Study of the effect agricultural waste compost on seed germination of *Pinus pinea* L. and seedlings growth and development

Lames Ibrahem [*]
Dr. Mirna Ashy [**]
Dr. Hassan AlaAldin [***]

(Received 20 / 5 / 2025. Accepted 14 / 10 /2025)

□ ABSTRACT □

Aerobic fermentation using the heap method was applied to both sawdust with leguminous residues for 6 months and leguminous residues with Poaceae for 4 months. The suitability of the resulting organic media and mixtures of media with mineral soil as media for germinating *Pinus pinea* L seeds was examined. The effect of these media on the longitudinal, quantitative and weight growth indicators of seedlings at the end of the growing season. The results showed that the germination rate in the treatments that included compost of leguminous waste in the form of a single medium or mixture reached 90%, and 85% in the mixture of sawdust compost with the nursery mixture. All treatments were significantly superior to the control treatment (the nursery mixture), as the germination rate in the control treatment reached 63.33%. The results showed that the highest average length of the root and shoot systems was in the treatments that included compost of leguminous wastes individually or in mixtures, and there was an improvement in the dry matter weight of the root and shoot.

Keywords: fermentation, agricultural waste, compost, germination.

Copyright **:**Latakia University journal (formerly Tishreen) -Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

[*]**PhD student, Faculty of Sciences, Lattakia University(formerly Tishreen), Latakia, Syria. lamesibrahem@tishreen.edu.sy**
[**]**Professor, Faculty of Sciences, Lattakia University(formerly Tishreen), Latakia, Syria**
[***]**professsor, Faculty of Agricultural Engineering Lattakia University(formerly Tishreen), Latakia, Syria.**

دراسة تأثير كمبوست المخلفات الزراعية في إنبات بذور الصنوبر الثمري *Pinus pinea* L. ونمو وتطور البادرات

لميس إبراهيم [*]
د. ميرنا عشي [**]
د. حسن علاء الدين [***]

(تاريخ الإيداع 20 / 5 / 2025. قبل للنشر في 14 / 10 / 2025)

□ ملخّص □

تم تطبيق التخمير الهوائي بطريقة الكومة لكل من نشارة الخشب مع المخلفات البقولية لمدة 6 أشهر والمخلفات البقولية مع النجيلية لمدة 4 أشهر. وتم فحص صلاحية الأوساط العضوية الناتجة وخلائط الأوساط مع التربة المعدنية كأوساط لإنبات بذور الصنوبر الثمري *Pinus pinea* L. وتأثير هذه الأوساط على مؤشرات النمو الطولية والكمية والوزنية للشتلات في نهاية موسم النمو. بينت النتائج أن نسبة الإنبات في المعاملات التي يدخل في تركيبها كمبوست المخلفات البقولية بشكل وسط منفرد أو خليط بلغت (90 %)، و(85%) في خليط كمبوست نشارة الخشب مع خلطة تربة المشتل. وتفوقت كافة المعاملات معنوياً على معاملة الشاهد (خلطة المشتل) حيث بلغت نسبة الإنبات في معاملة الشاهد (63.33%). وأظهرت النتائج أن أعلى متوسط لطول المجموع الجذري والخضري كان في المعاملات التي يدخل في تركيبها كمبوست المخلفات البقولية بشكل منفرد أو خليط، وتحسن في وزن المادة الجافة للمجموعين الجذري والخضري في المعاملات التي كان فيها الكمبوست بشكل خلائط بحيث سجل أعلى قيمة مع وجود فرق معنوي مقارنةً بالشاهد.

الكلمات المفتاحية: التخمير، مخلفات زراعية، كمبوست، إنبات.

حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية (تشرين سابقاً)- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

[*] **طالبة دكتوراه – كلية العلوم – جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)- – اللاذقية – سوريا** lamesibrahem@tishreen.edu.sy
[**] **أستاذ – كلية العلوم – جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)- – اللاذقية – سوريا**
[***] **أستاذ – كلية الهندسة الزراعية – جامعة اللاذقية(تشرين سابقاً)- – اللاذقية – سوريا.**

مقدمة:

مع تزايد الإنتاج الزراعي تظهر مشاكل زيادة بعض المخلفات الزراعية الناتجة عنه: قش، أحطاب، أتبان، عروش محاصيل، نواتج تقليم، وبقايا عمليات زراعية، وعند إضافة هذه المخلفات إلى التربة مباشرةً دون خضوعها لعمليات التحلل لإنتاج وسط عضوي صناعي (كمبوست) تكون غير مجدية، نتيجة تأخير عمليات التحلل العضوي والحجز الحيوي للأزوت وارتفاع نسبة المركبات الفينولية السامة وانخفاض نسبة العناصر الغذائية [20] ويتم عادةً التخلص من معظم المخلفات الزراعية أما بالحرق أو بتجميعها على أطراف الحقول. ويعد استعمال هذه الطرائق التقليدية في التخلص من هذه المخلفات مشكلة حقيقية لما ينجم عنها من آثار ضارة على المستوى البيئي والاقتصادي، وأهم سلبيات هذه الطريقة هي انتشار الحرائق والأمراض الفطرية والهدر الكبير للمادة العضوية.

وتستعمل العديد من دول العالم اليوم تقانة إنتاج السماد العضوي (الكمبوست) كأحد الحلول الممكنة للتغلب على مشكلة تراكم المخلفات العضوية الزراعية.[5] وبالتالي تحويلها إلى مادة مفيدة تدعم أنظمة التسميد العضوي في الزرعة , 4] [19. وبما أن إنتاج الأنواع النباتية (البذور والشتول والعقل) يبدأ في المشتل، وبقاء الشتول ضمنه يكون لفترة محددة، وتوزع الجذور ضمن الأوعية يكون محدوداً فإن مكونات الوسط الزراعي المستخدم تعتبر عامل أساسي لنجاح الزراعة، كون الوسط الزراعي هو المكان الأول الضروري لإنبات البذور وتشكل البادرات وتطورها إلى غراس، حيث يعكس مظهر الغراس وصلاحيتها لعملية التحريج وتأسيس البساتين من خلال تأثير الوسط في نمو وتطور النبات وصيانة المجموع الجذري وقيامه بدوره الوظيفي بشكل مباشر[31].

يستفاد من المخلفات الزراعية Agricultural waste(النواتج الثانوية لعمليات إنتاج المحاصيل الحقلية والبستانية والحراجية، التي تظهر اثناء عمليات الحصاد أو الجمع أو التصنيع) في إنتاج الكمبوست بالتخمر الهوائي حيث تتحول المخلفات العضوية (حيوانية او نباتية) إلى مواد تشبه الدبال بوجود الأكسجين بفعل الكائنات الحية الدقيقة (بكتريا أو فطريات) [6, 23].

أما مفهوم التخمير الهوائي Compost بحسب المعهد التقني للزراعة العضوية (IIAB) فهو يعني عملية تحلل وتحويل محكم للنفايات القابلة للتحلل من أصل نباتي أو حيواني تحت عمل مجموعة ميكروبية متنوعة تتطور في بيئة هوائية.

