"AGRICULTURAE ENGINEERING ROLE IN REDUCING LOSSES AND MAXMIZING PRODUCTION"
The 11th Annual Conference of Misr Society of Agr. Eng. Oct.2003 : 923–934

عوامل تصميم وتشغيل آلة متنقلة لتلقيح وخدمه نخيل البلح

أ. د. محمد نبيل العوضى[١]، د. إبراهيم يحيى[٢]
د. الأمين محمد عارف[٣]، م. أحمد العطار[٤]

الخلاصة

يهدف هذا البحث إلى تطوير وتصميم آلة متنقلة تستخدم فى تلقيح وإجراء عمليات الخدمة للنخيل مثل مكافحة الآفات والتقليم مع دراسة العوامل المؤثرة علـى أدائهـا، وتتميز الآلة بأنها يمكن أن تعمل بكفاءة عالية مع كل زراعـات النخيـل (الضـيقة، المتسعة، العشوائية، على حواف الطرق والترع)، وقد تم التوصل الى النتائج التالية:

* متوسط معدل الأداء حوالى ٢٠ نخلة/ساعة (١٦٠ نخلة/يوم).
* الكفاءة الحقلية حوالى ٧٨,٢ %.
* *تكاليف التلقيح باستخدام الآلة المصممة حوالى ١٧ ,٠جنيه/نخلة.*
* وجد أن أفضل تصميم لأرجل الارتكاز هو الأرجل المستقيمة بطول حوالى ٢متـر، وارتفاع قاعدة الأنابيب التلسكوبية عن الأرض حوالى ٢٠,٥ سم.

١ – المقدمة

تعتبر مصر من الدول الأولى فى إنتاج التمور فى العالم، و قد وصل إنتاجهـا السنوى لعام ١٩٩٦حـوالى ٧٣٧ ألـف طـن مـن ٧,٥ مليـون نخلـة مثمـرة (Abd Allah et al., 1997).

تم فى هذا البحث تطوير وتصميم آلة متنقلة لتلقيح النخيل تتميز بالتالى:
(١) ملاءمتها لتلقيح أشجار النخيل المنزرعة عشوائيا وعلى جسور الترع والطـرق والمنزرعة على مسافات ضيقة، (٢) انتظامية توزيع خليط اللقاح، (٣) سـهولة التحكم فى معدل تصرف خليط اللقاح، (٤) بساطة التركيب، (٥) سهلة التشغيل والضبط و الصيانة و الإصلاح، (٦) انخفاض تكاليف الآلـة بحيـث يسـتطيع المزارع البسيط اقتنائها، (٧) يمكنها تلقيح ٤ نخلات بدون تحريك الآلـة حيـث يمكن لف الأنابيب التلسكوبية ٣٦٠ درجة.

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 فـى عمليـة التسلق ومن عيوبه تقليل عمر الشجرة. (ب) حزام التسلق.
(٢) النظام لنصف الآلى ويشمل: (أ) سلالم خاصة يمكنها تغييـر الارتفـاع و ذات قاعدة عريضة لتحقيق الاتزان. (ب) طوق التسلق ومن عيوبه البطء الشديد.

---

(١) أستاذ الهندسة الزراعية المتفرغ بكلية الزراعة جامعة عين شمس،
(٢) باحث أول،(٣) باحث، (٤) مهندس، معهد بحوث الهندسة الزراعية.

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

و قد وجد (Aliwa, 1992) أن نسبة العقد بلغت فى المعاملات الملقحة آليا (٦٤,٨١ %) مع وجود فرق معنوى بينها و بين المعاملات الملقحة يدويا (٥٠,٥٣ %)، و لكنه أرجع هذه الفروق الى اختلاف أنواع القوهات المستخدمة فى نثر اللقاح.

قام (Harb and Megahed, 1995) بتصميم آلة لتلقيح النخيل ذات مروحة صغيرة تسحب مخلوط التلقيح من خزان صغير، و وجدا التالى: (١) بلغت نسبة عقد الثمار فى التلقيح بالآلة ٧٩,٥ % مقارنة بالتلقيح اليدوى ٦٥,١ %. (٢) أفضل مادة حاملة هى الردة الناعمة. (٣) أفضل نسبة خلط هى ١ : ١٠. (٤) تكاليف تلقيح النخلة الواحدة بالآلة أقل من التلقيح اليدوى بمقدار ٢,١٥ جنيه.

قام (Abdel Hady, 1995) بتقييم بعض نظم التسلق المستوردة و المصنعة محليا، و قد قام باختيار هذه النظم لتتناسب مع مواصفات الأشجار الموجودة فى بعض محافظات مصر. و نظم التسلق المختبرة هى: النظام اليدوى، الرافعة العراقية R. P. 10، نظامMabrouk OEW، الرافعة Platform Aerial، السلم القابل للاستطالة، و الرافعة Mabrouk/Hydra، طوق التسلق. و وجد أن أفضل نظم التسلق هو الرافعة العراقية الذى يوفر ٥٨٤ جنيه/ فدان مقارنة باليدوى.

