عوامل تصميم وتشغيل آلة مدفوعة لتلقيح وخدمة نخيل البلح

د. إبراهيم يحيى[1]

الخلاصة

يهدف هذا البحث إلى تصميم آلة مدفوعة تستخدم فى تلقيح وعمليات الخدمة للنخيل مثل مكافحة الآفات والتقليم مع دراسة العوامل المؤثرة على أدائها، وتتميز الآلة بأنها يمكن أن تعمل بكفاءة عالية مع كل زراعات النخيل (الضيقة، المتسعة، العشوائية، على حواف الطرق والترع)، وقد تم التوصل الى النتائج التالية:

* متوسط معدل الأداء حوالى ٣٣ نخلة/ساعة (٢٦٤ نخلة/يوم).
* وجد أن الكفاءة الحقلية حوالى ٧٦,٨ %.
* تكاليف التلقيح باستخدام الآلة المصممة حوالى ٠,١٢ جنيه/نخلة، بينما التلقيح بالطريقة اليدوية حوالى ٢,٥٠ جنيه/نخلة.

المقدمة

تعتبر مصر من الدول الأولى فى إنتاج التمور فى العالم، و قد وصل إنتاجها السنوى لعام ١٩٩٦حوالى ٧٣٧ ألف طن من ٧,٥ مليون نخلة مثمرة (Abd Allah et al., 1997).

يعتبر نخيل البلح أحد أقدم الأشجار التى كانت تزرع من أيام المصريين القدماء كمصدر للغذاء. ويعزف المزارعين فى الوقت الحاضر عن زراعة النخيل وذلك بسبب صعوبة عمليات التلقيح والتقليم والحصاد. وما زالت تجرى هذه العمليات يدويا مما تستهلك كثير من الوقت، بالإضافة إلى خطورة تسلق النخلة (Lovghavi, 1993).

تعتبر عملية تلقيح النخيل من العمليات الفنية الهامة التى تتطلب عمالة مدربة تجيد الصعود الى قمة النخلة لأجراء هذه العملية. و نظرا للنقص الشديد فى الأيدى العاملة المتخصصة بالإضافة إلى ارتفاع أجورها لذا أصبح من الضرورى ميكنة هذه العملية باستخدام معدات تعمل من الأرض دون اللجوء الى صعود النخلة. لذلك تم فى هذا البحث تطوير وتصميم آلة متنقلة لتلقيح النخيل تتميز بالتالى:

(١) ملاءمتها لتلقيح أشجار النخيل المنزرعة عشوائيا وعلى جسور الترع والطرق والمنزرعة على مسافات ضيقة، (٢) انتظامية توزيع خليط اللقاح، (٣) سهولة التحكم فى معدل تصرف خليط اللقاح، (٤) بساطة التركيب، (٥) سهولة التشغيل والضبط و الصيانة و الإصلاح، (٦) انخفاض تكاليف الآلة بحيث يستطيع المزارع البسيط اقتنائها، (٧) يمكنها تلقيح ٤ نخلات بدون تحريك الآلة حيث يمكن لف الأنابيب التلسكوبية ٣٦٠ درجة.

---

(١) باحث أول، معهد بحوث الهندسة الزراعية، مركز البحوث الزراعية، دقى، جيزة.

قام (Awady et al., 1998) بتصميم آلة مبتكرة لتلقيح النخيل مكونة من مقطورة يدوية التحريك، آلية رفع عبارة عن ثلاثة أنابيب تتداخل مع بعضها وتتحرك تلسكوبيا آليا، أربع أجهزة تلقيح، ووجدوا أن أفضل نظام للتلقيح هو المروحي، وأعطت أعلى تقدم ومقداره ٧٥ سم وانتشار عرضي مقداره ٦٠ سم.

وهذا البحث هو إستكمال لما قام به (Awady et al., 1998)، حيث قاموا بتجربة أجهزة تلقيح ذات تصميمات مختلفة، وفى هذه الدراسة تم التركيز على الآلة نفسها وأدائها حقليا.

٢- مراجعة المنشورات

أشار ((Awady, 1992) الى أن النظم المستخدمة فى تسلق أشجار النخيل هى:

(١) النظام البدائى ويشمل: (أ) عمل حفر فى جسم النخلة لاستخدامها فى عملية التسلق ومن عيوبه تقليل عمر الشجرة. (ب) حزام التسلق.

(٢) النظام النصف الآلى ويشمل: (أ) سلالم خاصة يمكنها تغيير الارتفاع و ذات قاعدة عريضة لتحقيق الاتزان. (ب) طوق التسلق ومن عيوبه البطء الشديد.