أهمية البحث وأهدافه:

1- أهمية البحث:

الاستفادة من المخلفات العضوية النباتية في تصنيع وانتاج الكمبوست، بدلاً من تركها بلا فائدة كبديل للأوساط الزراعية المستوردة والغالية وغير المستدامة. وانتاج الشتول النباتية المختلفة عليها.

2- أهداف البحث:

- دراسة تأثير استخدام الكمبوست المحضر في المشتل في نمو الشتول الحراجية وجودتها.
- الاستفادة من الكمبوست المحضر كمادة متممة أو كبديل للأوساط الزراعية المستوردة (التورف).

طرائق البحث ومواده:

1- التجهيز لإنتاج الكمبوست:

1-1-المواد الأولية الداخلة في عملية التخمير: تضمنت المواد الأولية:

- بقايا المحاصيل البقولية (فول *Vicia faba*، حمص *Cicer arietinum*)
- بقايا المحاصيل النجيلية (القمح*aestivum* Triticum).
- نواتج تقليم
- نشارة الخشب
- تربة معدنية
- مواد مساعدة (يوريا، روث الأغنام، كربونات الكالسيوم)

1-2- التجهيز الأولي لعملية التخمير:

جمع المواد الأولية المستحصل عليها ثم إعدادها وتجهيزها قبل فترة بالشكل الصالح للاستخدام كالتالي:

- تم تجفيف بقايا تقليم المجموع الخضري للأشجار البستانية وذلك بتركها في الهواء الطلق تحت أشعة الشمس المباشرة في أماكن سقوطها لمدة 10 أيام.

- تم طحن هذه البقايا النباتية الخشبية بآلة خاصة، وجمعت في أكياس سعة 50ليتر ونقلت إلى أماكن التخمير وفق خطة البحث.

- تم نشر نشارة الخشب في الهواء الطلق، من اجل التخلص من الرطوبة، ومنعاً لحدوث التعفن والتحلل اللاهوائي. تم التخلص من رطوبة التربة المعدنية بنشرها في الهواء الطلق لفترة كافية وذلك لتسهيل خلطها بالمواد العضوية.

- بقايا المحاصيل لم تعامل لأنها كانت على شكل تبن جاف ومقطع.

1-3- تخمير البقايا النباتية المجهزة لذلك:

1-3-1- إنتاج كمبوست التبن:

- البقايا النجيلية والبقولية تم وضعها فوق شريحة من النايلون في موقع التخمير بحيث تم توزيع طبقة من تبن البقوليات بسماكة 10سم ثم طبقة من تبن النجيليات بسماكة 10سم أخرى.

- تم توزيع روث الأغنام بطبقة 5سم بمعدل 50 كغ لكل متر مكعب لتأمين ميكروبات التخمير للتبن.

تمت إضافة السماد الأزوتي بمعدل 2 كغ / م^3 وإضافة 2كغ/ م3 من كربونات الكالسيوم.

- مد أنابيب 10مم فوق الطبقة الأولى لتأمين الأوكسجين داخل الكمبوست.

- تم تكرار الطبقات المذكورة أعلاه حتى ارتفاع الطبقات إلى 100سم في كومة، (تم ترطيب الكومة طبقة بعد طبقة من بداية تشكيل الكومة لتأمين الرطوبة الداخلية).

1-3-2- إنتاج كمبوست النشارة الخليط:

تم تشكيل كومة التخمير من نشارة الخشب وتبن البقوليات بنفس الطريقة أعلاه. وتم تجهيزها بشبكة التهوية كما تم ترطيبها وتسميدها كذلك.

- تم ترطيب الكومتين بشكل دوري بحسب حالة الطقس وأسبوعياً لمدة 6أشهر ومن ثم تقليب الطبقات بشكل دوري كل شهر.

2-الأوساط الزراعية المدروسة:

بعد انتهاء فترة التخمير والحصول على نوعين من الكمبوست (كمبوست مخلفات بقولية، كمبوست نشارة الخشب). تم تعبئتها بأكياس نايلون بحسب خطة البحث لحين الاستخدام في التجارب، بحيث تم فحص صلاحية الأوساط المخمرة وخلائطها كأوساط للإنبات وللتربية بعد اعتماد تربة المشتل كشاهد الجدول (1) يبين المعاملات التجريبية للأوساط الزراعية المستخدمة في هذا البحث.

الجدول (1): الأوساط الزراعية المستخدمة في التجربة

المعاملات التجريبية	نوع الوسط
المعاملة الأولى	100% كمبوست نشارة الخشب
المعاملة الثانية	100% كمبوست مخلفات بقولية
المعاملة الثالثة	الشاهد (تربة المشتل)
المعاملة الرابعة	خليط (50% كمبوست مخلفات بقولية+ 50% كمبوست نشارة الخشب)
المعاملة الخامسة	خليط (50% كمبوست مخلفات بقولية+ 50% تربة المشتل)
المعاملة السادسة	خليط (50% كمبوست نشارة الخشب+ 50% تربة المشتل)

2-1- دراسة الخصائص الكيميائية للأوساط الزراعية المستخدمة:

تم إجراء التحاليل المخبرية في مخابر محطة بحوث الهنادي التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية وذلك حسب الطرق المذكورة في الجدول (2).

الجدول (2): الطرق المتبعة في تحليل الأوساط الزراعية

التحاليل	الطريقة
EC m mhos /cm	معلق 1:5 والقراءة على جهاز الناقلية
PH	معلق 1:5 والقراءة على جهاز الـ PH
Caco3%	Calcimeter حسب طريقة [9]
المادة العضوية %	الترميد [21]
Cالعضوي	حسابياً
Nالقابل للامتصاصp.p.m	طريقة كلداهل: الاستخلاص بكلوريد البوتاسيوم والقراءة على جهاز Skalar حسب طريقة [16]
Pالقابل للامتصاصp.p.m	معايرة
K القابل لامتصاصp.p.m	الاستخلاص بأسيتات الأمونيوم والقراءة على جهاز اللهب Flam photometerحسب طريقة [16]
%Mg Zn p.p.m	الاستخلاص بـ E D T A والقراءة على جهاز الامتصاص الذري SPECTROPHOTOMETER حسب طريقة [25]

- أما الدراسة الفيزيائية للأوساط الزراعية فقد اقتصرت على تحديد رطوبة الوسط الزراعي ، وتحديد الوزن الحجمي للأوساط نظراً لأهمية هذه الخصائص وتمت كالتالي:

– رطوبة الوسط الزراعي %: تم تجهيز 20 جفنة لكل وسط ومن ثم قياس الوزن الفارغ لكل جفنة وإضافة 10غرام من الوسط المدروس (الكمبوست) والجاف هوائياً لكل جفنة، ثم تم وضع الجفنات في الفرن لمدة 48ساعة على درجة حرارة 48مْ، بعد التبريد وثبات الوزن حسبت الرطوبة حسب القانون:

$$\text{الرطوبة \%} = \frac{\text{الوزن الرطب}-\text{الوزن الجاف}}{\text{الوزن الجاف}} \times 100$$

