كعكة – المجلة السورية للبحوث الزراعية 13 (4): 377-387 آب 2026

# تصنيع صندوق الماء Water box من خلائط سيللوزية قابلة للتحلل

ميساء كعكة[1]*

[1] قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة – كلية الهندسة الزراعية – جامعة حلب.

(*للمراسلة: ميساء كعكة، البريد الإلكتروني: maisaakakeh@yahoo.com)

تاريخ الاستلام: 10/ 8/ 2025 تاريخ القبول: 26/ 3/ 2026

## الملخّص

أجريت هذه الدراسة بهدف اختبار أفضل الخلائط السللوزية الصديقة للبيئة والتي يمكن استخدامها في تصنيع صندوق الماء water box أو ما يسمى في الدول العربية بالشرنقة، والذي أثبت باستخدامه نجاح عمليات التشجير مع الترشيد باستهلاك المياه المستخدمة لري الغراس. أُجري البحث في مختبرات كلية الهندسة الزراعية، قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة، جامعة حلب. تم استخدام خلائط سللوزية مختلفة منها السللوز الناتج عن الورق والكرتون المُعاد تدويرهما، السللوز المستخرج من سعف النخيل والسللوز الناتج عن ورق الذرة الصفراء. أضيفت بعض المواد المانعة لتسرب الماء كالشمع والفلين والجيلاتين والطوب، ومن ثم تشكيل نموذج مخبري مصغر عن صندوق الماء واختبار قدرته على الاحتفاظ بالماء. أظهرت النتائج إمكانية استخدام السللوز الناتج عن ورق الذرة الصفراء، بدون إضافة أية مواد مانعة للتسرب. بينما كانت العينات المصنوعة من السللوز الناتج عن تكرير الورق أقل احتفاظا بالماء وأعطت نتائج جيدة عند تبطينها داخلياً ببعض المواد المانعة للتسرب كالشمع والغضار المشوي، حيث احتفظت بالماء لأكثر من 24 ساعة دون تسريب. وهذا يُفسر إمكانية استخدام هذه العينات لتخزين المياه نظرًا لقدرتها على الاحتفاظ بالماء، ولأنها مصنوعة من مواد صديقة للبيئة وقابلة للتحلل في التربة مع الزمن، مما يحافظ على النظام البيئي. بينما كانت العينات المصنعة من سللوز سعف النخيل أقل احتفاظاً بالماء. أوصى البحث بإمكانية استخدام سللوز ورق الذرة من أجل الحصول على مادة بديلة عن البلاستيك الصناعي من أجل عملية تصنيع خزانات المياه الموضعية حول الغراس.

**الكلمات المفتاحية:** صندوق الماء (الشرنقة)، المواد المانعة للتسرب، السيللوز.

## المقدمة:

إن تراجع الموارد المائية بسبب التغيرات المناخية وقلة الأمطار وتلوث بعض الموارد قد تُسفر عن آثار سلبية عديدة في السنوات القادمة. كما ذكر المنتدى الاقتصادي العالمي الذي عقد في سويسرا عام 2019. حيث تُعتبر ندرة المياه من أكبر التهديدات العالمية. وتشمل أشكال ندرة المياه العجزَ الجزئي أو الكلي عن تلبية الطلب، والتنافس الاقتصادي على جودة المياه وكميتها، والصراعات بين الدول، والنضوب غير القابل لتجدد المياه الجوفية، والآثار السلبية على البيئة (FAO, 2012). ويمكن لعوامل

مثل تغير المناخ، والجفاف، والفيضانات، وإزالة الغابات، وزيادة التلوث، وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، والإفراط في استخدام المياه في الزراعة أن تسهم في استنزاف الموارد المائية وزيادة تدهور الأراضي وتصحرها في العديد من مناطق العالم. كما أن الزراعة تستهلك نصيباً من الموارد المائية. ورغم توفر كميات كافية من المياه عالمياً، فإن هذا الطلب غير المتكافئ يؤدي إلى نقص المياه واختلافات مكانية وزمانية في توفرها، مما يتسبب في حدوث فجوات مائية في أجزاء مختلفة من العالم (Mekonnen and Hoekstra, 2016).

ويعتبر شح المياه، وقلة الهطولات مع ارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف والتي تزيد من نسبة فقد مياه الري عن طريق التبخر وذلك في المناطق الجافة وشبه الجافة سبباً لفشل عمليات التشجير بالغراس والمحافظة على استمرارية نموها. وفي الأراضي القاحلة غالباً ما يكون توفر مياه الري هي العامل المحدد الرئيسي في نمو الشتلات حيث يلعب دور مهم في بقاء ونمو الأنواع المحلية (Bainbridge,2007).