(٣) النظام الآلى ويشمل (أ) روافع مفصلية. (ب) روافع تلسكوبية. (ج) روافع ذات أذرع ثابتة الطول.

قام (Mousa and Aliwa, 2000) بالمقارنة بين التلقيح الآلى واليدوى لنخيل البلح الحيانى تحت ظروف محافظة شمال سيناء، وجدا أن طريقة التلقيح الآلى بالتعفير هى الأفضل، حيث أدت إلى زيادة كل من وزن الثمرة، نسبة الثمار الجيدة القابلة للتسويق، طول وعرض الثمرة، المادة الجافة والمواد الذائبة الكلية والبروتين والسكريات بأنواعها.

قام (Awady et al., 2003a) بتصميم آلة متنقلة لتلقيح وخدمة نخيل البلح، مكونة من آلية رفع تلسكوبية تعطى ارتفاعا يصل إلى حوالى ١٤ متر يتم تشغيلها يدويا عن طريق طارة، ترتكز على قاعدة ارتكاز ذات أربعة أذرع، وجهاز تلقيح ذى مروحة يعمل ببطارية، ووجدوا الآتى: متوسط معدل الأداء حوالى ٢١ نخلة/ساعة (١٧٣ نخلة/يوم)، الكفاءة الحقلية حوالى ٨١ %، تكاليف التلقيح باستخدام الآلة المصممة حوالى ٠,١٧جنيه/نخلة، بينما التلقيح بالطريقة اليدوية حوالى ٢,٥٠ جنيه/نخلة، وأفضل تصميم لأرجل الارتكاز هو الأرجل المستقيمة بطول حولى ٢متر، وارتفاع قاعدة الأنابيب التلسكوبية عن الأرض حوالى ٢٠,٥ سم.

قام (Awady et al., 2003b) بتصميم آلة ذاتية الحركة لتلقيح وخدمة نخيل البلح، و تتكون من إطار، محرك كيروسين، مجموعة نقل الحركة من المحرك إلى العجلة الخلفية للآلة، آلية توجيه العجلتين الأماميتين للآلة، قابض لفصل ووصل الحركة لعجلة جر الآلة، كوابح (فرامل) لإيقاف الآلة عند اللزوم، مسرع (أكسلريتور)، كرسى مشغل الآلة، آلية رفع تلسكوبية تعطى ارتفاعا يصل إلى ٢٠

متر يتم تشغيلها آليا عن طريق المحرك. ووجدوا الآتى: متوسط معدل الأداء حوالى ١٠ نخلة/ساعة (٨٠ نخلة/يوم)، تكاليف التلقيح باستخدام الآلة المصممة حوالى ٠,٧٤ جنيه/نخلة، بينما التلقيح بالطريقة اليدوية حوالى ٢,٥٠ جنيه/نخلة، والكفاءة الحقلية حوالى ٨٩ %.

٣- المواد و الطرق

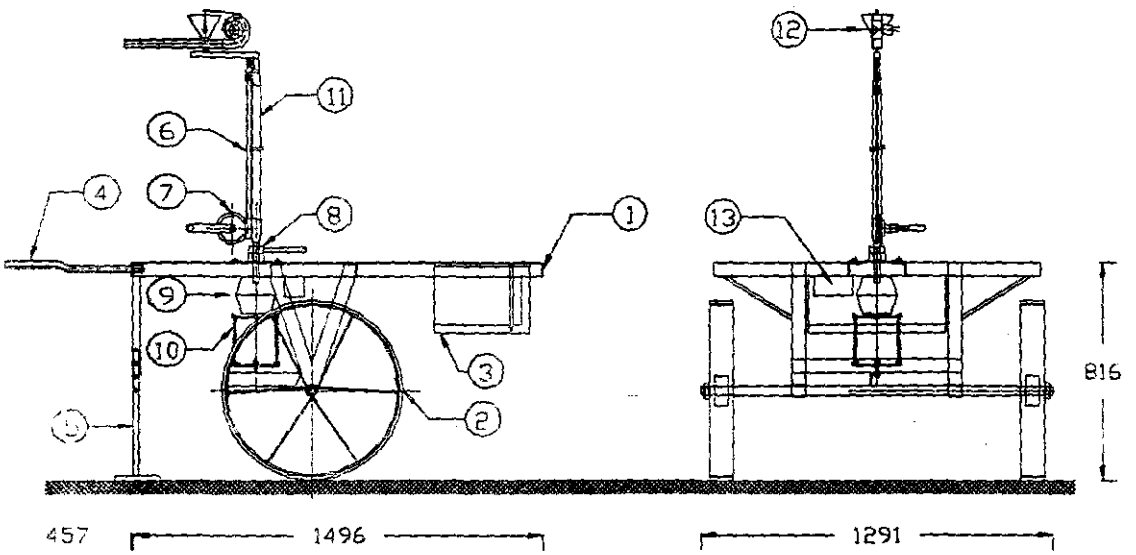
٣-١: آلة التلقيح المصممة: تم تصنيع هذه الآلة بورشة خاصة بمحافظة الشرقية، والوزن الكلى لها حوالى ١٠٦ كج، و تتكون الآلة (شكل ١) من الأجزاء التالية:

(أ) مقطورة يدوية التحريك: تفى بالمميزات التالية: أبعادها أقل ما يمكن لتناسب العمل مع الأشجار المتزاحمة و غير المنتظمة، متزنة، خفيفة الوزن، لها عجلتان فقط لسهولة الحركة و التوجيه و الدوران، العجل من نوع يعطى أقل انزلاق و يمكن استخدامه فى جميع أنواع الأراضي، يوجد بها صندوق لوضع العدة و أجهزة التلقيح و مواد التلقيح و أدوات مثل البطارية. و تتكون هذه المقطورة من شاسيه طوله ١٥٠ سم و عرضه ١٢٠ سم مصنوع من زوايا من الحديد المطاوع بعرض ٥ سم و سمك ٥ مم، و عجلتين من الحديد مغطاتين بالمطاط بقطر ٦٧,٤ سم و عرض ٨,٨ سم، سنادة، كراسى رولمان بلى.

(ب) آلية رفع مبتكرة: و تتكون من ثلاثة أنابيب ذات مقطع مربع (وزنهم بكل ما مرتبط بهم ٧ كج)، طول الأنبوبة الواحدة ٢,١ متر ، العرض ٣٠، ٢٠، ٢٥ سم ، و تتداخل مع بعضها و تتحرك تلسكوبيا بحيث تعطى ارتفاعا مقداره ٦ متر (يمكن زيادته بتعديل التصميم)، و يوجد مجرى بعرض ٥ مم فى أحد جوانب المربع للثلاثة أنابيب. يربط أحد طرفى سلك من الصلب (طوله حوالى ٤,١ متر) بقاعدة كل من الأنبوبتين الثانية والثالثة عن طريق بكرات بحيث يمكن فرد الأنابيب المتداخلة أو تركها تتداخل. و فى نهاية قاعدة الأنابيب كتلة موازنة لتسهيل حركة الأنابيب فى أى اتجاه (٣٦٠°).

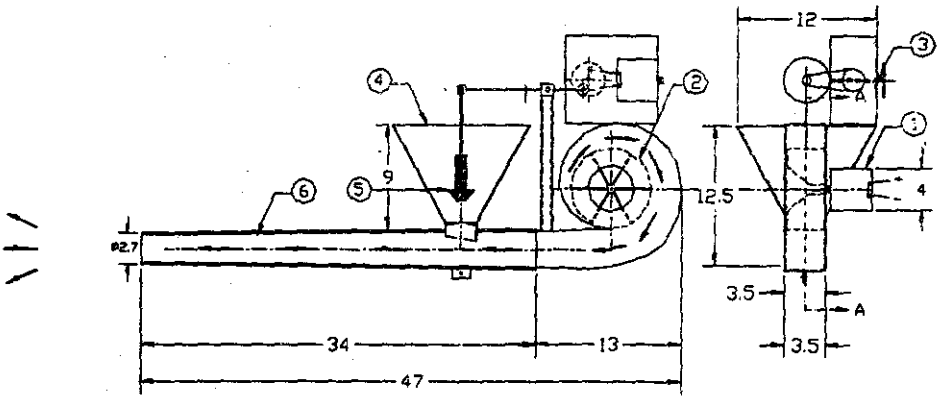
و تتم الحركة الآلية التلسكوبية عن طريق لف الطارة بواسطة اليد، و يتم تثبيت الأنبوبة التلسكوبية على الطول المراد عن طريق سقاطة (إصبع بسوسته).