– حساب الوزن الحجمي g/L: تم حساب الوزن الحجمي بطريقة علاء الدين [8] حيث: تجفف الأوساط المدروسة هوائياً لمدة 48ساعة، تملأ أسطوانة مدرجة سعة 1000 مل بالوسط المدروس ومن ثم ترفع الأسطوانة مسافة 10 سم وتترك تسقط سقوط حر بشكل قائم على قطعة من الكرتون وتكرر هذه العملية 10 مرات متتالية ومن ثم نأخذ قراءة الوزن والحجم للأسطوانة ونكرر العملية 20 مرة لكل وسط ومن ثم يحسب الوزن على أساس أن الحجم هو واحد لتر حسب القانون:

وزن العينة (A) غ يقابله (B)حجم العينة ب سم^3 حيث A: وزن العينة، B: حجم العينة

وزن العينة (X) غ يقابله حجم 1 لتر 1000 سم^3: X= الوزن الحجمي = $\frac{\text{غ}\, A\, X1000}{B}$

3–المادة النباتية: تم اختيار نبات الصنوبر الثمري .*Pinus pinea* L، وذلك لأهميته البيئية والاقتصادية والغذائية، ينتمي الصنوبر الثمري للفصيلة الصنوبرية Pinaceae ، رتبة المخروطيات Confirales صف المخروطيات Conferopsida، شعبة عاريات البذور Gymnosperma [11]. والصنوبر الثمري شجرة يصل ارتفاعها إلى 30م، التاج كثيف يجتمع على شكل مظلة، الساق متخشبة، والأوراق إبرية خضراء اللون تخرج ورقتين من الغمد، المخاريط الثمرية بيضوية أو كروية لاطئة، والبذور كبيرة الحجم ذات غلاف سميك متخشب وتستعمل في التغذية. تم الحصول على بذور الصنوبر الثمري من مشتل الهنَادي الحراجي التابع لمديرية الزراعة في اللاذقية، حيث تم جمعها في الفترة الواقعة ما بين نهاية شهر تموز وبداية شهر آب لعام 2022.

نفذت التجربة في مخبر البحث العلمي لكلية العلوم – جامعة اللاذقية وفي المشتل الخاص بكلية الزراعة – جامعة اللاذقية.

4– اختبارات الإنبات:

–اختبار الطفو: يتلخص بوضع البذور المراد اختبارها في وعاء يحتوي الماء، وتركها فيه لمدة 24–48 ساعة حسب نوع البذور المدروسة. فتطفو البذور الفارغة والمريضة في حين تترسب البذور الثقيلة في قاع الاناء. تم استخدام البذور الغارقة من اختبار الطفو بعد تجفيفها هوائياً في الظل وزرعت لمعرفة نسب الإنبات وسرعته، بعد أن تم تجهيز الأوساط المستخدمة في التجربة تم تعبئتها بأكياس البولي إيثيلين حجم 1 لتر، رطبت الأكياس قبل يوم من الزراعة. تمت الزراعة بتاريخ 3 / 11 / 2022 وهو يتوافق مع موعد زراعة بذور الصنوبريات في المشاتل المختصة بذلك. خصصت لكل معاملة 60 بذرة وزعت على 3 مكررات بواقع 20 بذرة لكل مكرر حيث زرع في كل كيس بذرة واحدة بشكل متجانس التوزيع والعمق. بعد الزراعة توالت أعمال الري والتعشيب والمكافحة الفطرية عند الضرورة واستمرت طيلة فترة التجربة التي بدأت في3 / 11/ 2022 واستمرت 40 يوماً متتالية. ثم تم تحديد موعد إنبات أول بذرة بعد مرور 40 يوماً على أول إنبات.

لقد اعتبرت البذرة نابتة عند ظهور الرشيم خارج قصرة البذرة حسب [24].. واعتباراً من اليوم الثاني للإنبات أخذت القراءات بشكل تراكمي ويومي حتى نهاية التجربة كما هو مخطط لها مسبقاً.

وتم حساب مؤشرات الإنبات التالية:

1. النسبة المئوية للإنبات: (عدد البذور النابتة / العدد الكلي للبذور) × 100 [12].

2. سرعة الإنبات: تعد سرعة الإنبات أحد المفاهيم المتعلقة بقوة البذرة تم تطبيق معادلة أرنتون (Harrington) المعدلة. $\frac{N1T1+N2T2+N3T3+\cdots}{N1+N2+N3}$

حيث: N_1 عدد البذور النابتة في الزمن T_1 [17].

3. وتيرة الإنبات (النسبة التراكمية للإنبات): عدد البذور النابتة باليوم / العدد الكلي للبذور) × 100 [17].

5- دراسة مراحل النمو وتطور البادرات:

بعد انتهاء فترة الإنبات ومعرفة المعاملة الأفضل في تحسين مؤشرات إنبات بذور الصنوبر الثمري، تم تربية البادرات في المشتل لموسم زراعي كامل (9) أشهر الشكل (1) لمعرفة تأثير الأوساط الزراعية المستخدمة في نمو المجموعين الجذري والخضري وتطور النبات الكلي. بعد انتهاء فترة التجربة نقلت الغراس إلى المختبر لاستكمال الدراسة وتم اجراء القياسات التالية:

1- قياس أبعاد المجموع الخضري الكلي والذي يشمل:

- قياس طول الساق الرئيسية اعتباراً من منطقة العنق وحتى نهاية البرعم الطرفي بـcm
- قياس قطر العنق: منطقة اتصال الساق بالجذور بواسطة البوكوليس بـ mm.
- عدد الأفرع الجانبية.

2- قياس أبعاد المجموع الجذري الكلي والذي يشمل:

- قياس طول الجذر باستخدام المتر اعتباراً من منطقة العنق وحتى أخر نقطة من الجذور الثانوية الموجودة على الجذر الوتدي.
- عدد الجذور الثانوية: بعد تقسيم الجذر الوتدي إلى نصفين تم إحصاء عدد الجذور الثانوي في كل نصف على حدا.

3- حساب نسبة طول المجموع الجذري/ الخضري.

4- تحديد وزن المادة الجافة للمجموعين الخضري والجذري: تم فصل المجموع الجذري عن المجموع الخضري عند منطقة العنق لغراس المعاملات المدروسة، ومن ثم تم تجفيف المجموع الجذري والمجموع الخضري كل على حدا ، على درجة 80 مْ لمدة 48 ساعة ومن ثم وزن المجموع الخضري والجذري الجافين بميزان حساس.

5- حساب نسبة وزن المادة الجافة للمجموع الجذري / وزن المادة الجافة للمجموع الخضري.

