. وتحتل المنطقة العربية في الوقت الحالي الريادة العالمية في زراعة التمور، حيث تضم 75٪ من إجمالي المساحة العالمية المخصصة لزراعة نخيل التمر، بينما تمثل 77٪ من إجمالي الإنتاج العالمي و69٪ من إجمالي الصادرات العالمية للتمور (وفقًا لقاعدة البيانات الإحصائية FAOSTAT). وعلاوة على أهمية التمور بوصفها مصدرًا رئيسيًا للغذاء في المنطقة، فإن هذا القطاع يمثل أيضًا مصدرًا لتوفير فرص العمل والدخل، حيث يُعد نشاطًا تجاريًا أساسيًا في العديد من بلدان المنطقة. وفي بعض المناطق القاحلة، تعتبر التمور مصدرًا مهمًا للرزق بالنسبة للسكان المحليين، فهي تساعدهم على مواجهة الظروف المعيشية الصعبة لما تتمتع به من قدرة على التكيف مع البيئة القاسية، فهي تتحمل درجات الحرارة المرتفعة والملوحة والجفاف وغيرها من الظروف البيئية الصعبة.

وكما أشرنا سابقًا، فإن تمور النخيل تُعد محور الزراعة في المناطق القاحلة، وينتج عنها كميات كبيرة من مخلفات النخيل ومن المنتجات الزراعية الثانوية التي يمكن استخدامها لأغراض عديدة (مثل: تغذية الماشية، التسميد، وما إلى ذلك). وتتراوح كمية مخلفات بساتين النخيل في دول مجلس التعاون الخليجي بين 7734.4 طنًا في قطر إلى 121974.4 طنًا في الإمارات العربية المتحدة (وفقًا لقاعدة البيانات الإحصائية FAOSTAT). لذلك، نقدم في هذا التقرير دراسة جدوى حول كيفية إعادة تدوير المخلفات الزراعية في بساتين النخيل والاستفادة منها كسماد عضوي يستخدم في نظام زراعة الواحات بدول مجلس التعاون الخليجي.

ومن هذا المنطلق، تم إعداد الدراسة الحالية في إطار مشروع تطوير نظم إنتاج مستدامة لنخيل التمر في دول مجلس التعاون الخليجي. ويهدف مشروع البحث والتطوير الحالي إلى تقديم معلومات وممارسات جديدة لتحسين أنظمة إنتاج نخيل التمر في منطقة الخليج. وتشمل الأنشطة الرئيسية للمشروع تحسين إنتاجية الأصناف المزروعة، ودراسة التنوع الجيني لنخيل التمر.، وإدارة الموارد الطبيعية (التربة والمياه) بشكل فعال لتحقيق الاستفادة القصوى منها، وتحسين استخدام العناصر المختلفة المستخدمة في عملية الزراعة (مثل: الأسمدة، الملقحات، مياه الصرف الزراعي، وما إلى ذلك). ويعد نقل التكنولوجيا إلى الجهات الشريكة وتعزيز تبادل الخبرات بينهم جزءًا لا يتجزأ من المشروع.

2.1. أسباب وأهداف الدراسة

الهدف من دراسة الجدوى هو تقييم الجدوى الفنية والفوائد البيئية والاجتماعية والاقتصادية لإعادة تدوير المخلفات الزراعية في بساتين النخيل واستخدامها في نظام زراعة الواحات. ويتم ذلك من خلال جمع كافة المخلفات النباتية في بيئة الواحات (مخلفات النخيل والخضروات الأخرى المزروعة في الواحات) وتحويلها إلى سماد عضوي يمكن استخدامه في نظام زراعة نخيل التمر. ,سيساعد ذلك في إمداد التربة الرملية بالمواد العضوية مما يعزز قدرتها على الاحتفاظ بالمياه في منطقة الجذور. وهناك سببان رئيسيان يؤكدان أهمية تنفيذ هذا المشروع والاستثمار فيه: أولاً، كشفت دراسات سابقة أجراها مركز "إيكاردا" عن نقص السماد الطبيعي في أنظمة زراعة نخيل التمر والواحات، وذلك نتيجة للعدد المحدود من الحيوانات الزراعية وللأساليب المكثفة المطبقة في هذه الأنظمة (مازد وآخرون، 2013). ثانيًا، تدني مستوى الخبرة الفنية لدى مزارعي النخيل فيما يتعلق بكيفية الاستفادة من هذه "الموارد المجانية"، والتي يؤدي تراكمها إلى الكثير من الأضرار (مثل انتشارالحشرات و الطفيليات) مما يتسبب في اصابة اشجار النخيل وانخفاض جودة التمور.