(ج) جهاز تلقيح ذو مروحة: و يتكون من مروحة مثبتة على محرك كهربى صغير ١٢ فولت يدار عن طريق بطارية جافة مثبتة أسفل الأنابيب التلسكوبية (وتم لحامه بكتلة مرحلة على إحدى ريش المروحة للحصول عل اهتزازات تساعد على سريان حبوب اللقاح)، مع صندوق مخروطى يوضع به حبوب اللقاح (شكل ٢) و يتم التحكم فى معدل التصرف عن طريق بوابة فى أسفل صندوق حبوب اللقاح يتم تحريكها عن طريق رافعة على محرك صغير ثانى. ويمر تيار الهواء المتولد من المروحة داخل أنبوبة مخروطية ليقابل حبوب اللقاح.



(١) الاطار، (٢) اطار مطاط، (٣) صندوق العدة وحبوب اللقاح، (٤) ذراع الدفع والتوجيه، (٥) رجل ارتكاز، (٦) سلك الرفع، (٧) بكرة الرفع، (٨) ذراع التثبيت، (٩) كتلة موازنة، (١٠) ياءات موازنة، (١١) أنابيب تلسكوبية، (١٢) جهاز تلقيح، (١٣) بطارية ١٢ فولت.

شكل (١): رسم تخطيطى، صورة فوتوغرافية لآلة تلقيح النخيل المدفوعة.
(Awady et al., 1998)



شكل (٢): جهاز تلقيح النخيل.

(١) محرك كاسيت ١٢ فولت، (٢) مروحة، (٣) آلية ترددية،
(٤) صندوق خليط اللقاح، (٥) كتلة اغلاق الصمام، (٦) أنبوبة مخروطية.
(Awady et al., 2003b)

٣-٢: أجهزة القياس المستخدمة: شريط متر، ساعة إيقاف.

٣-٣: أرض التجربة وأطوال النخيل ومسافة الزراعة:

تم إجراء التجربة فى مزرعة خاصة فى محافظة الشرقية فى أرض رملية مزروعة بصنف البلح السمانى، تروى سطحياً، الأشجار مزروعة بطريقة غير منتظمة. وتراوحت المسافة بين النخيل بين ٣ - ٧ متر، المسافة بين الصفوف ٥ - ٧ متر، ارتفاع النخيل يتراوح بين ٥ - ٧ متر، عمر النخيل حوالى ١٢ - ١٥ سنة، المساحة حوالى ١ فدان (عدد ١٠٠ نخلة). وكانت متغيرات التجربة كالتالى:
(أ) المسافة بين النخيل، (ب) أرتفاع النخيل، (ج) عدد العراجين/نخلة.
تم تكرار كل تجربة خمس مرات لتعطى متوسطات مقبولة.

٣-٤: معدل الأداء (نخلة/ساعة) = ٦٠ x ٦٠/ الزمن الكلى (ث) ---(١)

حيث: ***الزمن الكلى = زمن التنقل + زمن الصعود + زمن الهبوط + زمن التلقيح + زمن ملء صندوق اللقاح + زمن التنقل من صف إلى صف + زمن الضبط والإصلاح*** ---------- (٢)

٣-٥: الكفاءة الحقلية =(زمن التنقل + زمن الصعود + زمن الهبوط + زمن التلقيح)/ الزمن الكلى ---------- (٣)

٣-٦: التقييم الاقتصادى لاستخدام الآلة:

تم حساب تكاليف تشغيل الآلة المصممة باستخدام معادلة Awady, 1978 كالتالى :