الشكل (1): تربية شتلات الصنوبر الثمري لمعرفة تأثير الأوساط عليها في نهاية موسم النمو

6-التحليل الإحصائي:

تم استخدام برنامج الحزمة الإحصائية Statistica Package for Social Sciences (SPSS) وذلك للقيام بعملية التحليل الإحصائي وتحقيق أهداف البحث. حيث تم اختبار تحليل التباين ANOVA من الدرجة الأولى مستوى معنوية 5%وحساب اقل فرق معنوي .L.S.D (Least Significant Difference) لاستنتاج الفروق المعنوية [2]. وتم عرض النتائج باستخدام التمثيل البياني والجداول.

النتائج والمناقشة

1-نتائج دراسة بعض الصفات الفيزيائية و الكيميائية للأوساط المدروسة:

يبين الجدول (3) و(4) نتائج تحليل الأوساط لبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية.

الجدول رقم (3): بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للأوساط المدروسة

الوسط	الحموضة PH	الملوحة m mhos/ cm EC	الرطوبة %	الوزن الحجمي g/l
كمبوست نشارة	7.63	1.34	45.8	200
كمبوست مخلفات بقولية	7.8	1.22	50.9	250
شاهد (تربة المشتل)	8.01	0.17	27.5	1200
كمبوست (بقول+ نشارة)	7.5	1.26	52.3	258
كمبوست (بقول + تربة المشتل)	7.6	1.12	60.5	485
كمبوست (نشارة + تربة المشتل)	7.14	1.20	55.6	433

يبين الجدول (3) قيم بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للأوساط المدروسة:

- درجة PH الوسط: إن قيم درجة ال PH في الأوساط المستخدمة تقع ضمن مجال (8-5) الذي يشمل الترب الأكثر خصوبة. درجة PH الشاهد 8.01، بينما في المعاملة التي تم خلط الشاهد مع المخلفات البقولية كانت قيمة PH= 7.6، أما معاملة الشاهد مع نشارة الخشب، فكانت قيمة PH= 7.14، بحيث نلاحظ انخفاض

درجةPH عند خلط معاملة الشاهد مع الكمبوست. يتبين مما سبق أن جميع الأوساط المستخدمة ذات حموضة معتدلة مائلة للقلوية وهذا يؤكد على حدوث تفاعلات حيوية داخل هذه الأوساط وتحلل للمادة العضوية [10].

– الملوحة (الناقلية الكهربائية E.C) ميليموس/سم: تراوحت قيم الملوحة بين 1.4 mhos/ cmفي معاملة كمبوست نشارة الخشب، و1.22 mhos /cm في معاملة كمبوست المخلفات البقولية، بينما أعطت معاملة الشاهد قيمة منخفضة للملوحة 0.17 mhos/ cm، وأثناء خلط الكمبوست مع الشاهد انخفضت قيمة الملوحة، ولم تؤثر سلبياً في بادرات الصنوبر الثمري، بحيث تأثير الملوحة يعتمد على توافر المياه في الوسط الزراعي بحيث لا يكون للملوحة تأثير سلبي على النباتات إذا كانت الأوساط تحتوي على ماء [16].

– الرطوبة: من المواصفات القياسية للأوساط الزراعية التي تستخدم في الأوعية والعبوات هي قدرة هذه الأوساط على الاحتفاظ بالرطوبة [3]. حيث بلغت النسبة المئوية للرطوبة المتاحة بسهولة في الأوساط التي يدخل في تركيبها الكمبوست بشكل مفرد أو خليط قيمة أعلى من رطوبة الشاهد (تربة المشتل)، وارتفعت قيمة النسبة المئوية للرطوبة أثناء عملية خلط نوعي الكمبوست مع الشاهد بحيث وصلت إلى 60.5%في خليط تربة المشتل مع كمبوست المخلفات البقولية، و52.3% في خليط تربة المشتل مع كمبوست النشارة، في حين كانت النسبة المئوية للرطوبة في معاملة الشاهد 27.5%. زاد إضافة المواد العضوية إلى التربة من قدرتها على الاحتفاظ بالماء هذا يؤكد على دور الكمبوست في تحسين الخواص الفيزيائية للوسط الزراعي وتعديل رطوبة الأوساط التي يتم خلطها معه[7] .

– الوزن الحجمي: من المواصفات القياسية للأوساط الزراعية الوزن الحجمي، والذي يكون مثالياً عندما يتراوح بين 150–500 g/L حسب Georgina *et al.,* [3] بلغت قيمة الوزن الحجمي 200 g/L لكمبوست نشارة الخشب، و250g/L لكمبوست المخلفات البقولية، و258g/L لخليط نوعي الكمبوست، وتعتبر هذه القيم ضمن المجال المثالي للأوساط الزراعية ذات المواصفات القياسية.

بينما بلغت قيمة الوزن الحجمي لتربة المشتل 1200g/L، وانخفضت هذه القيمة أثناء خلط نوعي الكمبوست مع تربة المشتل بحيث بلغت 485 g/L في خليط تربة المشتل مع كمبوست المخلفات البقولية، و433g/L في خليط تربة المشتل مع كمبوست النشارة وربما يعود ذلك لتأثير الكمبوست، حيث يزيد من مسامية التربة ويقلل كثافتها مما يحسن قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة.[7].

الجدول رقم (4): تحديد نسب بعض العناصر في الأوساط المدروسة

الوسط	%OM	%C	%N	%P	%K	%Mg	C/N
كمبوست نشارة	60.81	30.40	1.50	0.12	0.35	0.115	20.26
كمبوست مخلفات بقولية	75.85	37.92	1.80	0.22	0.45	0.136	21.06
شاهد	1.18	0.59	0.016	0.011	0.075		36.87

يبين الجدول (4)، ارتفاع ملحوظ في الكربون العضوي في أوساط نوعي الكمبوست مقارنة بالشاهد. كما أن الآزوت سجل قيم مرتفعة في أوساط الكمبوست حيث بلغت قيمته 1.5% في كمبوست النشارة و1.8 % في كمبوست المخلفات العضوية بينما لم تتجاوز قيمته 0.016% في الشاهد. كما سجلت بقية العناصر المدروسة قيم مرتفعة لدى مقارنتها مع الشاهد.

أما نسبة الكربون إلى الأزوت C/N تقع ضمن المجال المثالي للوسط الزراعي الجيد (1:30 – 1:20) حسب El-sayed, [7]. بحيث بلغت (1:20) في كمبوست النشارة، و (1:21) في كمبوست المخلفات البقولية.