تمثل التحديات البيئية تهديدات جسيمة لكوكب الأرض، ويعود معظمها إلى أنشطة بشرية. ويعمل الباحثون على دراسة مختلف هذه التهديدات البيئية، والسعي إلى تطوير سياسات مستدامة تهدف إلى حماية البيئة والحد من آثار التحديات المتنوعة على المستوى العالمي (Al-anzi,2022).

يُعد نظام الري بالفتائل باستخدام صناديق المياه الموضعية "ووتر بوكس" واحد من أنظمة الري المستخدمة في المناطق الجافة، يُعرف box Water بأنه صديق للبيئة ومستدام وضروري للحفاظ على النظم البيئية الطبيعية في العالم، من أهم مزايا هذا النظام أنه لا يتطلب تصميمًا وخبرة عالية للتركيب والتشغيل. كما يتميز النظام بقدرته على التنظيم الذاتي لكمية المياه للنبات (Lauren ,2013).

يعرف صندوق المياه Water boxx بأنه نظام مستجمعات المياه الموضعي الذي يتم تثبيته بالقرب من الشتلات المزروعة لتوفير المياه المضافة لها (Tapia *et al.*,2019).

يعد جهاز ال Water box أداة تجمع الهطل المطري وتخزنها في خزان وتنقلها إلى التربة من خلال العمل الشعري عبر فتيل يتوضع في أسفل الخزان وقد تم استخدامه في إنشاء عمليات زرع في العديد من البيئات شبه الجافة، حيث تم تجربته في إسبانيا في مشاريع إعادة التحريج والزراعة كجزء من مشروع Los Desiertos Verdes في عدة مناطق هناك (Gil-Docampo *et al.*,2020).

يتم توجيه الفتيل بالقرب من الشتلات المزروعة لتوفير الرطوبة للتربة والجذور مما يساعد الشتلات على النمو بهدف الاكتفاء الذاتي ويستمر ذلك لمدة عام أو عامين، حيث يتم تعبئة الصندوق عند الحاجة، بينما يملأ ذاتياً عند هطول الأمطار (Groasis Ecological Water Saving Technology,2021).

استخدمت عدة مواد بتصنيع صندوق الماء الموضعي وكان أولها البولي بربولين، والذي كان أكثر مقاومة واحتفاظ بالماء، بينما استخدمت دول أخرى كالمملكة الأردنية الهاشمية برعاية الجمعية الملكية لحماية الطبيعة مواد صديقة للبيئة كالكرتون المكرر بعملية تدوير صديقة للبيئة مع إضافة مادة عازلة للرطوبة لمنع التسرب. أصبحت المواد البلاستيكية مواد تصنيع شائعة تدخل في مجموعة متنوعة من الصناعات، بفضل خصائصها متعددة الاستخدامات من التغليف إلى مواد الألعاب، ومن أكياس البقالة إلى أدوات المائدة البلاستيكية(Akindoyo *et al.*, 2016). وعلى الرغم من وجود الكثير من مزايا استخدام البلاستيك مقارنة بالمواد

الأخرى فقد أصبحت عيوبها واضحة، إضافة إلى أن تحللها يستغرق سنوات عديدة قد تصل لمئات أو آلاف السنين الأمر الذي يستدعي التدخل لإدارة هذه النفايات ومعالجتها، هذا ويتجه العالم إلى تشجيع توظيف تقنيات جديدة لتصنيع بدائل صديقة للبيئة مثل البلاستيك الحيوي (وهو منتج من مصادر حيوية متجددة مثل النشا والسيللوز والزيوت النباتية بحيث تكون قابلة للتحلل الحيوي) بشكل كبير في السنوات الأخيرة الذي يعزز الحل المستدام ويعمل على معالجة النفايات البلاستيكية أو التقليل منها (BiloF *et al.*, 2018) وتعاني الكثير من الشتلات المزروعة في كثير من الأحيان من الموت خلال السنة الأولى نتيجة عدم انتظام الري خلال فصل الصيف (Lund *et al.*,2022).

ونتيجة دراسة قام بها (Jaramillo *et al.*,2023) وجد أن استخدام تقنية ال Water box أثر على وزن وحجم ثمار البندورة حيث زادت إنتاجيتها زيادة متوسطة بنسبة28% مقارنة بالري التقليدي كما قللت من استخدام المياه بنسبة71% مقارنة بالري بالتنقيط. وأثبتت دراسة (Lund *et al.*,2022) أن جهاز ال Water box يسهم بفاعلية في التخفيف من آثار كل من ارتفاع درجات الحرارة وظروف الجفاف.