$$C=P/h(1/a + I/2 + t+ r) + (w.e) + m/144 \quad \text{---------} \quad (1)$$

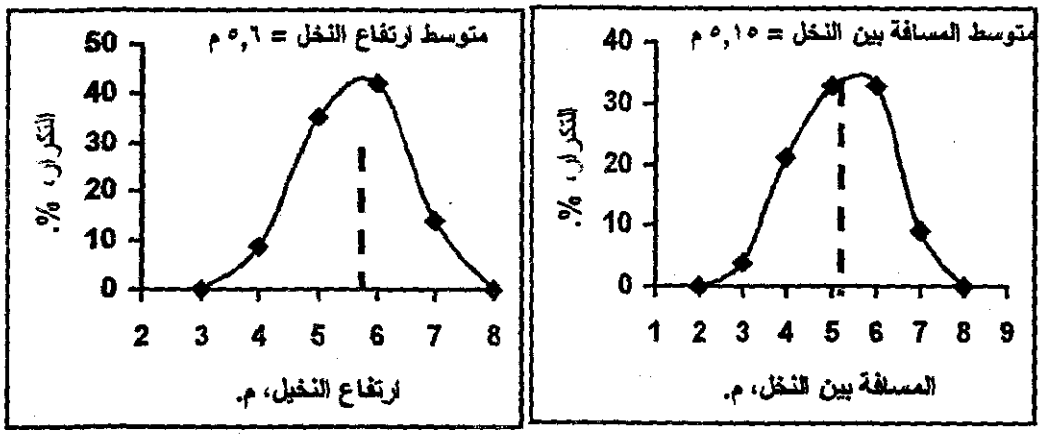
حيث: C = تكاليف التشغيل (جنيه/ساعة)، P = سعر الآلة بالجنيه، h = عدد ساعات التشغيل في السنة (١٠٠٠ ساعة)، a = عمر الآلة بالسنين (١٠ ستوات)، i = نسبة فائدة رأس المال (٠,١٣)، t = نسبة الضرائب (٠,٠٥)، r = نسبة الإصلاحات من استهلاك رأس المال (٠,٠٦)، w = الطاقة الكهربية المستهلكة فى شحن البطارية بالكيلووات.ساعة، e = ثمن الطاقة الكهربية بالجنيه/كيلووات.ساعة (٠,٢٥)، m= مرتب العامل في الشهر (٣٠٠ جنيه).

٤- النتائج ومناقشتها

٤-أ: المسافة بين النخيل، ارتفاع النخيل، عدد العراجين لكل نخلة:

٤-أ-١: المسافة بين النخيل: وجد أن مواصفات النخيل الذى أجريت عليه الدراسة كالتالى (شكل ٣): المسافة بين النخيل = ٣ - ٧ متر، أعلى نسبة نخيل (٣٣ %) للمسافة ٥ متر، يليها ٣٣ % للمسافة ٦ متر، (٢١ %) للمسافة ٤ متر. أى أن ٨٧ % من النخيل مزروع على مسافة ٤ - ٦ متر.

٤-أ-٢: ارتفاع النخيل: وجد التالى (شكل ٣): تراوح ارتفاع النخيل بين ٤ - ٧ متر، متوسط ارتفاع النخلة حوالى ٥,٦ متر. كما وجد أن أعلى نسبة نخيل (٧٧ %) بارتفاع تراوح بين ٥ - ٦ متر.

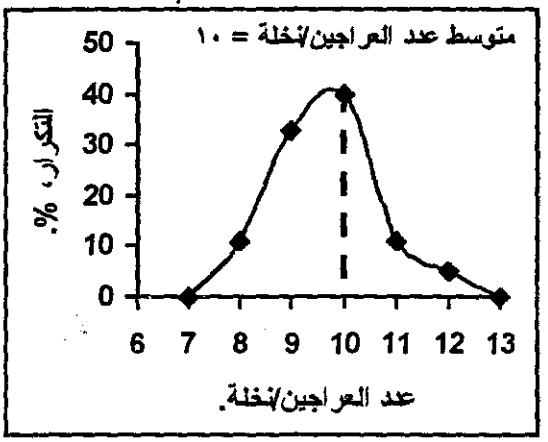


شكل ٣: التوزيع التكرارى للمسافة بين النخيل وارتفاعه.

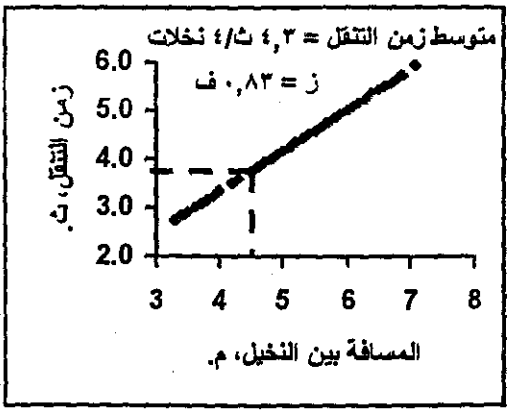
٤-أ-٣: **عدد العراجين لكل نخلة:** وجد أن عدد العراجين لكل نخلة تراوح بين ٨ - ١٢عرجون. كما وجد أن أعلى نسبة (٧٣ %) تكرار لعدد عراجين لكل شجرة عندما تراوح بين ٩ - ١٠ عرجون (شكل ٤).