4-2- نتائج اختبارات الإنبات:

الجدول (5): يوضح متوسطات قيم مؤشرات الإنبات في المعاملات المدروسة

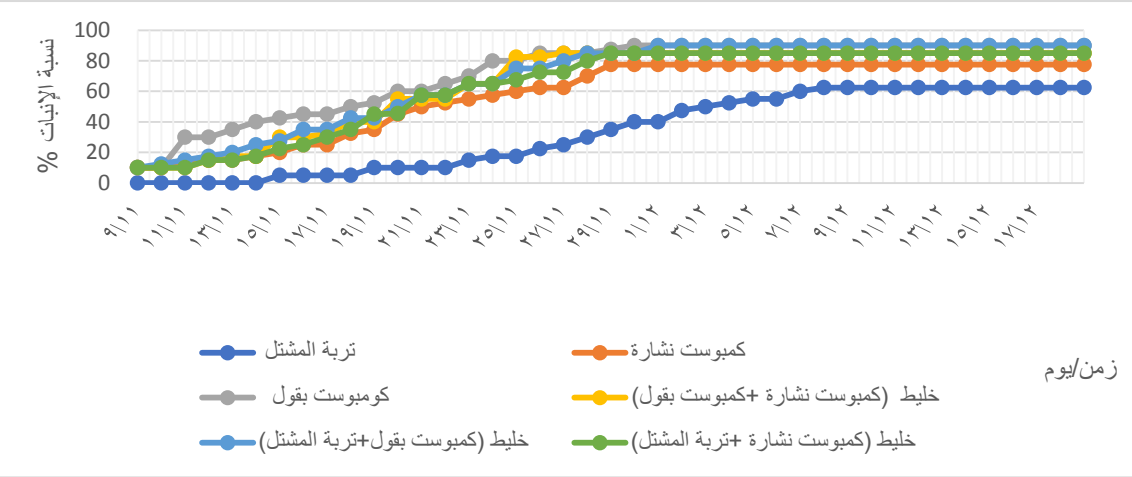
معاملات / متوسطات	كمبوست نشارة	كمبوست بقول	تربة المشتل	خليط (بقول + نشارة)	خليط (بقول +تربة المشتل)	خليط (نشارة+ تربة المشتل)	LSD 0.05
نسبة الإنبات	78.33 C	90 a	63.33 d	90 a	90 A	85 ab	2.96
سرعة الإنبات	12.2 B	8.05 d	19.79 a	9.79 c	11.77 b	11.60 b	1.66

تشير الأحرف المتباينة (a,b,c,,d) ضمن الصف الواحد إلى وجود فرق معنوي بين المتوسطات عند مستوى ثقة p=0.05، وتشير الأحرف المتماثلة ضمن الصف الواحد إلى عدم وجود فرق معنوي بينها.

نلاحظ من الجدول (5) تفوق المعاملات كمبوست المخلفات البقولية بشكل مفرد أو خليط (كمبوست المخلفات البقولية، خليط كمبوست المخلفات البقولية مع تربة المشتل، خليط كمبوست المخلفات البقولية مع نشارة الخشب) في نسبة الإنبات حيث بلغت 90%، تلتها معاملة خليط كمبوست نشارة الخشب مع التربة بنسبة إنبات 85%ولم يكن الفرق بين المعاملات المذكورة معنوياً، في حين تفوقت كافة المعاملات وبفروق معنوية عالية على معاملة الشاهد. أما من حيث سرعة الإنبات فالوسط كمبوست المخلفات البقولية مع النجيلية قد خفض الزمن اللازم لإنبات 50% من البذور وكان الأسرع إنباتاً بسرعة إنبات 8.05 يوم/بذرة وتفوق بدلالة معنوية عالية على جميع المعاملات الأخرى. تلته معاملة خليط (المخلفات البقولية مع نشارة الخشب) بسرعة إنبات 9,79 يوم/بذرة، ولم يكن هناك فرق معنوي بين المعاملات التالية (كمبوست نشارة الخشب، خليط كمبوست نشارة مع تربة المشتل، خليط كمبوست مخلفات بقولية مع تربة المشتل)، في حين تأخرت سرعة الإنبات في معاملة الشاهد عن جميع المعاملات المدروسة وبفروق معنوية بحيث بلغت سرعة الإنبات في هذه المعاملة 19.79 يوم/بذرة. من خلال التجربة تبين أن خلط الكمبوست مع تربة المشتل أدى إلى زيادة في نسبة وسرعة الإنبات عند بذور الصنوبر الثمري. ويفسر ارتفاع نسبة الإنبات في المعاملات التي يدخل في تركيبها الكمبوست إلى كون الكمبوست مادة عضوية عملت على تحسين الصفات الفيزيائية للوسط الزراعي من خلال توفر الماء والأكسجين وبالتالي توفير الاحتياجات المائية اللازمة لإنبات البذور وخاصةً في المرحلة الأولى من الإنبات وهي مرحلة التشرب وذلك من أجل البدء بالنشاط الأنزيمي والقيام بالعمليات الحيوية والاستقلابية في البذور ومن ثم اكتمال مراحل الإنبات الأخرى [18, 22].وهذه النتيجة تتفق مع Nasser [28] الذي وضح في دراسته لإنبات بذور الصنوبر البروتي على كمبوست النواتج الثانوية للزيتون بحيث وجدو أن خلط الأوساط المخمرة مع التربة المعدنية بنسبة 1:1 أدى إلى تحسين نسبة الإنبات (96%) مقارنةً مع الوسط المعدني(53%).

- وتيرة الإنبات: يوضح الشكل (2) العلاقة بين نسبة الإنبات للأوساط المدروسة والزمن لبذور الصنوبر الثمري. حيث يتضح أن الإنبات في معاملة الشاهد بدأ بعد 14 يوم من الزراعة بوتيرة إنبات 5% واستمر الإنبات حتى اليوم 40 وانتهى بنسبة إنبات 63.33% ، أما إنبات البذور في الأوساط التي يدخل في تركيبها الكمبوست بشكل مفرد أو خليط بدأ في اليوم الثامن للزراعة بوتيرة 10% وانتهى في أيام مختلفة (في اليوم 22 بالنسبة للمعاملات التي يدخل في تركيبها كمبوست المخلفات البقولية والنجيلية بشكل مفرد أو خليط بنسبة إنبات 90%)، وفي

اليوم 23 بالنسبة للمعاملات (كمبوست نشارة الخشب ، خليط كمبوست نشارة الخشب مع تربة المشتل) بنسبة إنبات (78.33% ، 85%) على التوالي.