يهدف المشروع إلى رفع القيمة الاقتصادية لمخلفات بساتين النخيل من خلال إعادة تدويرها وتحويلها إلى سماد عضوي يمكن استخدامه لتحسين جودة التربة، وإمداد التربة الرملية بالمواد العضوية، والحد من استخدام الأسمدة الكيماوية الأعلى تكلفة والأكثر ضررًا بالبيئة.

ويقوم المشروع على مرحلتين أساسيتين: (1) جمع المخلفات النباتية الجافة (مثل مخلفات النخيل، والفروع الجافة، والتمور المهدرة، إلخ)، (2) تحويل هذه المخلفات إلى سماد عضوي من خلال الطحن والتسميد.

2. أهم النقاط الخاصة برفع القيمة الاقتصادية للمخلفات النباتية باستخدام التسميد: الخصائص الفنية

1.2 تعريف المواد العضوية

يُعرّف موستين (1987) الكتلة الحيوية على أنها "الكتلة الحيوية الكلية للكائنات الحية التي تعيش على الأرض (بما في ذلك المخلفات النباتية والحيوانية)، والتي تتولد طاقتها الكيميائية نتيجة امتصاص كمية صغيرة جدًا من الطاقة الشمسية". وبعد ذلك تم تعريف الكتلة الحيوية على أنها المصدر الرئيسي للطاقة، وهي متوفرة في كافة عناصر الطبيعة.

2.2 عملية التسميد

التسميد هو عملية تسمح بتحلل المواد العضوية بشكل طبيعي، مما يتيح الحصول على سماد عضوي يسمى "كمبوست". يُعرّف موستين (1987) التسميد بأنه "العملية البيولوجية التي تضمن تحلل المكونات العضوية للمخلفات والمنتجات الثانوية وتحولها إلى منتجات عضوية".

ويشترك في التسميد العديد من الكائنات الحية الدقيقة، وذلك من خلال عملية التخمر الهوائي. وتحدث هذه العملية في وجود الأكسجين الضروري لتنفس هذه الكائنات الدقيقة التي تقوم بعملية التحلل (البكتيريا، والفطريات، والطحالب، والكائنات وحيدة الخلية، واللافقاريات الصغيرة، إلخ). وتقوم البكتيريا بدور أساسي في تحلل وتخمر المواد العضوية من خلال قيامها بالتنفس الهوائي في درجة حموضة (PH) محايدة. أثناء هذه العملية، تمتص الكائنات الحية الدقيقة جزءًا من المادة العضوية وتطلق ثاني أكسيد الكربون والماء. ثم يعاد تكوين المواد النيتروجينية في شكل جزيئات متنوعة، ومن بينها المكونات الرئيسية لأحماض الدبال. وتتمثل المرحلة الأولى من التسميد في تكوين جزيئات هيدروكربونية بسيطة من خلال عمليات تنفس طاردة للحرارة. وتشكل جميع هذه العمليات أهمية قصوى لتوفير التدفئة اللازمة لبقاء البكتيريا على قيد الحياة (مثل بكتريا الثيرموفيل وبعض أنواع الميزوفيل).

وتتحلل الجزيئات المعقدة مرة أخرى عن طريق نوع آخر من بكتيريا الميزوفيل أو عن طريق البكتيريا المحبة للبرودة. وتستغرق عملية إنتاج الكمبوست (للوصول لبداية مرحلة تثبيت المكونات العضوية في التربة) ما بين 2 إلى 3 أشهر (موستين، 1987).

3.2 أساليب التسميد

1.3.2. التسميد باستخدام الخنادق

هو أبسط أساليب التسميد حيث يعتمد على جمع البقايا والمخلفات العضوية، سواءً من نفايات المنازل أو من المخلفات النباتية. وغالبًا ما يحتاج إلى استخدام السماد البلدي لبدء عملية تحلل المواد العضوية، وإلى الري بالماء للحفاظ على رطوبة المواد العضوية أثناء عملية التحول. وعادةً ما يتم تغطية الخندق بالرمل للحفاظ على الرطوبة من الداخل وتجنب انبعاث الروائح الكريهة. وتتمثل عيوب هذا النوع من التسميد في عدم إمكانية تهوية المخلفات المستخدمة في تكوين الكمبوست. أما المزايا، فتتمثل في إمكانية خلط الكثير من المخلفات الخضراء والبقايا الجافة شريطة ألا تكون من الخشب.