بحسب دراسة أجراها (Babaheydari *et al* ،2019) يوفر نظام الري Waterbox ما يصل إلى 90% من استهلاك المياه مقارنةً بالري بالتنقيط. كذلك فإنه أشارت نتائج دراسة تهدف إلى معرفة تأثير الري بصناديق المياه على معدل بقاء أربعة أنواع من الأشجار: التفاح، والأفوكادو، والجوافة، والبرتقال في شمال إثيوبيا إلى بقاء 100٪ من أشجار التفاح والبرتقال والجوافة، في حين وصل معدل بقاء أشجار الأفوكادو لنسبة 84% (Asmelash *et al*, 2015 )

وفي دراسة أجراها (Liu *et al*،2014) أظهرت مقارنة تقنية صندوق الماء مع طرق التشجير الأخرى في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، مقارنةً بمجموعة الشاهد، أن تقنية تشجير صندوق الماء أدت إلى زيادة رطوبة التربة بنسبة 30٪ على عمق 0–60 سم. من ناحية أخرى، أدت تقنية صندوق الماء إلى انخفاض درجة حرارة سطح التربة بمقدار درجتين إلى أربع درجات مئوية حتى عمق 20 سم. كما أظهرت نتائج أخرى للدراسة زيادة في معدل بقاء الأشجار المزروعة بتقنية صندوق الماء ومتوسط ارتفاعها بنسبة 30٪ و10٪ على التوالي.

في عام 2013، أجرت جامعة البوليتكنيك في فالنسيا دراسةً بهدف تقييم أداء الريّ بصناديق المياه خلال فترة الزراعة وتأثيره على بقاء ونمو أشجار الصنوبر والبلوط في منطقة ذات ظروفٍ قاسيةٍ للغاية في إسبانيا. وقد أظهرت النتائج تحسّنًا. حيث كانت نسبة بقاء الأشجار المزروعة بطريقة صندوق الماء أعلى من نسبة بقاء الأنواع المرجعية (الشاهد) حيث سجلت نسبة بقاء بين 80– 90 % للشتلات المزروعة مقابل 30– 50 % تقريباً للشتلات المزروعة بالطريقة التقليدية، إلا أن معدل نموها كان أقل من حيث الارتفاع. ويعود هذا الانخفاض في معدل النمو إلى عدم وصول الإشعاع الكافي إلى الشتلات بسبب نقص الضوء المار عبر صندوق الماء وانخفاض سرعة التجذير.(Guillermo 2013 ).

في دراسة أجراها (Coppola *et al.*, 2021) خلصت إلى أنه يمكن أن يكون للبلاستيك الحيوي القابل للتحلل الحيوي ميزات مماثلة مثل المواد البلاستيكية التقليدية مع توفير ميزات إضافية بسبب انخفاض البصمة الكربونية الأمر الذي يعزز كفاءة إدارة النفايات.

إن Poly-Beta-Hydroxyalkanoates (PHB) هو أحد أنواع البلاستيك الحيوي القائم في صناعته على النشاء بشكل أساسي والذي يمكن أن يتحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة ويمتلك مواصفات قريبة من البلاستيك التقليدي Kumar Y *et al.*, (2014).

كما أن إضافة بعض المواد أثناء عملية التصنيع للبلاستيك الحيوي مثل الغليسرين والملدنات قد أظهر نتائج واعدة من حيث المواصفات المرغوبة لبعض الصناعات المرتبطة مثل الشفافية والتجانس والمرونة وسهولة التعامل معها( Singha *et al.*, 2009) في دراسة قام بها (Jaramillo *et al.*,2023) أثبت أن استخدام النشاء مع كربونات الأمونيوم والزركونيوم مع الورق يزيد من مقاومة صناديق الماء المصنعة للرطوبة.

كما استخدم (Perdoch et *al*,. 2024) مركبات السيليكون بخلطها بالعجينة السيللوزية لتقليل امتصاص الرطوبة فيها.

وفي دراسة قام بها (Huange *et al*,. 2022) استطاع تحسين خاصية قدرة الألياف السيللوزية النانوية على طرد الماء بإضافة مادة البولي فينيل الكحول PVA، مما أعطى للورق المصنع منها خصائص مقاومة امتصاص الماء.

## أهمية وأهداف البحث:

نتيجة لما نتعرض له من تغيرات مناخية متمثلة بارتفاع في درجات الحرارة وانخفاض معدل الهطل على سطح الكوكب، والموت الذي تعاني منه غراس الأشجار لاسيما في السنوات الأولى من زراعتها، ونظراً لنجاح استخدام صناديق الماء الموضعية في تجارب التشجير بالبلدان المختلفة والحاجة لتطوير المادة التي تصنع منها هذه الصناديق بحيث تكون مادة صديقة للبيئة وقابلة للتحلل، وتمهيداً لتشجيع استخدام صناديق المياه الموضعيةWater box في عمليات التشجير في بلادنا من خلال الاعتماد على تصنيع تلك الصناديق محلياً باستخدام مواد أولية صديقة للبيئة. كان لابد من التفكير بتجريب بعض الخلائط السللوزية المأخوذة من مواد طبيعية قابلة للتحلل ومانعة لتسرب الماء.