الشكل (2): يوضح وتيرة الإنبات في بذور الصنوبر الثمري في الأوساط المدروسة

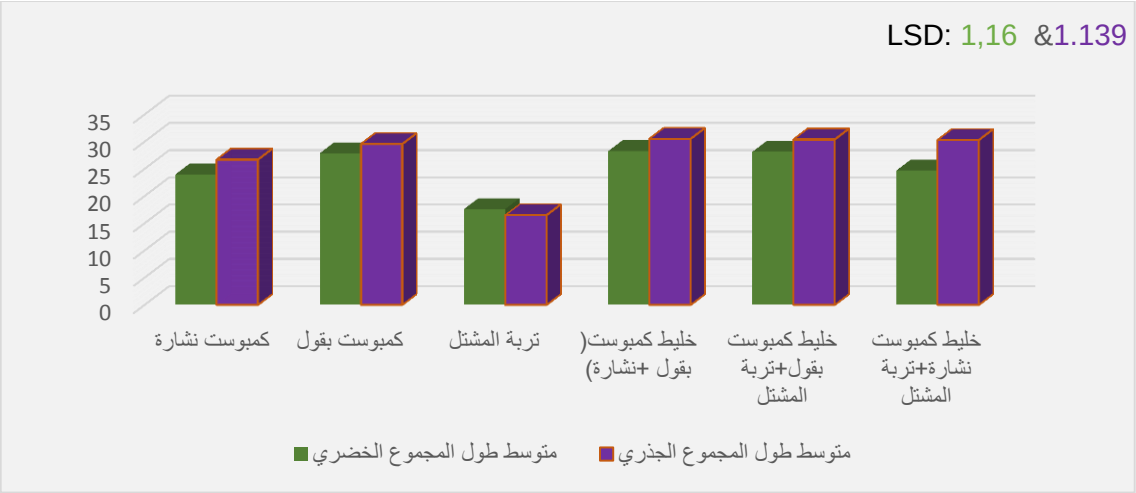
يمكن تفسير ذلك أن الكمبوست قام بتحفيز بذور النوع المدروس على الإنبات، وترتبط قدرة البذور على الإنبات بشكل أساسي بدرجة تشرب البذور لمحلول الوسط وما يتبع ذلك من نشاط للجنين [26,14]، بحيث حسن إضافة الكمبوست كوسط زراعي من إنبات البذور بشكل كبير وارتفعت وتيرة الإنبات ، ويعود ذلك إلى كون الكمبوست قد أمن الماء اللازم لبدء المرحلة الأولى من الإنبات وهي مرحلة الامتصاص (التشرب) والبدء بحدوث نشاط أنزيمي، بحيث يساعد الماء على تحلل المواد الغذائية المعقدة مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات المخزنة في الأندوسبرم إلى مواد بسيطة ومن ثم يقوم بنقلها إلى نقاط النمو الموجودة بمحور الجنين مما يسهل على الجنين تمثيلها وذلك في المرحلة الثانية من الإنبات وهي مرحلة الإنبات الفيزيولوجي، ويعمل الماء خلال هذه المرحلة على تخفيض تركيز المواد المثبطة للإنبات (حمض الأبسيسيك) ورفع تركيز المواد المنشطة للإنبات (حمض الجبريلين) وذلك للبدء بالمرحلة الأخيرة من الإنبات وهي مرحلة الإنبات الظاهري (المورفولوجي) [22]، بينما يفسر انخفاض وتيرة الإنبات عند معاملة الشاهد، قلة كمية الماء الممتصة في وسط الإنبات وبالتالي قلة كمية الأكسجين المنحل بالماء واللازم لعملية الإنبات وبالتالي تناقص كمية الأكسجين الداخل إلى البذور، بحيث يعتبر الأكسجين عنصراً هاماً وضرورياً خلال مراحل الإنبات بحيث يعمل على أكسدة المركبات الفينولية المثبطة للإنبات، إضافة إلى أهميته في تنفس الجنين وأكسدة المادة الجافة لإنتاج الطاقة اللازمة لسير العمليات الحيوية التي تجري داخل البذرة واللازمة لإتمام مراحل الإنبات [22 , 15].

3- نتائج مؤشرات النمو والتطور للمجموعين الجذري والخضري للغراس في نهاية موسم النمو:

3-1-تأثير الأوساط الزراعية المستخدمة في نمو كل من المجموع الجذري والمجموع الخضري:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فرق معنوي من حيث طول المجموعين الجذري والخضري في المعاملات التي يدخل في تركيبها كمبوست المخلفات البقولية سواء بشكل منفرد أو خليط وتفوقت هذه المعاملات معنوياً على المعاملات الأخرى. تلتها معاملة كمبوست نشارة الخشب بشكل مفرد أو خليط من حيث طول المجموع الجذري أما من حيث طول المجموع الخضري لوحظ عدم وجود فرق معنوي بين كمبوست النشارة ومعاملة الشاهد الشكل (3) أعطت معاملات خلط الكمبوست مع التربة المعدنية (الشاهد) نتائج أفضل من معاملة الشاهد وذلك بسبب تأثير الكمبوست في بناء الوسط المعدني مما أدى إلى تحسين الخواص الفيزيائية والكيمائية لهذا الوسط وبالتالي تحسين بناء المسامات وأمن

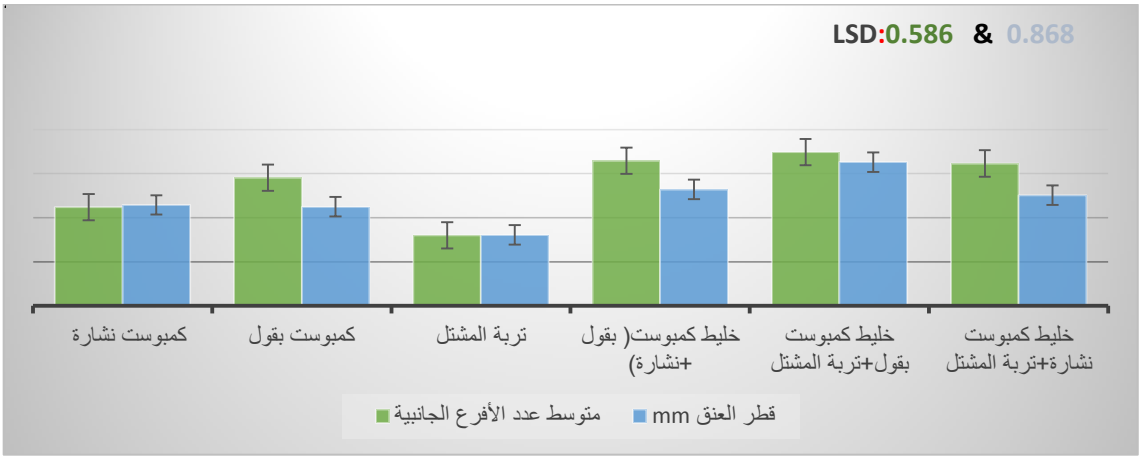
بذلك التهوية الجيدة والرطوبة كما أن انخفاض الوزن الحجمي الكبير للوسط المعدني قلل الضغط على الجذور، إضافة إلى تغذية الوسط المعدني بالمادة العضوية وهذا يتوافق مع علاء الدين،[8].