٤-ب: **معدل أداء الآلة:**

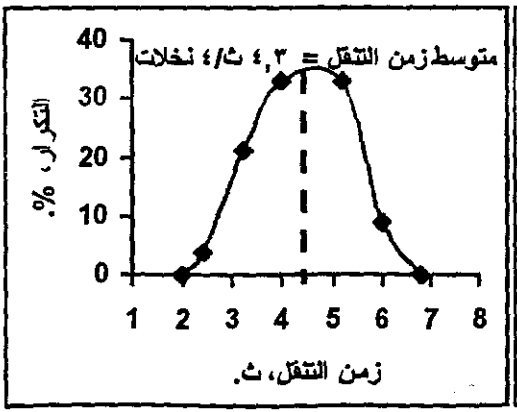
٤-ب-١: ***الزمن اللازم لتنقل الآلة من شجرة إلى أخرى:*** وجد أن زمن التنقل من شجرة لأخرى زاد خطياً من ٢,٤ إلى ٦ ث، عندما زادت المسافة بين النخيل من ٣ إلى ٧ متر بعلاقة "ز≈ ٠,٨٣ ف" حيث "ز" هى الزمن بالثوانى، "ف" هى المسافة بالمتر (أى أن الحركة بسرعة ٠,٨٣ متر لكل ثانية). كما وجد أن متوسط زمن التنقل حوالى ٤,٤٠ ث. ووجد أن زمن التنقل زاد بزيادة المسافة بين النخيل (شكل ٥). ووجد أن أعلى نسبة (٨٧ %) تكرار لزمن التنقل لكل نخلة عندما تراوح بين ٣,٢ - ٥,٢ ث (شكل ٦). ويتم تلقيح ٤ نخلات بدون تحريك الآلة، أى أن متوسط زمن التنقل لكل نخلة = ٤,٤٠ / ٤ = ١,١٠ ث.



شكل ٤: التوزيع التكرارى لعدد العراجين لكل نخلة.

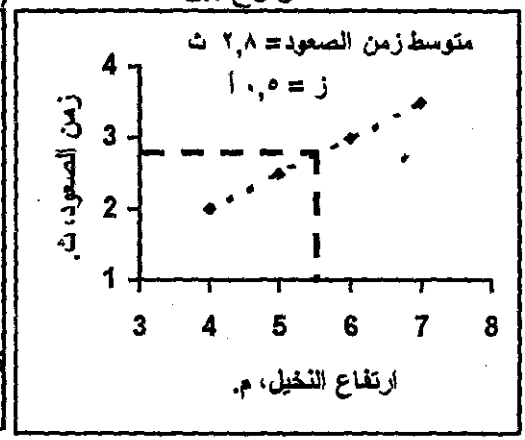


شكل ٥: تأثير المسافة بين النخيل على زمن التنقل.

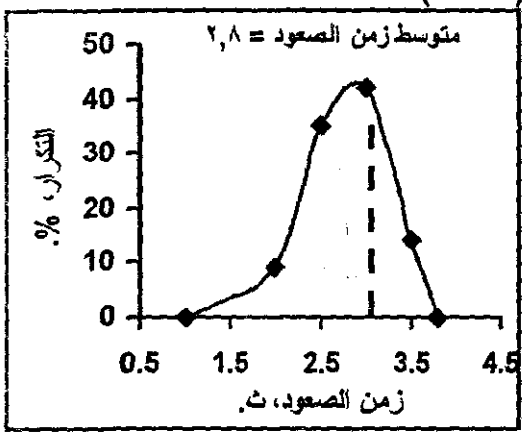


شكل ٦: التوزيع التكرارى لزمن التنقل.

٤-ب-٢: *الزمن اللازم لرفع الأنابيب التلسكوبية:* وجد أن الزمن اللازم لرفع الأنابيب التلسكوبية (الصعود) زاد خطياً بين ٢ – ٣,٥ ث، عندما تراوح ارتفاع النخيل بين حوالى ٤ – ٧ متر بعلاقة "ز = ٠,٥ أ" حيث "ز" هى زمن الصعود بالثانية، "أ" ارتفاع النخلة بالمتر (شكل ٧). بمتوسط حوالى ٢,٨ ث. ووجد أن أعلى نسبة (٧٧ %) تكرار لزمن الصعود لكل نخلة عندما تراوح بين ٢,٥ – ٣ ث (شكل ٨).

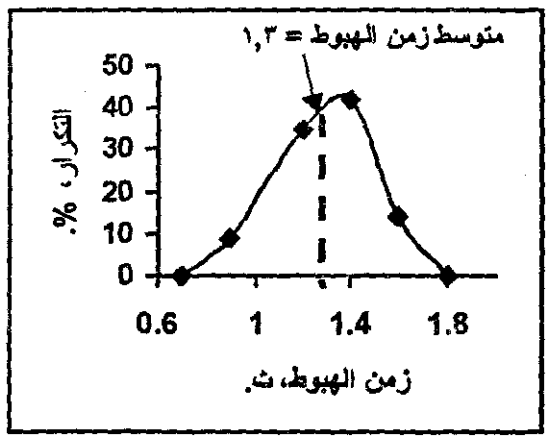


شكل ٧: تأثير ارتفاع النخيل على زمن الصعود.