ولذلك هدف هذا البحث إلى تجريب نماذج مخبرية من صناديق الماء من مواد سللوزية مختلفة وبعدة معاملات للوصول لمادة سللوزية كتيمة لا تتسرب منها الماء، صديقة للبيئة، لاعتمادها لاحقاً في عمليات التصنيع، من خلال:

1. تصنيع نماذج مخبرية مصغرة باستخدام السللوز الناتج عن تدوير الورق والكرتون، وسعف النخيل.
2. تصنيع نماذج مخبرية مصغرة باستخدام البلاستيك الحيوي المستخلص من ورق الذرة الصفراء.
3. اختبار مدى كفاءة النماذج المصنعة بالاحتفاظ بالماء لمدة 24 ساعة.

## مواد وطرائق العمل:

- ***مواد البحث:***

– أوراق الذرة الصفراء المجففة والمطحونة
– أوراق من سعف النخيل المطحونة
– مخلفات ورقية من الكرتون وأطباق البيض المستعملة المفتتة
– حبيبات من الفلين الأبيض Styrofoam المذاب بالكحول
– شمع البارافين الأبيض المصهور بالحرارة

- مواد كيميائية مختلفة
- فتائل قطنية قادرة على امتصاص الماء

- **طرائق البحث:**

**1. طريقة استخلاص السللوز من ورق الذرة الصفراء بطريقة تصنيع البلاستيك الحيوي:**

تم اعتماد طريقة (خليل & حدد، 2021) المتبعة في استخلاص البلاستيك الحيوي من ألياف السللوز الطبيعية وتختلف عن طريقة كرافت بالمواد المستخدمة في الاستخلاص. حيث تم جمع 3 كيلو من أوراق الذرة وجففت هوائياً، ومن ثم أخذ منها 50غرام وتم طحنها ومن ثم وضعت ضمن دورق وأضيف إليها 200مل من الكحول و200مل من الأسيتون مع التحريك لمدة ساعتين. ليتم بعدها فصل المحلول عن ورق الذرة المنقوع باستخدام ورق ترشيح وغسل الناتج على ورقة الترشيح بالماء المقطر، ليضاف بعدها 125مل له من حمض الخل و125مل من الماء الأوكسجين ويتم مزجها مع تسخين المزيج لمدة ساعتين باستخدام سخانة كهربائية على درجة حرارة منخفضة مع التحريك المستمر، ومن ثم فصل المحلول عن المزيج وتجفيف الناتج في مجفف حراري على درجة حرارة 50 درجة مئوية.

يعامل المزيج الناتج بوضع 3 غ من الغليسرول و12 غ من الجيلاتين و60 مل من الماء الساخن ويسخن لمدة ساعة.

يتم سكب المزيج الناتج ضمن قالب صغير وتشكيله بشكل تجويف الشكل (1) يتسع لوضع الماء فيه، ويترك ليبرد مكوناً بذلك نموذج مصغراً من صندوق الماء مصنعاً من البلاستيك الحيوي بالاعتماد على أوراق الذرة الصفراء.

**الشكل (1): النماذج المصنعة من المعاملات المختلفة**

**2. طريقة استخلاص السيللوز من إعادة تكرير المخلفات الورقية (البرام، 2021):**

تم استخدام 500 غ من الورق والكرتون وأطباق البيض وتفتيتها ونقعها لمدة ساعتين بالماء.

تم إخراج منقوع المخلفات الورقية ووزنه وخلطه بالخلاط الكهربائي بعد إضافة 10 أضعاف من وزنه ماء مع إضافة 8 غرام نشاء لكل 100 غرام من المخلفات الورقية إذ يعمل النشاء على ربط وتماسك العجينة السللوزية الناتجة.

بواسطة مصافي ذات أقطار مليمترية صغيرة (1– 2 مم) وذات عمق مناسب (3–5 سم) تم ترسيب الناتج ووضعه ضمن مجفف كهربائي على درجة حرارة 60 درجة مئوية لمدة 2 ساعة بعدها تم طلاء الجزء الداخلي للعينة التي تم ترسيبها والتي أخذت الشكل المقعر بمواد تعمل على التقليل من فقد الماء حيث تم استخدام مادة الستيروبور (الفلين الأبيض) المذاب بالأسيتون، وبودرة الجيلاتين، ومصهور الشمع، بودرة من الغضار المشوي (الآجر الناري). كل على حدي بحيث نتج لدينا نماذج مخبرية مصغرة من صناديق الماء المصنعة من كل مما يلي الشكل (2):

- نموذج من الورق المدور بدون أية إضافات.
- نموذج من الورق المدور مطلي بالفلين
- نموذج من الورق المدور مطلي بالشمع
- نموذج من الورق المدور مطلي بالغضار
- نموذج من الورق المدور امطلي بمزيج من الشمع والغضار.
- نموذج من الورق المدور المعامل مع بودرة الجيلاتين.