الشكل (3): يبين متوسط طول المجموع الخضري والجذري لغراس الصنوبر الثمري في الأوساط المدروسة

3-2- تأثير الأوساط الزراعية في عدد الأفرع الجانبية ومنطقة العنق:

تفوقت غراس معاملات الكمبوست خلائط معنوياً بعدد الأفرع الجانبية ثم تلتها غراس وسط كمبوست المخلفات البقولية بمتوسط قدره (5.82) فرعاً، بينما كان أقل عدد أفرع جانبية في معاملة الشاهد (الشكل 4)، ويمكن تفسير ذلك لتوفر العناصر الضرورية للنمو ، ومنها عنصر الأزوت بحيث حفز امتصاص عنصر الأزوت تكوين الأكسين الذي يعمل على تحفيز النموات الجديدة للبراعم الجانبية، ومن المعروف تأثير الأكسين في زيادة انقسام الخلايا وتحفيز نمو الأوراق الفتية والتي تعتبر مركز لتصنيع الجبريلين الذي ينشط الاستطالة وبالتالي ينشط نمو البراعم الجانبية ويزيد عددها [27].



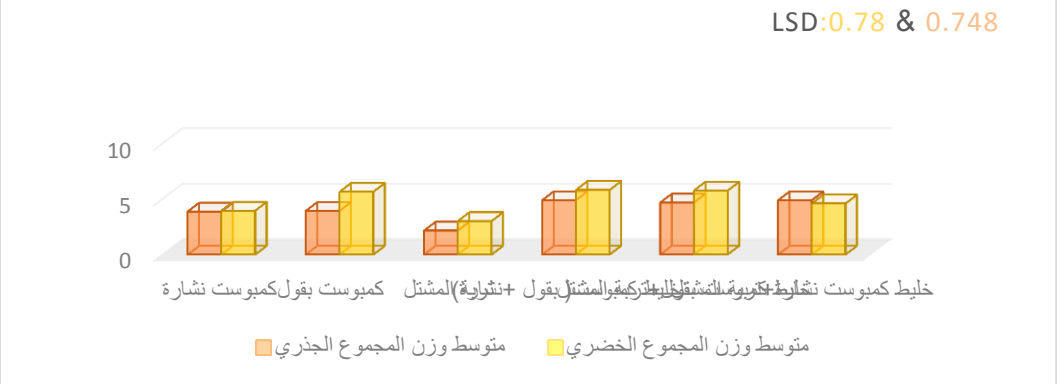
الشكل (4): يبين متوسط عدد الأفرع الجانبية ومتوسط قطر العنق لغراس الصنوبر الثمري في الأوساط المدروسة

أما بالنسبة لتطور منطقة العنق أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تفوق معاملة خليط مخلفات بقولية مع التربة المعدنية معنوياً على كافة المعاملات الأخرى بمتوسط قطر عنق قدره (6.52) مم، تلتها باقي المعاملات الأخرى التي يدخل في تركيبها الكمبوست، وتفوقت كافة المعاملات معنوياً على معاملة الشاهد الشكل(4)، ويعود السبب إلى دور الكمبوست في توفير كافة العناصر الضرورية وجعلها ميسرة الامتصاص من قبل الجذور، ومنها عنصر البوتاسيوم المحفز لفعاليات الأيض ولاسيما فعاليات التركيب الضوئي المرتبطة بوجود غاز C02، كما أن توفر عنصر البوتاسيوم

يحفز أنزيمات نقل نواتج تمثيل CO2 إلى مناطق تتطلب هذه المركبات ولاسيما منطقة الساق لتشارك في عملية الانقسام القطري إضافة إلى أهمية البوتاسيوم في بناء المادة الجافة وإعطاء صفة المتانة والانتصاب للنبات[29].

3-3- تأثير الأوساط الزراعية في بناء المادة الجافة للمجموعين الجذري والخضري:

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود تأثير معنوي للكمبوست المستخدم سواء بشكل منفرد أو خليط على متوسط الوزن الجاف للمجموعين الجذري والخضري مقارنةً بمعاملة الشاهد، وسجلت أعلى قيمة من حيث متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري في المعاملات التي يكون فيها كمبوست المخلفات البقولية بشكل منفرد أو خليط مع عدم وجود فرق معنوي بين هذه المعاملات ومعاملة كمبوست النشارة مع التربة المعدنية بشكل خليط الشكل (5) ، أما من حيث الوزن الجاف للمجموع الجذري تفوقت معاملات الكمبوست بشكل خلائط (مخلفات بقولية + تربة معدنية، نشارة +مخلفات بقولية، نشارة + تربة معدنية) معنوياً على المعاملات الأخرى من دون وجود فرق معنوي بين المعاملات المذكورة الشكل (5).



الشكل (5): يبين متوسط الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري لغراس الصنوبر الثمري في الأوساط المدروسة

وتعبر الأوزان الجافة عن حالة بناء جسم النبات ومكوناته المتخشبة التي تتعلق بشكل أساسي بالجذور وقدرتها على امتصاص الماء والعناصر الضرورية لعملية التركيب الضوئي [1]. بما أن الأوساط التي يدخل في تركيبها الكمبوست بشكل كلي أو جزئي قد أمنت الظروف المثالية للشتلات من أجل بناء المادة الجافة من خلال توفر الرطوبة والعناصر الغذائية الضرورية وجعلها ميسرة الامتصاص من قبل الجذور وانعكس بذلك على وزن المادة الجافة للمجموعين الجذري والخضري، وهذا ما أكده Harfoush et al. [30] في دراسة لتأثير كمبوست القمامة وصلاحية استخدامه كوسط لإنبات بعض أنواع البذور الحراجية بحيث أعطى خليط الكمبوست مع التربة المعدنية بنية قوية للنبات.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- أدى استخدام الكمبوست بالشكل المنفرد أو المختلط الى زيادة نسبة انبات بذور الصنوبر الثمري مقارنة مع الشاهد.
- أظهرت معاملة كمبوست المخلفات البقولية الأفضلية من حيث سرعة الإنبات وذلك من خلال تفوقها على كافة المعاملات الأخرى.
- لم يلاحظ أية فروق معنوية بالنسبة لنسبة الانبات بين معاملات الكمبوست المختلفة المستخدمة في التجربة.

– بينت النتائج، بأنه عندما تم خلط الكمبوست مع تربة الشاهد، ظهر تحسن في الصفات الفيزيائية والكيميائية، وهذا انعكس ايجابا على مؤشرات انبات بذور الصنوبر الثمري.

– لوحظ تفوق معاملات كمبوست المخلفات البقولية وبمعنوية عالية، وهي بشكلها المنفرد أو المختلط في نسبة طول المجموع الخضري والجذري وبناء المادة الجافة، على جميع المعاملات الأخرى.

– **التوصيات:**

– يمكن استخدام الكمبوست الناتج في المشاتل الحراجية كوسط لتحسين نسبة إنبات بذور الصنوبر الثمري.

– إجراء المزيد من الدراسات حول تصنيع الكمبوست من مخلفات زراعية أخرى وبنسب خلط جديدة.

– تجريب الكمبوست الناتج على بذور نباتات حراجية أخرى.

References:

[1] A.A. Khan, H. Bibi, A. ALI.Z, M. Sharif, S.A. Shah, H. Abdallah, K. Khan, I. Azam, and S. Ali, "Effect of compost and inorganic fertilizers on yield and quality of tomato", *Acad. J. Agric. Res*, vol. 5 no.10, pp.287-293, 2017.