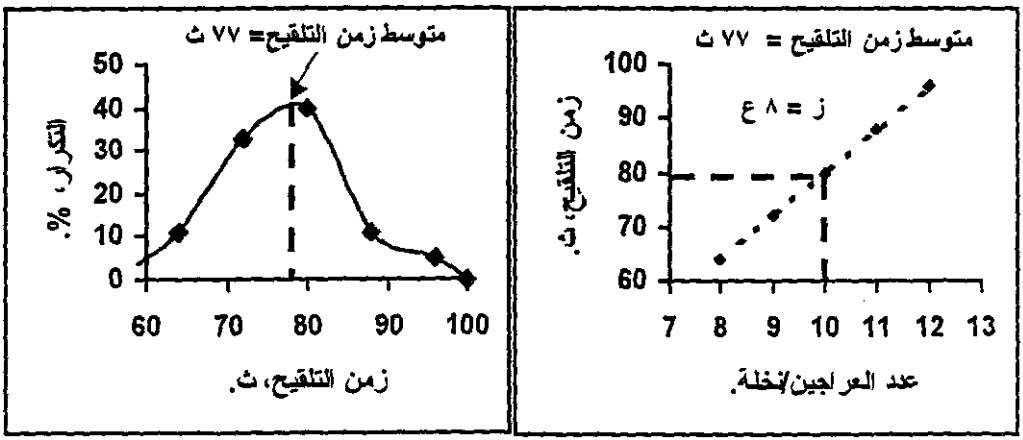
شكل ٨: التوزيع التكرارى لزمن الصعود.

٤-ب-٣: *الزمن اللازم لخفض الأنابيب التلسكوبية:* وجد أن الزمن اللازم لهبوط الأنابيب التلسكوبية تراوح بين ٠,٩ – ١,٦ ث، عندما تراوح ارتفاع النخيل بين حوالى ٤ – ٧ متر. ووجد أن أعلى نسبة (٧٧ %) تكرار لزمن الهبوط لكل نخلة عندما تراوح بين ١,٢ – ١,٤ ث (شكل ٩).



شكل ٩: التوزيع التكرارى لزمن الهبوط لكل نخلة.

٤-ب-٤: *الزمن اللازم للتلقيح:* وجد أن الزمن اللازم لتلقيح نخلة واحدة (ز) تراوح بين ٦٤ - ٩٦ ث، عندما تراوح عدد العراجين/نخلة (ع) من ٨ - ١٢ عرجون (شكل ١٠). ووجد أن أعلى نسبة (٧٣ %) تكرار لزمن التلقيح لكل نخلة عندما تراوح بين ٧٢ - ٨٠ ث (شكل ١١).



شكل ١٠: تأثير عدد العراجين لكل نخلة على زمن الصعود.

شكل ١١: التوزيع التكرارى لزمن التلقيح.

٤-ب-٥: *الزمن اللازم لملء صندوق اللقاح:* وجد أن الزمن اللازم لملء صندوق اللقاح حوالى ١٥٠ - ١٨٠ ث ويتكرر ذلك بعد تلقيح ١٠ نخلات تقريبا.

٤-ب-٦: *الزمن اللازم لدوران الآلة:* وجد أن الزمن اللازم لدوران الآلة حوالى ٤,٥٠ - ٥,٥٠ ثانية.

٤-ب-٧: *الزمن اللازم لضبط وإصلاح الآلة:* وجد أن متوسط الزمن اللازم لضبط ووضع الأنابيب التلسكوبية وإنزال رجل الأرتكاز وضبط وضع الآلة حوالى ٦ دقائق لكل ١٠٠ نخلة تقريبا (٣,٦ ث/نخلة).

٤-ب-٨: *الزمن الكلى = زمن التنقل + زمن الصعود + زمن الهبوط + زمن التلقيح + زمن ملء صندوق اللقاح + زمن الدوران + زمن الضبط والإصلاح*

الزمن الكلى = ١,١٠ + ٢,٨ + ١,٣ + ٧٧ + ١٧ + ٤,٩ + ٣,٦ = ١٠٧ ث/نخلة
معدل الأداء = ٦٠ x ٦٠/ الزمن الكلى = ٦٠x٦٠/١٠٧ = ٣٣ نخلة/ ساعة

مما سبق وجد أن متوسط معدل الأداء حوالى ٣٣ نخلة/ساعة (حوالى ٢٦٤ نخلة/يوم).