**الشكل (2): نماذج المخبرية المصغرة من صناديق الماء**

**طريقة استخلاص السيللوز من سعف النخيل:**

تم أخذ 50 غرام من سعف النخيل وفرمها، بعدها تم استخدام طريقة كرافت (Kraft) في استخلاص الألياف من النبات والتي تعد من أفضل الطرق في صناعة العجائن القلوية من الخشب (Uprichard,2002)، حيث تم استخدام خليط من هيدروكسيد الصوديوم (Na OH) وكبريتات الصوديوم (Na2 So4) ومن ثم إضافة 13مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيز 98%، و10غ من كبريتات الصوديوم لكل 50غرام من ورق سعف النخيل، وأجريت عملية الطبخ للخليط باستخدام جهاز الأوتوكلاف على درجة حرارة 150-160 م° لمدة 6 ساعات وبضغط مطبق قدره 15-20 كغ /سم$^2$.

بعد انتهاء عملية الطبخ تم غسل العجينة بالماء المقطر وتكوين حصيرة من الألياف (العجينة) وتشكيلها ضمن قالب ذو شكل مجوف وقاعدة (تشبه الكأس) وتجفيف النموذج ضمن المجفف على درجة حرارة 60 م° ولمدة ساعتين.

نتج لدينا نماذج مخبرية مصغرة من صناديق الماء المصنعة من كل من السيللوز الناتج عن سعف النخيل فقط، ونماذج مصغرة من سيللوز سعف النخيل المطلي بالشمع.

**3. طريقة تحضير نماذج صناديق الماء المخبرية للاختبار:**

تم تزويد كافة النماذج المصنعة بفتائل قطنية سميكة من قاعدة النموذج الداخلية الشكل (2)، ويتدلى لخارج النموذج بشكل حر.

تم تعبئة النماذج المصنعة بكميات متماثلة من الماء (200 مل) في كل منها.

تمت مراقبة تشرب النموذج للماء خلال 24 ساعة، وزمن انتقال الماء عبر الفتيل لخارج النموذج. حيث تم تسجيل المدة الزمنية التي احتفظت بها العينات المصنعة بعد ملئها بالماء خلال 24 ساعة من ملئها.

- التحليل الإحصائي: تم أخذ متوسطات الزمن الذي احتفظت به الماء للنماذج المصنعة وتطبيق برنامج One way ANOVA لمقارنة تلك المتوسطات.

**النتائج والمناقشة:**

تم تسجيل المدة الزمنية التي احتفظت بها العينات المصنعة بعد ملئها بالماء خلال 24 ساعة من ملئها لمعرفة نفاذية العينات المصنعة للماء وسرعة تشربها له والتي يوضحها الجدول (1)

وقد دعمت هذه النتائج إمكانية تصنيع البلاستيك الحيوي من ورق الذرة وهذا ما يتطابق مع نتائج بحث (Manali Shah *et al.*,

(2021 التي أشارت إلى إمكانية تصنيع البلاستيك الحيوي من مواد صديقة للبيئة قابلة للتحلل مثل البطاطا، وقشور البطاطس، والذرة، وقصب السكر، والقمح، والأرز. ونتائج دراسة (Kumar Y *et al.*, 2014) التي أشارت لتصنيعه من قشور الموز والبرتقال والرمان. كذلك نتائج دراسة (El-malek *et al.*, 2020) التي أشارت لإمكانية تصنيعه من الطحالب وبقايا الفول السوداني ومصل اللبن. لذلك فهي تعتبر خيار أكثر أماناً من البلاستيك القائم على البترول في صناعته وهذا ما أكد عليه أيضاً (Sanyang *et al.*, 2016) في أن بعض أنواع البلاستيك الحيوي تتحلل بشكل سريع بسبب بعض الخصائص الميكانيكية لها.