2.3.2. التسميد باستخدام الأكوام

يعتبر هذا الأسلوب عملية طويلة، حيث يستغرق تحول المخلفات إلى كمبوست من 6 أشهر إلى سنة. ومن الشائع في هذا النوع من التسميد خلط قطع النباتات الصغيرة بالسماد البلدي (بنسبة: 3/2، 3/1 أو 4/3، 4/1)، وذلك لموازنة مكونات الكمبوست والمساعدة في تحللها. يستخدم هذا النظام في محطات التسميد المفتوحة. ويمكن تغيير طول الكومة بسهولة لتناسب المساحة المتاحة. والميزة الرئيسية لهذا الأسلوب هي إمكانية تقليب الكمبوست بسهولة لتهويته والتحكم في درجة حرارته.

3.3.2. التسميد باستخدام أسطوانات التسميد

تستخدم هذه الطريقة على نطاق واسع في أوروبا، حيث يتم وضع أشكال أسطوانية مخصصة لهذا الغرض في مكان أو وعاء به ماء. ويساعد هذا النظام على الإسراع بعملية التسميد، بالإضافة لتجنب الإزعاج الذي تسببه الحيوانات. من جهة أخرى، تتمثل عيوب هذا الأسلوب في صعوبة خلط المخلفات، حيث يجد المستخدمون صعوبة أكبر في خلط المكونات والتحكم في حجمها.

4.3.2 القواعد الأساسية للتسميد

القاعدة الأولى للتسميد هي خلط مخلفات عضوية متنوعة. ومن المعلوم أن تحلل المخلفات العضوية لا يتم إلا في وجود الماء. لذا، فإن القاعدة الثانيةللتسميد هي الحفاظ على درجة مناسبة من الرطوبة للمنتجات العضوية التي يتم تحويلها إلى كمبوست. بالقاعدة الثالثة والأخيرة هي تهوية الكمبوست بانتظام (المعدل المثالي هو كل 15 يومًا)، وذلك لأن الكائنات الدقيقة تحتاج إلى الهواء للحصول على الأكسجين حتى تقوم بالدور المطلوب منها بشكل سليم. ولتحسين التهوية، يمكن أيضًا إضافة بعض العناصر الليفية إلى المكونات (يتم قطع الفروع بطول 5 سم تقريبًا).

2.4. خصائص الكمبوست

1.2.4. تعريف الكمبوست

يعرف الكمبوست بأنه المادة الناتجة من معالجة المخلفات العضوية الغنية بالمواد العضوية (الدبال). الكمبوست هو عبارة عن تربة غنية بأحماض الدبال والفولفيك (موستين، 1987).

2.2.4. تركيب الكمبوست العضوي

تعتبر نسبة الكربون/النيتروجين المؤشر الأساسي لتقييم درجة تطور المادة العضوية، أي قدرتها على التحلل السريع داخل التربة.

ويبلغ متوسط نسبة الكربون/النيتروجين للكائنات الدقيقة في التربة "8"، حيث تستهلك هذه الكائنات ثلثي كمية الكربون للحصول على الطاقة (حيث يتم تحويله إلى ثاني أكسيد الكربون)، بينما تستخدم الثلث الأخير للتكوين والنمو. أما النيتروجين، فيُستخدم فقط في عملية النمو والتكوين.

وبالتالي، يحدث التوازن الغذائي للكائنات الدقيقة عندما تكون نسبة الكربون/النيتروجين "24". فإذا كانت النسبة أقل من ذلك، فسيتجاوز النيتروجين المستوى المطلوب وسيتم إطلاقه في التربة لتستفيد منه النباتات. أما إذا كانت النسبة أعلى من ذلك، فسيتجمع النيتروجين في محلول التربة لتوفير احتياجات الكائنات الدقيقة.

وبشكل عام، فإنه من المقبول أن تكون نسبة الكربون/النيتروجين في المنتج مرتفعة، وأن يتحلل بوتيرة أبطأ في التربة، لكن نسبة الدبال تكون ثابتة في أغلب الأحيان. وكثيرًا ما يستخدم هذا المؤشر في الممارسة العملية لمعرفة الاستخدام المناسب لأحد المنتجات العضوية غير المعروفة. ولتوفير الظروف المثلى لتكوين الكمبوست، يُفضل أن تكون نسبة الكربون/النيتروجين بين 15 و30. فإذا كان نسبة النيتروجين في الخليط المراد تحويله إلى كمبوست منخفضة بدرجة كبيرة، فلن ينتج عنه حرارة (وبالتالي لن يتحلل). أما إذا كانت نسبة النيتروجين مرتفعة بشكل مفرط، فيمكن أن ترتفع درجة حرارة الكمبوست بصورة زائدة مما يؤدي إلى قتل الكائنات الحية الدقيقة التي يحتوي عليها. وتكون نسبة الكربون/النيتروجين مرتفعة للغاية للمواد النباتية (من 50 إلى 150 للقش) وتقل أثناء تحللها إلى أن تستقر عند 10 في الدبال.