٤-ت: الكفاءة الحقلية =(زمن التنقل + زمن الصعود + زمن الهبوط + زمن التلقيح)/ الزمن الكلى

= (١,١٠ + ٢,٨ + ١,٣ + ٧٧)/١٠٧ = ٧٦,٨ %

مما سبق وجد أن الكفاءة الحقلية حوالى ٧٦,٨ %.

٤-ج: تكاليف التشغيل: تم حساب تكاليف تشغيل الآلة باستخدام معادلة Awady, 1978 كالتالى:

C = p/h (1/a + i/2 + t + r) + (w.e) + m/144,

C = 2000/1000 (1/10 + 0.13/2 + 0.05 + 0.06) + (0.05 x 0.25) + 300/144

C = 2.65 LE/h

C =2.65 (LE/h)/33 (tree/h) = 0.08 LE/palm tree

تكاليف التلقيح = تكاليف تشغيل الآلة + تكاليف حبوب اللقاح والمادة الحاملة

= ٠,٠٨ + ٠,٠٤ = ٠,١٢ جنيه/نخلة

مما سبق يتضح أن تكاليف التلقيح باستخدام الآلة المصممة حوالى ٠,١٢ جنيه/نخلة، بينما التلقيح بالطريقة اليدوية حوالى ٢,٥٠ جنيه/نخلة (Harb and Megahed, 1995).

الملخص والخلاصة

يمكن تلخيص النتائج فى النقاط التالية:

* متوسط معدل الأداء حوالى ٣٣ نخلة/ساعة (٢٦٤ نخلة/يوم).
* وجد أن الكفاءة الحقلية حوالى ٧٦,٨ %.
* *تكاليف التلقيح باستخدام الآلة المصممة حوالى ٠,١٢ جنيه/نخلة، بينما التلقيح بالطريقة اليدوية حوالى ٢,٥٠ جنيه/نخلة.*

قائمة المراجع

Abd Allah, M. Y.; Rashed, M. F.; Okeel, A., and Hamady, A. M., 1997, Date palm planting and production, MOA: 1 - 5.

Awady, M. N., 1978, Tractors and farm machines, in Arabic, text. Col. Ag., A. Shams U.: 164-167.

Awady, M. N., 1992, Farm machines, Lec. Memographs, Col. Ag., Ain Shams U.: 95 -97.

Awady, M. N.; Hamady, A. M.; Yehia, I. and El-Attar, M., 1998, A contemplated design of pollination machine for date palm trees, 6th Conf. of Misr Soc. Ag. Eng., 15(4): 262 –273.

Awady, M. N.; Yehia, I.; Arif, E. M. and El-Attar, A., 2003a, Design of a portable pollination and palm servicing machine, 11th Conf. of Misr Soc. Ag. Eng.: Under Pub.

Awady, M. N.; Hamady, A. M.; Yehia, I. and El-Attar, A., 2003b, Design of a self-propelled pollination and palm servicing machine, 11th Conf. of Misr Soc. Ag. Eng.: Under Pub.

Harb, S. K. and Megahed, M., 1995, A simple design for date palm pollination, 3d Conf. of Misr Soc. Ag. Eng., 12(4): 61 – 73.

Lovghavi, M., 1993, Development of a mechanical date pollinator, AMA, 4(1): 24-32.

Mousa, I. A. and Aliwa, A. A., 2000, A comparative study on mechanical and traditional pollination of Hayany date palms under conditions of North Sinai Gov., Egyp. J. Appl. Sci., 15 (3): 228 – 2246.

Factors of design and operation of a pushed pollination and palm servicing machine

I. Yehia [1]

ABSTRACT

The aims of this study are to design, construct, and evaluate a simple machine for pollination of date palm trees. The designed machine consists of a manual trailer, telescopic tubes, and pollination device. The main results can be summarized in the following:

- The average machine productivity was 33 palm tree/h.
- Field efficiency of the designed machine was 76.8 %.
- Pollination cost for the designed machine was 0.12 LE/palm tree, whereas, the pollination cost by a traditional method was 2.5 LE/palm tree.

(1) Senior Res., Ag. Eng. Res. Institute, Ag. Res. Center, Dokki, Giza.