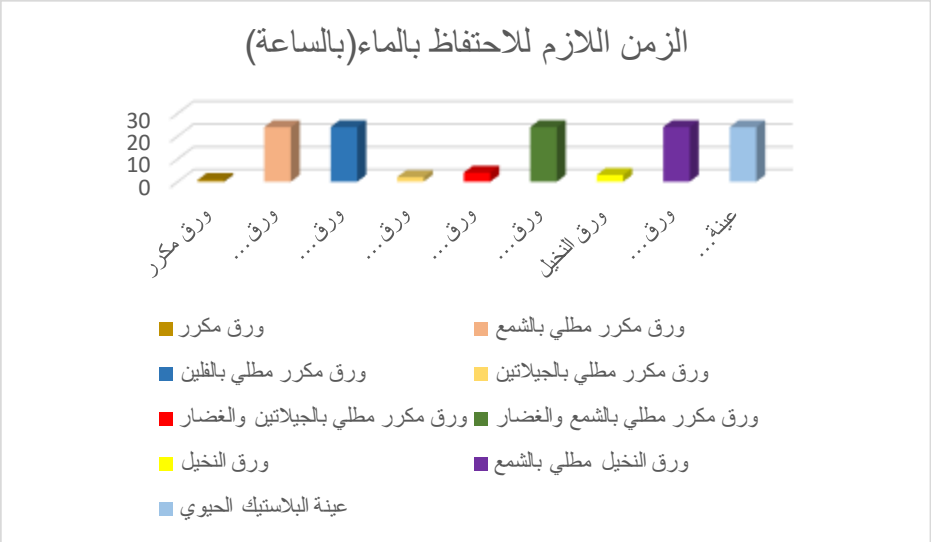
**الجدول (1): المدة الزمنية لاحتفاظ النماذج المصنعة بالماء**

| رقم المكرر | الزمن اللازم لنموذج الورق بدون إضافة المكرر/ د | الزمن اللازم لنموذج الورق المكرر المطلي بالشمع/سا | الزمن اللازم لنموذج الورق المكرر مع الفلين | الزمن اللازم لنموذج الورق المكرر مع الجيلاتين/سا | الزمن اللازم لنموذج الورق المكرر مع الجيلاتين والغضار/سا | الزمن اللازم لنموذج الورق المكرر مع الشمع وسا | الزمن اللازم لنموذج المصنع من ورق النخيل/سا | الزمن اللازم لنموذج المصنع من البلاستيك الحيوي/سا |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 42 | >24 | >24 | 1.8 | 3.5 | >24 | 2.5 | >24 |
| **2** | 54 | >24 | >24 | 2.0 | 4.2 | >24 | 3.0 | >24 |
| **3** | 48 | >24 | >24 | 2.1 | 4.0 | >24 | 3.2 | >24 |
| **4** | 36 | >24 | >24 | 1.9 | 3.8 | >24 | 2.8 | >24 |
| **5** | 54 | >24 | >24 | 2.2 | 4.3 | >24 | 3.5 | >24 |
| **6** | 42 | >24 | >24 | 1.7 | 3.7 | >24 | 2.7 | >24 |
| **7** | 48 | >24 | >24 | 2.3 | 4.5 | >24 | 3.1 | >24 |
| **8** | 54 | >24 | >24 | 2.0 | 4.1 | >24 | 3.3 | >24 |
| **9** | 48 | >24 | >24 | 2.0 | 3.9 | >24 | 2.9 | >24 |
| **10** | 42 | >24 | >24 | 2.0 | 4.0 | >24 | 3.0 | >24 |
| **المتوسط** | 48 | >24 | >24 | 2.0 | 4.0 | >24 | 3.0 | >24 |

وبينت النتائج أن النموذج المصنع من السيللوز المستخرج من ورق الذرة الصفراء بطريقة تصنيع البلاستيك الحيوي بدون أي إضافات كان لها القدرة على الاحتفاظ بالماء وعدم تسربه لمدة زمنية أكثر من 24 ساعة مما يشير إلى إمكانية استخدام هذا النوع من النماذج بعملية تصنيع صناديق مياه صديقة للبيئة. الجدول (2)

كما بينت نتائج التجربة إمكانية استخدام باقي الخلائط (ورق مكرر، سعف النخيل) على أن يتم طليها بالشمع والغضار او الفلين حيث احتفظت بالماء لأكثر من 24ساعة دون أن تتسرب وهذا يفسر إمكانية استخدام هذه العينات لحفظ الماء نتيجة قدرتها على الاحتفاظ بالماء وكونها تتكون من مواد صديقة للبيئة وقابلة للتحلل في التربة مما يحافظ على النظام البيئي وهذا يتطابق مع (Lund *et al.*,2022). ويظهر الشكل (3) الزمن اللازم لاحتفاظ كل من المعاملات بالماء.

ويوضح الجدول (2) نتائج تحليل التباين الأحادي One Way ANOVA لمتوسطات الزمن التي احتاجته كل من العينات المصنعة من الخلائط السابقة للاحتفاظ بالماء بداخلها فروق معنوية بين متوسطات المعاملات. حيث تفوقت الخليطة السللوزية المصنعة من ورق الذرة بالإضافة للخلائط المصنعة من الورق المكرر المطلية بمواد عازلة.