يمكن وصف تأثير دمج المخلفات بناءً على ديناميات النيتروجين في التربة من خلال ثلاثة عناصر، وهي: كفاءة الامتصاص (نسبة الكربون التي يتم تحليلها وامتصاصها بواسطة الكائنات الدقيقة)، ونسبة المخلفات، ونسبة الكربون/النيتروجين للكتلة الحيوية الميكروبية. لكن، قد لا يكفي الاعتماد على هذا المعيار بمفرده لتقييم الجودة. فعلى سبيل المثال، قد يشترك اثنان من المنتجات في نفس نسبة الكربون/النيتروجين، لكن يكون لهما تأثيرات مختلفة على الكائنات الحية الدقيقة في التربة. لذلك يجب اعتبار نسبة الكربون/النيتروجين بمثابة مؤشر أولي للجودة يستكمل بمعلومات أخرى (موستين، 1987).

3.2.4 المكونات المعدنية للكمبوست

النيتروجين: تتحول نسبة من النيتروجين العضوي (بروتينات، أحماض نووية، يوريا) إلى نيتروجين معدني **(NO_3^-, NH_4^+, NH_3)** بفعل البكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى التي تقوم بعملية تحلل كيميائية حيوية. وتقوم النسبة المتبقية من النيتروجين العضوي بتكوين مركبات مع مشتقات اللجنين أو الدبال. وتتميز هذه المركبات بهياكل مستقرة تعمل على إبطاء تحلل النيتروجين العضوي. يتم الاحتفاظ بجزء من النيتروجين في شكل عضوي للحد من الكميات المفقودة بسبب رشح النيتروجين أثناء تخزين ونثر الكمبوست. ويتم فقد نسبة قليلة جدًا من النيتروجين، وفي هذه الحالة يكون الفقد في صورة غازية من عناصر **(NH_2 and NH_4^+)**. وعندما يتحلل الكمبوست في البداية، يكون النيتروجين الناتج في شكل عضوي (خاصةً خلال السنة الأولى)، بينما يتحول إلى الشكل المعدني بشكل أكبر في السنوات اللاحقة. ويعتبر تأثير النيتروجين على خصوبة التربة منخفضًا بشكل عام، ولا ينبغي التغاضي عن ذلك في الحالات التي تتطلب تأثيرًا أكبر.

الفسفور: بعد تحلل العناصر الفردية، يتم إطلاق حمض الفوسفوريك. ثم تنخفض نسبته ولكن بدرجة قليلة للغاية. مع ذلك، يحتوي الكمبوست بشكل عام على كمية جيدة من الفوسفور.

البوتاسيوم: البوتاسيوم قابل للذوبان في الماء بدرجة عالية. وإذا لم يتم رشحه بدرجة كبيرة، فإن محتواه لا يقل إلا بنسبة قليلة للغاية. وهو يوجد بتركيزات كبيرة في السماد الطبيعي المستخدم في الكمبوست.

2.5. الرقابة على إنتاج وبيع الكمبوست

للكومبوست استخدامات مهمة لما يتميز به من قدرة على الاستقرار في التربة بشكل جيد. واستمرار وجود المواد التي لم تتخمر بعد في التربة غالبًا ما يعوق إنبات البذور.وفي معظم الأحيان، يتم بيع الكمبوست في نفس مكان إنتاجه في المناطق الحضرية التي تقوم بتحويل النفايات إلى سماد. لذلك، يجب مراقبة جودة وتركيب هذه المنتجات.

فاحتواء الكمبوست على مواد سامة ومعادن ثقيلة وغيرها من الملوثات (مثل المبيدات) قد يؤدي إلى أضرار كبيرة، وهو ما دفع المشرعين إلى إصدار قوانين تتطلب تحليل الكمبوست. على سبيل المثال، تشترط المعايير الفرنسية **(NF U 44-051 وNF U 44-095)** استيفاء الكمبوست لمعايير معينة قبل طرحه في الأسواق.

3. تصميم وعناصر المشروع

1.3. المروّجون - المستثمرون

تشمل قائمة المروجين مجموعة المزارعين المشاركين في المشروع التجريبي، والجمعيات، والتعاونيات، ومجموعات المنتجين في دول مجلس التعاون الخليجي.

2.3. أنواع بساتين النخيل

يمكن تنفيذ المشروع في جميع نظم زراعة وإنتاج نخيل التمر. لذلك، ولتحقيق أكبر قدر من الكفاءة والربحية، يهدف المشروع إلى تغطية مساحة تبلغ حوالي 500 هكتار. لذا، فمن الضروري إقامة المشروع في مناطق تتميز بتواجد كثيف لمنتجي نخيل التمر أو في مواقع مجاورة لهذه المناطق.