[2] B. Saad, *Your Guide to the Statistical Program (SPSS Version 10) *, Baghdad, Higher Institute for Statistical Training and Research, (in Arabic), 2003.

[3] D. A. Georgina, A. S. Wendy, H. Petr, and S. Johannes, "Occurrence of nutrients and plant hormones (cytokinin and IAA) in the water fern Salvinia molesta during growth and composting", *Environmental and Experimental Botany*, vol. 61, no. 2, pp. 137-144, 2007.

[4] D.S. Morsi., H. Siddiq, and M.A. "El-Hafni, An Economic Study of Agricultural Waste Recycling in Egypt (A Case Study of Rice Straw Recycling in Qalyubia Governorate) ", The Egyptian Journal of Agricultural Economics, (in Arabic), vol. 26, no. 4, pp. 1827-1842, 2016.

[5] F.A.O, * Food and Agriculture Organization of the United Nations, the stat of food and Agriculture*, Moving Forward on food loss and waste reduction. Rome, 1-82, 2019.

[6] F.O. Ugwuishiwn, and J.N. Nwakaire, "Agricultural Waste concept, gentian, utilization and management", *Nigerian Journal of technology*, vol. 35, no. 4, pp. 957-964, 2016

[7] G.K. El-sayed, "Some physical and chemical properties of compost", *Int.J. Waste Resources*, vol. 5, no. 172, pp.1-5, 2015.

[8] H. Alaa Eldin, "Is Arjoum an alternative growing medium for forest seedling soil in nurseries? Yarmouk Research", *Basic and Engineering Sciences Series*, (in Arabic), vol. 2, no.10, pp. 45-62, 2001.

[9] H. Balaz, O. Nadib and F. Beecsea, "A simple method for measuring the carbonate content of soil", *Soil Sci*, vol. 69, no.4, pp.139-152, 2005.

[10] I. Eradl, V. Demircan, D. Aynaci, and K. Ekinei, "Argo-economic analysis of compost derived from organic kitchen wastes", *Infrastructure and ecology of rural areas*, vol 2, no2, pp747-755, 2017.

[11] I. Nahal, *Dendrology*, Faculty of Agriculture. Aleppo University Publication, (in Arabic), pp. 375, 2002.

[12] I.S.T. A. *International rules for seed testing*, Seed science and technology. V124, suppl. Rules 1996.Internationalseed testing Association. 1996.

[13] I.S.T.A, *International Seed Testing Association*, International roles for seed science and technology, pp. 43-49, 1985.

[14] K. Weibrecht, K. Muller, and L, "Leubener, First of the mark: early seed germination", *Journal of Experimental Botany*, vol. 62, no. 10, pp. 3289-3309, 2011.

[15] L. Bentsink and M. Koornee, *Seed dormancy and germination. American Society of Plant Biologists*, doi:10.19991/tab.119, 2008
[16] L. A. Richards, *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. Agricultural hand book no 60. United states Department of agriculture, 1962.
[17] M. Ashi, "The Effect of Salinity and Fungicide Treatments on the Germination of Evergreen Cypress Seeds (Cupressus supervise SL", *Tishreen University Journal for Scientific Research and Studies, Biological Sciences Series*, (in Arabic), vol. 35, no. 5, pp. 21-33, 2013.
[18] M. curtis and U.P. "Claseeen, Compost increases plant available water in adrastically disturbed serpentine soil", *Soil Sci*, vol. 170, no. 12, pp. 939-953, 2010.
[19] M. Kumawat, S.K. khandelwal, M.R. Choudhary, P.K. Kumawat, G. Sharma, and O. Panwar, "Effect of integrated nutrient management on growth flowering and yield of African marigold (Tagetes erect L.) ", * International journal of current. Microbiology and Applied Sciences*, Vol. 60, no. 8, pp. 60-65, 2017.
[20] M. Haiti, and A. Mohamed, "The Economics of Agricultural Waste Use in Kafr El-Sheikh Governorate: A Geographical Stud", *Faculty of Arts Journal, Qena*, (in Arabic), vol. 54, no .2, pp.192-251, 2022.
[21] M. L. Jackson, *Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. Englewood*. Cliffe N J.pp. 151-153 and 331-334, 1985.
[22] M. McDonald, "Physiology of seed germination. Seed Biology Program Department of Horticulture and Crop Science", *Ohio State University*, Columbus. OH 4310-1086. Mcdonal.2@osu.edu, pp.1-48,2012.
[23] P. Fischer, "Feigning von Rindenkuttursubstraten Zur Verwendung imZierpflanzenbau und Baums Hulen", * Gb+Gw*, vol. 47, no. 81, pp.1078-1080, 1981.
[24] P. Ganatsa, M. Takaldim, and C. Thanos, "Seed and cone diversity and seed germination of pinus pinea in stroflia site of theNatara2000 Network", *Biodivers Conserve*, vol. 17, no. 10, pp. 2427-2439, 2008.
[25] P. R. Hasse, *A Text book of soil chemical analysis*. John Murray London. Micronutrients in agriculture. Soil Sci. Soc. Amer, Inc. Madison, Wisconsin U.S.A, 1971.
[26] S.P. Durgesh, first off, the Mark: *Early seed Germination*, International conference on Current research Trends in Engineering, Science, pp975-979, 2021.
[27] R.J. Jonsdottir, B.D. Sigurdsson, and A. Lindström, "Effects of nutrient loading and fertilization at planting on growth and nutrient status of Lutz spruce (Picea x lutzii) seedlings during the first growing season in Iceland", *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 28, no. 7, pp. 631-641, 2013.
[28] S. Nasser, "A Study of the Germination of Fruiting Pine Seeds on Olive By-Product Compost". *Tishreen University Journal for Scientific Studies and Research, Biological Sciences Series*, (in Arabic), vol. 31, no. 2, pp. 147-162, 2009.
[29] S.J. Wright, J.R. YAvitt, N.W. Wurzburger, B.L. Turner, B.L. Tanner, E. J. Sayer, L.S. Santiago, M. Kaspari, L.G. Hedin, K.E. Harms, and N. Garcia, "Potassium, Phosphorus, or nitrogen limit root allocation tree growth, or litter production in a lowland tropical forest", * Ecology*, vol. 99, no.8, pp.1616-1625, 2011.
[30] Sh. Harfoush, H. Alaa Eldin, S. Haifa, and I. Insafe, "A Study of Some Properties of Garbage Compost and the Possibility of Its Use in Agricultural Media for the Germination of Some Forest Plants", *Tishreen University Journal for Scientific Research and Studies, Biological Sciences Series*, (in Arabic), vol.34, no 4, pp. 85-103, 2017.
[31] T. E. Aruna, O.C. Awori, A.O. Raji. and A.I. " Olatunji, Proteinic enrichment of yam peels by fermentation with saccharomyces cerevisiae", Annals of Agricultural Sciences. vol. 62, no. 1, pp. 33-37, 2017.