**الشكل (3): الزمن اللازم لاحتفاظ كل من المعاملات بالماء**

**الجدول (2): يبين تحليل التباين لعينات الوتر بوكس المصنعة من المعاملات**

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Between Groups | 7520.907 | 8 | 940.113 | 11.702* | .000 |
| Within Groups | 1446.020 | 18 | 80.334 | | |
| Total | 8966.927 | 26 | | | |

## الاستنتاجات:

- زادت إضافة الشمع على العينات المصنعة من الورق المكرر من قدرتها على التقليل من تسرب الماء. كذلك الأمر بالنسبة لإضافة الغضار المشوي،
- كان أثر استخدام الجيلاتين سلبي حيث عمل على فقدان الماء مباشرة.
- استخدام السللوز المستخلص من ورق الذرة الصفراء بطريقة تصنيع البلاستيك الحيوي كانت الأفضل وبدون أية إضافات.

## التوصيات:

- تطوير العمل بحيث يتم تصنيع نماذج كبيرة واستخدامها حول غراس نباتية لمعرفة المدة الزمنية اللازمة لتعبئة الخزان من أجل الحفاظ على رطوبة الغراس. وتقدير عمر النموذج المستخدم.
- العمل على تطوير شكل القالب لإمكانية استخدامه في الأراضي الزراعية والحراجية. باستخدام أشكال أسطوانية وأخرى هلالية الشكل ومقارنة مدى نجاح كل منها.
- توسيع الدراسة للقيام بتجارب معرفة مدة التحلل التي تحتاجها عينات البلاستيك الحيوي المصنع.
- إضافة خلطات ومواد أخرى صديقة للبيئة كالبقايا النباتية التي ذكرت مرجعياً مثل مخلفات الموز، وإدخالها في خلطات التصنيع لتعمل على حفظ الماء وتقليل التسرب وزيادة نسبة المادة العضوية بعد تحلل الصندوق.

**المراجع:**

البرام، فاطمة محمد (2021). تصنيع عجينة الورق من نواتج عمليات التقليم للأشجار الحراجية ومن إعادة تدوير الورق. أطروحة ماجستير. جامعة حلب. قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة. كلية الزراعة.

خليل، زينب؛ حدد، إيمان. (2021) ،تحضير البلاستيك الحيوي من المخلفات الزراعية لنبات البطاطا. أطروحة ماجستير جامعة الوادي. قسم الكيمياء،كلية العلوم الدقيقة. الجزائر.

Al-Anzi, F. S. (2022). Building a planter system using waste materials using value engineering environmental assessment. Scientific Reports, 12(1), 2344.

Akindoyo J.O., Beg M.D., Ghazali S., Islam M., Jeyaratnam, N. Yuvaraj, A. (2016). Polyurethane types, synthesis and applications–a review, RSC Adv. 6 (115) 114453–114482

Asmelash, A., Hadush, M. and Beyene, D. (2015). Preliminary Study on Effect of Waterboxx on Survival Rate of Fruit Trees (Apple, Avocado, Gouva and Orange) at Selame Elementary School Garden Wukro, Tigray North Ethiopia.

Babaheydari, H.A., Fatahi, R. and Khojasteh, D.N. 2019. Comparison of surface, drip and water box irrigation methods on the establishment of hawthorn seedling for controlling desertification phenomenon. Journal of Water and Soil. 245- 258.

Bainbridge, D.A. (2007). A guide for desert and drylandnew hope for arid lands. Island Press,Covelo,London.

Bilo F., Pandini S., Sartore L., Depero LE., Gargiulo G., Bonassi A., Federici S., Bontempi E., A sustainable bioplastic obtained from rice straw, Journal of Cleaner Production (2018), doi: 10.1016/j.jclepro.2018.07.252.

Connor,R.,J.M.Faures,J.Kuylenstierna,J.Margat,P.Steduto,D Vallee and W.Van Der Hoek, (2009). Evolution of water use.The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. London: UNESCO, p.96-126.

Demir,A.D.,Sahin U. (2017). Effects of different irrigation practices using treated wastewater on tomato yields,quality,water productivity,and soil and fruit mineral contents.Environ . Sci. Pollut.Res.,24:24856-24879.

El-malek FA., Khairy H., Farag A., Omar, S. (2020). The sustainability of microbial bioplastics, production and applications. Int J Biol Macromol 157:319–328. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020. 04.076.

FAO. 2012. Coping with water scarcity. An action framework for agriculture and food security. Prepared by Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Water Reports, no. 38.

Coppola, G. Gaudio, M. T., Lopresto, C. G., Calabro, V. Curcio S., Chakraborty, S. (2021). Bioplastic from Renewable Biomass: A Facile Solution for a Greener Environment, Earth Systems and Environment (2021) 5:231–251.

Gil-Docampo ML,Ortiz-Sanz J,,Martinez-Rodriguez S,Marcos-Robles JL,Arza-Garcia M,Sanchez-Sastre LF (2020) Plant survival monitoring with UAVs andmultispecrtal data in difficult access afforested areas.Geocarto International 35:128-140.