3.3 مدة تشغيل المشروع

تم تصميم المشروع ليعمل لمدة سنة كاملة. لذلك، ونظرًا لأن تحول المادة الخام إلى كمبوست يستغرق من الناحية الفنية ما يقرب من 3 إلى 4 أشهر، فمن المتوقع أن يكون هناك ثلاث دورات إنتاج في السنة.

4.3 القدرة الإنتاجية

بناءً على نتائج دراسات مماثلة، فإننا نستهدف، في هذا المشروع، إنتاج 1500 طن من الكمبوست سنويًا بمعدل 500 طن في الدورة الواحدة (أي كل 4 أشهر). ومن المتوقع أن تصل السعة الإنتاجية لعملية جمع وطحن المخلفات إلى 5 أطنان في اليوم.

5.3 وصف المنتج النهائي

المنتج النهائي هو الكمبوست، والذي سيستخدم كسماد عضوي في نظام زراعة النخيل. من الناحية الفنية، فإن هذا المنتج يتفوق على السماد الطبيعي نظرًا لاستمرار تأثيره في التربة لفترة أطول. وتتضح أهمية هذا الفارق بصورة أكبر في أنواع التربة المعرضة للرشح المكثف، كما هو الحال في واحات النخيل. بالإضافة إلى ذلك، يتميز الكمبوست بمحتواه الغني للغاية من المواد العضوية والعناصر المعدنية مقارنةً بالسماد الطبيعي. كما أنه في حالة إنشاء مؤسسة أو وحدة أعمال جديدة في المستقبل، يمكن التفكير في تصنيع منتجات شبيهة بالأوعية والأقراص التي تنتجها شركة JIFFY والمستخدمة في زراعة بذور النباتات

6.3 وصف عملية الإنتاج

يعتبر التسميد طريقة فعالة لتقليل مخلفات المزرعة وتحسين بنية وخصائص الرمال والتربة مما يفيد النباتات. وتعتمد هذه العملية على تحلل المخلفات النباتية في بيئة جيدة التهوية. وتحتوي جميع المواد القابلة للتحويل إلى كمبوست إما على عنصر الكربون أو النيتروجين، وذلك بدرجات متفاوتة. ويكمن سر نجاح تكوين الكمبوست في الحفاظ على توازن النسبة بين هذين العنصرين. لذلك، فمن المهم مراعاة وجود المواد الخضراء الغنية بالنيتروجين. يحتاج التسميد أيضًا إلى الماء الذي يعتبر عنصرًا أساسيًا لتكوين الكمبوست وتحلل المادة العضوية. يجب أن يتم طحن المواد النباتية لتقليص حجمها إلى 7-10 سم بحد أقصى. وتتحول كومة المخلفات إلى كمبوست خلال 4 إلى 6 أشهر، حيث يصير لونها غامقًا وقوامها مفككًا.

1.6.3 .جمع المخلفات

تتمثل المعلومات الأساسية التي تم تناولها في هذه الدراسة في الآتي:

- من المتوقع أن تنتج شجرة النخيل حوالي 20 كجم من المخلفات (الوزن الجاف)، ويبلغ متوسط حجم المخلفات لكل هكتار نحو 3 أطنان (على اعتبار زراعة 150 نخلة في الهكتار الواحد).
- تبلغ قدرة العامل الواحد على جمع مخلفات بساتين النخيل حوالي 700 كجم في اليوم. ووفقًا لهذه الفرضية، يحتاج العامل إلى 2143 يوم عمل تقريبًا للانتهاء من الـ 500 هكتار المستهدفة في المشروع.
- يستفيد المزارعون في قطاع نخيل التمر من هذه العملية في تنظيف مزارعهم.وبالتالي، يمكن اعتبار أن المزارع يحصل على هذه الخدمة مجانًا.
- يتم نقل المخلفات المجمعة إلى وحدة التحويل (التسميد) بواسطة جرار زراعي بمقطورة قدرة 50 حصانًا. وتقدر المسافة الإجمالية المقطوعة بحوالي 9000 كم، بينما يبلغ إجمالي وقت النقل 2250 ساعة.

2.6.3 . الطحن (التكسير)

تجري عملية الطحن في موقع التسميد. يقترح المشروع استخدام كسارة (مطحنة مزودة بسكين (40 مم) بقدرة 20 حصان، ومتحركة، بسعة 600 إلى 700 كجم/ساعة). يقدر الزمن اللازم لفرم وخلط المنتجات استعدادًا للمرحلة التالية (تكوين أكوام الكمبوست) بنحو 720 يوم عمل.

3.6.3 إضافة الحمأة الحيوية الصلبة المُعالَجَة

من المتوقع إضافة 100 طن من الحمأة الحيوية الصلبة المُعالَجَة إلى المخلفات المقطعة من أجل بدء وتحفيز عملية التسميد. وتأتي هذه الحمأة من محطات المعالجة في المناطق المجاورة. ويُقدر عدد الساعات المستغرقة لنقلها إلى الموقع بـ 300 ساعة.

4.6.3 عملية تكوين الأكوام

يتم تكوين كومة من الكمبوست على شكل منحدر بارتفاع متر واحد تقريبًا، وتغطيتها من الأعلى. ويعتمد الشكل النهائي للأكوام (الصفوف) على مساحة الأرض المتاحة. ومن المتوقع الانتهاء من 10 أمتار مكعبة يوميًا.

5.6.3 مراقبة العمليات التشغيلية للتسميد

من الناحية الفنية، تعتمد مراقبة عملية التسميد على التحكم في ثلاثة عوامل رئيسية، وهي: الرطوبة والأكسجين ودرجة الحرارة. ويعد اختيار موقع التسميد المناسب داخل المزرعة أمرًا بالغ الأهمية، حيث يساهم في الحد من مخاطر الجفاف بسبب أشعة الشمس. ويجب رش الخليط بالمياه وتقليبه بانتظام من أجل تعويض الماء المتبخر وتوفير كمية مناسبة من الأوكسجين. ويقدر حجم المياه المستهلكة سنويًا بنحو 6000 متر مكعب، وعدد أيام العمل المطلوبة بـ 375 يوم عمل.

7.3 وصف المعدات

بالنسبة لهذا النوع من المشاريع، يجب أن يشتمل على ما يلي:

- الموقع مساحة مناسبة لأكوام (صفوف) الكمبوست، ومساحة لفرم وتخزين المواد المقطعة
- مساحة مغطاة قدرها 100 متر مربععلى الأقل وبارتفاع 6 أمتار (إطار معدني) لتخزين المنتج النهائي،
- وجرار زراعي بمقطورة قدرة 50 حصانًا
- مطحنة سعة 5 أطنان في اليوم و
- معدات صغيرة متنوعة (مثل معدات المختبرات، إلخ).

4. التحليل الاقتصادي

1.4 جمع المواد الخام

تتلخص عملية توريد المواد الخام (سعف النخيل والألياف وجميع الأخشاب الجافة) في جمعها ونقلها.

2.4 بيع الكمبوست (بما في ذلك إستراتيجية التسويق والطلب وقنوات التوزيع)

تقدر الكمية المتوقع بيعها بحوالي 1500 طن، مع مراعاة تعويض الفاقد من خلال توفير المياه والحمأة الحيوية الصلبة المُعالَجَة. ويقدر سعر السوق للمنتج النهائي بـ 100 دولار للطن، وهو يعتبر سعرًا مثاليًا إذا تمت مقارنته بسعر السماد الطبيعي رديء الجودة والذي يقدر بـ 150 دولارًا للطن.

وتتمثل نقاط البيع في الآتي:

- منافذ البيع في المنطقة (موردو المنتجات الزراعية الأخرى)
- الأسواق المحلية (الأسواق المحلية الخاصة ببيع المواد الأولية والمنتجات النهائية،
- ويتم التسليم مباشرةً إلى كبار مزارعي نخيل التمر في الدولة
- التسليم المباشر إلى كبار مزارعي النخيل في الدول المجاورة (مثل المملكة العربية السعودية).

الإستراتيجية التسويقية:

- التوزيع المجاني (في البداية وبكميات محدودة) لمنتج الكمبوست على كبار مزارعي نخيل التمر للتعرف على مميزات المنتج الجديد وتعزيز سمعته في المنطقة
- إعداد وتوزيع المعلومات الفنية والأدلة الإرشادية حول خصائص واستخدامات هذا السماد العضوي
- الإعلان عن المنتج باستخدام وسائل الإعلام المحلية، ووسائل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وغيرها من وسائل الإعلان.
- بالإضافة لتنظيم فعاليات تهدف لتوعية مجتمعات المزارعين.

3.4 ربحية المشروع

1.3.4 التكاليف التشغيلية

يشمل هذا البند تكاليف العمالة والمدخلات والنفقات العامة (لسنة واحدة).