Groasis Ecological Water Saving Technology (2003-2022) Planting Manual Groasis Waterboxx.https: //www.groasis. com/en/manuals/how-to-plant-with-the-technology-of-groasis (accessed 12 October 2020).

Guillermo, J. M. A. 2013. Evaluación de depósitos de agua de liberación lenta (Waterboxx©) en el establecimiento de repoblaciones en áreas adversas de la Comunidad Valenciana. (TRABAJO FINAL DE CARRERA) Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

Jaramillo P. Cornejo F., Solis M, Mayoroga P., Negoita L. (2023). Effect of water-saving technologies on productivity and profitability of tomato cultivation in Galapagos, Ecuador. Journal of Horticulture. 24, 296-301

Kumar Y, Shukla P, Singh P, Prabhakaran PP, Tanwar VK. Bioplastics: A perfect tool for Eco-friendly Food Packaging: A Review. Journal of Food Product Development and Packaging. 2014; 1(1): 01-06.

Lauren, B. 2013. Wick irrigation systems for subsistence farming. Bachelor of science in mechanical engineering. 20-23 jon. Massachusetts, US.

Liu, M., Li, Z. and Ren, W. 2014. Effect of Waterboxx Technology on Haloxylon Ammodendron Afforestation in Arid and Semiarid Areas. Advanced Science, Engineering and Medicine. 236-239.

Lund,H.M (2022). Effects of Localized Irrigation and Fertilizer on Woody Plant Establishment in Degraded Semi-Arid Environments (Master's thesis,Brigham Young University).

Manali Shah, Sanjukta Rajhans, Himanshu A, Pandya and Archana U. Mankad, Bioplastic for future: A review then and now, World Journal of Advanced Research and Reviews, 2021, 09(02), 056-067.

Mekonnen, M. and Hoekstra, A.Y. 2016. Four billion people facing severe water scarcity. Science Advances. 2 (2): e1500323.

Sanyang, M.L.; Sapuan, S.M.; Jawaid, M.; Ishak, M.R.; Sahari, J. Recent developments in sugar palm (Arenga pinnata) based biocomposites and their potential industrial applications: A review. Renew Sustain. Energy Rev. 2016, 54, 533–549. [CrossRef].

Singha, A.S.; Thakur, V.K. Chemical resistance, mechanical and physical properties of biofibers-based polymer composites. Polym. Plast. Technol. Eng. 2009, 48, 736–744. [CrossRef].

Tapia PI,Negoita L,Gibbs JP, Jaramillo (2019) Effectiveness of water-saving technologies during early stages of restoration of endemic Opuntia cacti in the Galapagos Islands,Ecuador.Peer J7: e8156

Uprichard, J.M.(2002), Kraft Pulping an d Paper Making Properties of Larix Sibirica Pulpwood Samples and a Comparison with those of pinus radiate,newzealand journal of Forestry Science 32(3):386-394(2002).

# Water box manufacturing from biodegradable cellulose blends

**Maisaa Kakeh**[1]

[1] Department of Renewable Natural Resources and Environment, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Syria.

(*Corresponding author: Maisaa Kakeh, Email: maisaakakeh@yahoo.com)

**Received:** 10/ 8/ 2025 **Accepted:** 26/ 3/ 2026

## Abstract

This study aims to investigate the feasibility of producing environmentally friendly biopolymers based on cellulose for potential use in the manufacture of water boxes (Water box) intended for arid and semi-arid regions, where water scarcity necessitates efficient water management to ensure successful afforestation. The experimental work was conducted in the laboratories of the Faculty of Agricultural Engineering, University of Aleppo. Cellulose was extracted from various renewable agricultural residues, including wood, corn cobs, wheat straw, and potato peels. The extracted cellulose was subsequently converted into cellulose-based materials through the addition of glycerin and gelatin, while gum arabic and starch were used as additives to reduce water leakage. Cellulose derived from corn cobs was molded into a prototype simulating a water box, and its water retention capacity was evaluated. The results indicated that cellulose extracted from corn cobs exhibited superior performance, as it could be used without the addition of leakage-preventing materials. In contrast, cellulose obtained from wood, wheat straw, and potato peels required the incorporation of such additives. Corn cob cellulose samples demonstrated the lowest water leakage and retained water for more than 24 hours. Furthermore, these samples showed good biodegradability in soil over time, contributing positively to environmental sustainability, whereas samples made from plastic-based cellulose retained their structure but lacked biodegradability. The study concludes that cellulose extracted from corn cobs represents a promising biodegradable material for the production of water storage units suitable for arid and semi-arid environments. However, further mechanical testing is recommended to assess their load-bearing capacity under natural field conditions.

**Keywords:** Water box (cocoon), cellulose, water leakage, biodegradable materials.