التكاليف التشغيلية (دولار أمريكي)			
تكاليف العاملين			
	32145 دولارًا	2143 يومًا × 15 دولارًا	جمع المواد الأولية
	10800 دولار	720 يومًا × 15 دولارًا	الفرز والفرم وتكوين الصفوف
	5625 دولارًا	375 يومًا × 15 دولارًا	خلط الأكوام ورشها بالماء
	13770 دولارًا	1 × 13770 دولارًا	سائق الجرار
	5000 دولار	1 × 5000 دولار	تكاليف استشارية
67340			إجمالي تكاليف العاملين
تكاليف أخرى			
	7020 دولارًا	5 لترات × 2600 ساعة ×	محروقات
	12000 دولار	معدل ثابت	صيانة المعدات (الماكينات والآلات إلخ)

	6480 دولارًا	6,000 متر مكعب × 1.08	ماء
	3000 دولار	معدل ثابت	تكاليف إدارية (أدوات مكتبية، وما إلى ذلك)
	3000 دولار	معدل ثابت	تسويق واتصالات (نشرات إعلانية)
31500			إجمالي التكاليف الأخرى
98840			إجمالي التكاليف التشغيلية

2.3.4 صناديق رأس المال المتداول

يقدّر صندوق رأس المال المتداول بنسبة 30% من إجمالي تكاليف العاملين والنفقات العامة أو ما يعادل 29652 دولارًا.

3.3.4 الاستثمارات

بالإضافة إلى رأس المال العامل، هناك بعض الاستثمارات الضرورية الأخرى، مثل شراء وسائل النقل والمعدات وتكاليف الخطة.

تكاليف الاستثمار (دولار أمريكي)			
تكاليف الهندسة المدنية			
		الملكية الخاصة (مزارعو نخيل التمر)	قطعة أرض 1000 متر مربع
	30000 دولار	معدل ثابت	إنشاءات 200 متر مربع
30000 دولار			إجمالي تكاليف الهندسة المدنية
تكاليف وسائل النقل			
		31590 دولارًا	جرار زراعي قدرة 40 حصانًا
		2484 دولارًا	مقطورة حمولة 2 طن
34074			إجمالي تكاليف وسائل النقل
المعدات			
	3024 دولارًا	1 × 3024 دولارًا	ماكينة (آلة الفرم)
	4000 دولار	1 × 4000 دولار	خزان مياه سعة 6000 لتر
	2000 دولار	معدل ثابت	مواد صغيرة
9024			إجمالي تكاليف المعدات
73098			إجمالي تكاليف الاستثمار

4.3.4 جدول تكاليف الإهلاك

قيمة الإهلاك	معدل الإهلاك	المبلغ	البند
1500	% 5	30000 دولار	هندسة مدنية
6815	% 20	34074 دولارًا	مواد النقل
903	% 10	9024 دولارًا	المعدات
9218			إجمالي تكاليف الإهلاك

5.3.4 التمويل

يشير هذا البند إلى إجمالي الاستثمار بما في ذلك رأس المال العامل.

المبلغ	البند
40000 دولار	أموال خاصة
29652 دولارًا	قروض قصيرة الأجل
33098 دولارًا	قروض متوسطة الأجل
$ 0	قروض طويلة الأجل
102750 دولارًا	إجمالي التمويل

6.3.4 ربحية المشروع

4.3.6.1 تحليل الربحية الاقتصادية

التكاليف		
تكاليف جمع المخلفات والتكاليف التشغيلية	98840 دولارًا	
4.3.1 التكاليف المالية التشغيلية	4393 دولارًا	
الإهلاك والاستهلاك	9218 دولارًا	
التكاليف الإجمالية		112451
العائدات		
الكمبوست: 1500 طن × 100 دولار		150000
إجمالي العائدات		150000

تتيح دراسة الهامش الإجمالي مراقبة ربحية المشروع وبالتالي مراقبة أدائه. أي أنها تعتبر مؤشرًا مرجعيًا للأداء. فكلما زاد الهامش، زادت ربحية المشروع. ويقدر هامش الربح لهذا المشروع بحوالي 25٪ من إجمالي العائدات. ومن المستحيل عمليًا تقليل التكاليف التشغيلية. مع ذلك، إذا احتسبنا الفارق بين السعر الحالي للسماد الطبيعي رديء الجودة (150 دولارًا) وسعر الكمبوست (100 دولار)، فسيسمح ذلك بزيادة نسبة إلى 45٪، أي ما يعادل 105049 دولارًا.

5 الخاتمة

تشكل منتجات نخيل التمرالثانوية النسبة الأكبر من المخلفات الزراعية المستخدمة في محطات الأبحاث. ويؤدي التسميد بالمخلفات الثانوية للنخيل إلى فائدتين رئيسيتين، وهما: تقليل التأثير البيئي للمخلفات الزراعية، وتحسين خصوبة التربة.

ويهدف المشروع إلى رفع القيمة الاقتصادية لمخلفات بساتين النخيل من خلال إعادة تدويرها وتحويلها إلى سماد عضوي يمكن استخدامه لتحسين جودة التربة، وإمداد التربة الرملية بالمواد العضوية، والحد من استخدام الأسمدة الكيماوية الأعلى تكلفة والأكثر ضررًا بالبيئة. ويقوم المشروع على مرحلتين أساسيتين: (1) جمع الأجزاء والفروع الجافة، والتمور المهدرة، والمخلفات النباتية الأخرى (2) تحويل هذه المخلفات إلى سماد عن طريق الفرم والمعالجة .

تكشف المؤشرات الاقتصادية والمالية عن مدى ربحية هذا النوع من المشاريع في دول مجلس التعاون الخليجي.

شكر وتقدير

نود التعبير عن خالص الشكر والتقدير للأمانة العامة لمجلس التعاون الخليجي على دورها في تمويل هذا البحث الذي تم إجراؤه في إطار مشروع "تطوير أنظمة إنتاج مستدامة لنخيل التمر في دول مجلس التعاون الخليجي".

كما نود التعبير عن امتناننا العميق لوزارات الزراعة، والهيئات الزراعية، ومعاهد البحوث الزراعية، والجامعات في دول مجلس التعاون الخليجي لدعمهم الكبير وتعاونهم المستمر من أجل تنفيذ أنشطة المشروع.

ونتوجه بشكر خاص إلى المنسقين الفنيين للمشروع وإلى فرقهم البحثية في جميع دول مجلس التعاون الخليجي الست، وذلك لتفانيهم وعملهم الجاد من أجل إنجاح مشروع "تطوير أنظمة إنتاج مستدامة لنخيل التمر في دول مجلس التعاون الخليجي".

6 مصادر إضافية للقراءة

المنظمة الوطنية الفرنسية للتوحيد القياسي (AFNOR– 2004). اللائحة التنظيمية الفرنسية لزيادة القيمة الزراعية للنفايات العضوية. اختبار ميكروبيولوجي. باريس: المنظمة الفرنسية للتوحيد القياسي.

أتكينسون، دوبورج، هاميلتون، موناسينغ، بيرس، يونغ 1997. قياس التنمية المستدامة: الاقتصاد الكلي والبيئة. مؤتمر حول العدالة والفقر: منهجية فحص القدرات للعالم سين، 5-7 يونيو 2001، جامعة كامبريدج.

محمد بن صلاح 2012. Rapport d’expertise technique sur la biodiversité oasienne en Tunisie. شبكة RADDO وتحالف

بوهاواش، كولو، كوكي 2009. Compostage et valorisation des déchets oasiens pour l’amélioration du sol et de la productivité. Actes du Symposium international « Agriculture durable en région méditerranéenne AGDUMED. «الرباط. المغرب من 14 إلى 16 مايو 2009. : Partie 4- Cultures, itinéraires techniques et productivité 240-235.

فرج قاسم وليرجي. 2010. دراسة اقتصادية حول مخلفات النخيل وطرق استخدامها في الوطن العربي. كلية الاقتصاد، درنة، جامعة عمر المختار.

كوقي وبوهاواش 2009. Etude de l’oasis traditionnelle Chenini Gabès dans le Sud Est de la Tunisie تروبيكالتورا ، 2009 (27-2): 93-97

مازد، الهاشمي، زوين، حداد، حدوان، 2013. تحسين دخل أصحاب المزارع الصغيرة في العراق من خلال الإدارة المتكاملة للآفات واستخدام الأسمدة العضوية. المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا). ورقة عمل، صفحة 66.

موستين 1987. Le compost. Gestion de la matière organique. Ed. Francois Dubusc. فرنسا. 954 صفحة.

NF. Normes Françaises NF U 44-051 "amendements organiques" et norme NF U 44-095 " amendements organiques obtenus par compostage et contenant des matières issues du traitement des eaux, d'intérêt agronomique". www.valid-compost.com/valorisation/cadre-reglementaire/. Consultation : Aout 2011.

سجايرون، بلقاضي، فيرتشيتشي 2006. L’estimation quantitative des sous-produits de palmiers dattiers. *Revue des Régions Arides -Numéro spécial.* Actes du séminaire international : Aridoculture et cultures oasiennes : voies pour un développement durable en zones arides. الصفحات: 422 إلى 424.

ويسترمان، بيكودو. 2005. عوامل تؤخذ في الاعتبار عند استخدام النفايات العضوية في الزراعة. تكنولوجيا الموارد البيولوجية » 96 (2005): 215-221.