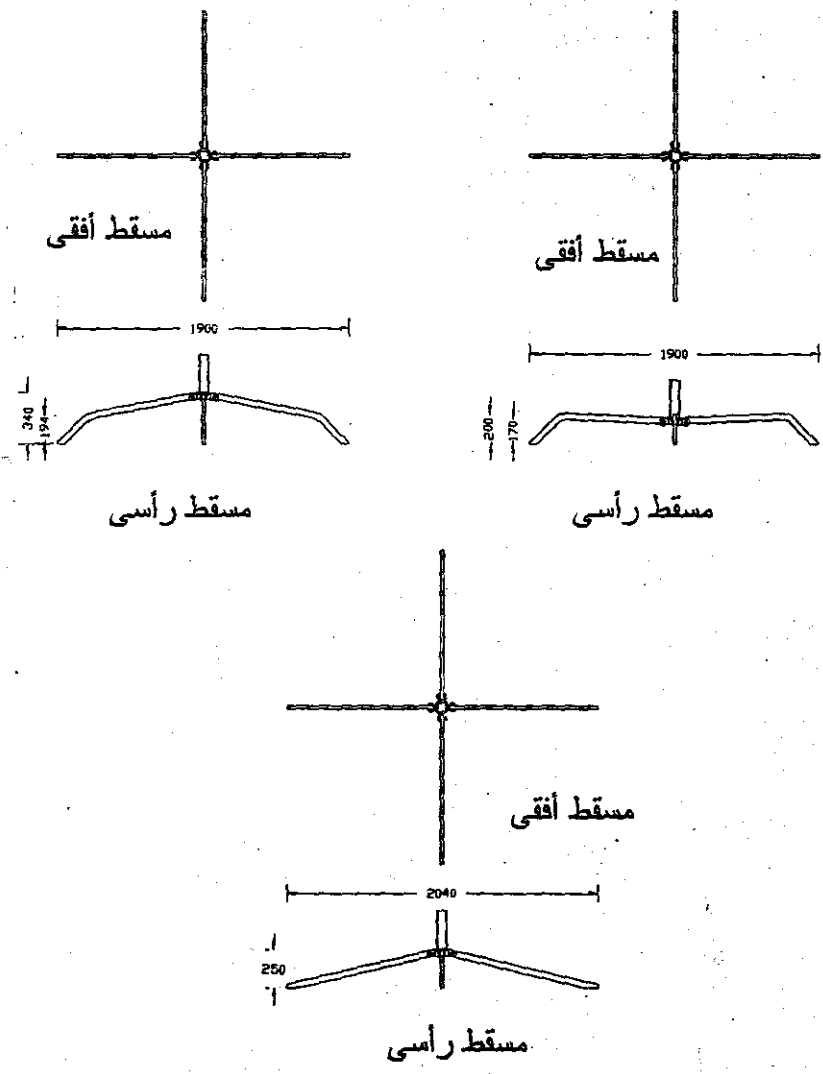
قام (Awady et al., 1998) بتصميم آلة مبتكرة لتلقيح النخيل مكونة من مقطورة يدوية التحريك، آلية رفع عبارة عن ثلاثة أنابيب تتداخل مع بعضها وتتحرك تلسكوبيا آليا، أربع أجهزة تلقيح، ووجدوا أن أفضل نظام للتلقيح هو المروحى، وأعطت أعلى تقدم ومقداره ٧٥ سم وانتشار عرضى مقداره ٦٠ سم.

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

المواد و الطرق

٣-١: آلة التلقيح والخدمة المصممة: تم تصنيع هذه الآلة بورشة خاصة بمحافظة الشرقية، وكتلتها الكلية لها حوالى ٢٠ كج، و تتكون الآلة (شكل ٢) من الأجزاء التالية:

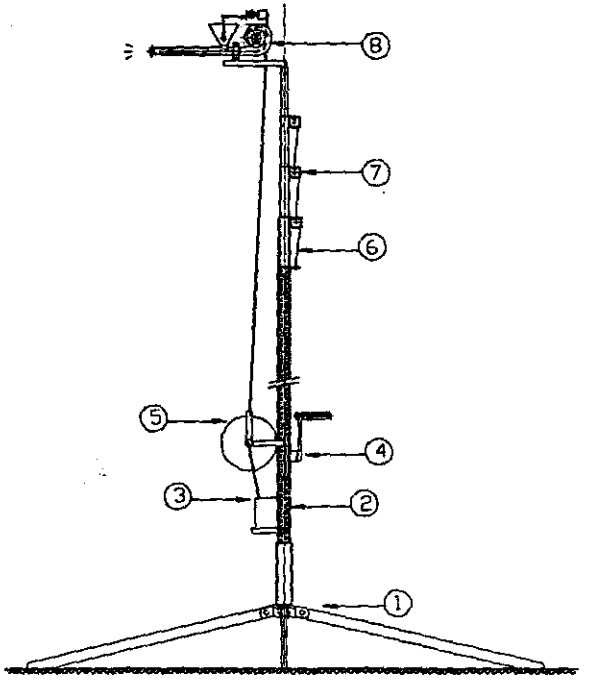
(أ) قاعدة الإرتكاز ذات الأذرع: تم تصميم ثلاث قواعد ارتكاز التى تحمل الأنابيب التلسكوبية وأبعادها وأشكالها كما بشكل ١:



الأبعاد بالسنتيمتر

شكل ١: ثلاثة تصميمات لقواعد الارتكاز.

جهاز الرفع



شكل (٢):

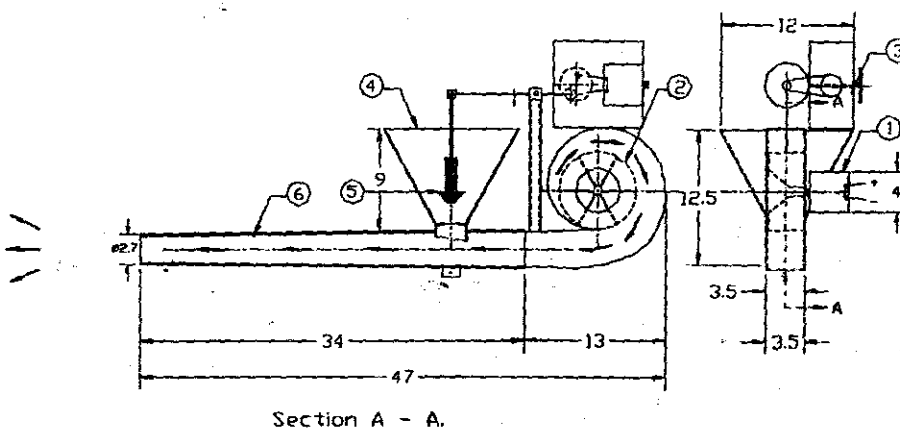
آلة تلقيح النخيل المتنقلة.

١- أرجل إرتكاز، ٢- أنابيب تلسكوبية، ٣- بطارية ١٢ فولت، ٤- بكرة الرفع، ٥- بكرة الكهرباء، ٦- سلك الرفع، ٧- بكرة السلك، ٨- جهاز التلقيح.

(ب) آلية رفع مبتكرة بواسطة (Awady et al., 1998): وتتكون من الأجزاء التالية: ٥ أنابيب ذات مقطع مربع (كتلتها الكلية ٨ كج)، طول الأنبوبة الواحدة ٣ متر، العرض ٥٠، ٤٠، ٣٠، ٢٥، ١٩ مم ، وتتداخل مع بعضها وتتحرك تلسكوبيا بحيث تعطى ارتفاعا مقداره حوالى ١٣ متر، ويوجد مجرى بعرض ٥ مم فى أحد جوانب المربع للخمس أنابيب. يربط أحد طرفى سلك من الصلب (طوله حوالى ٣,٥ متر) بقاعدة كل من الأنابيب الثانية، الثالثة، الرابعة عن طريق بكرات بحيث يمكن فرد الأنابيب المتداخلة أو تداخلها.

وتتم الحركة الآلية التلسكوبية عن طريق لف الطارة بواسطة اليد، ويتم تثبيت الأنبوبة التلسكوبية على الطول المراد عن طريق بنز.

(ج) جهاز تلقيح ذو مروحة (Awady et al., 1998): ويتكون 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 ٣) ويتم 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.



شكل (٣): جهاز تلقيح النخيل *(Awady et al., 1998)*.
(١) محرك كاسيت ١٢ فولت، (٢) مروحة، (٣) آلية ترددية،
(٤) صندوق خليط اللقاح، (٥) كتلة إغلاق الصمام، (٦) أنبوبة مخروطية.

٣-٢: **أجهزة القياس المستخدمة:** شريط متر، ساعة إيقاف، تاكوميتر، مخيار مدرج.

٣-٣: أرض التجربة وأطوال النخيل ومسافة الزراعة.

تم إجراء التجربة فى مزرعة خاصة فى محافظة الشرقية فى أرض رملية سلتية مزروعة بصنف البلح الزغلول وكانت متوسط المسافة بين أشجار النخيل تتراوح بين ٦ م. وكانت متغيرات التجربة كالتالى:

(أ) المسافة بين النخيل (٤ - ٩ م)، (ب) أرتفاع النخيل (٧ - ١٤ م)، (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 :

$$C=P/h(1/a + I/2 + t+ r) + (w.e) + m/144 \text{ ---------- } (4)$$

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

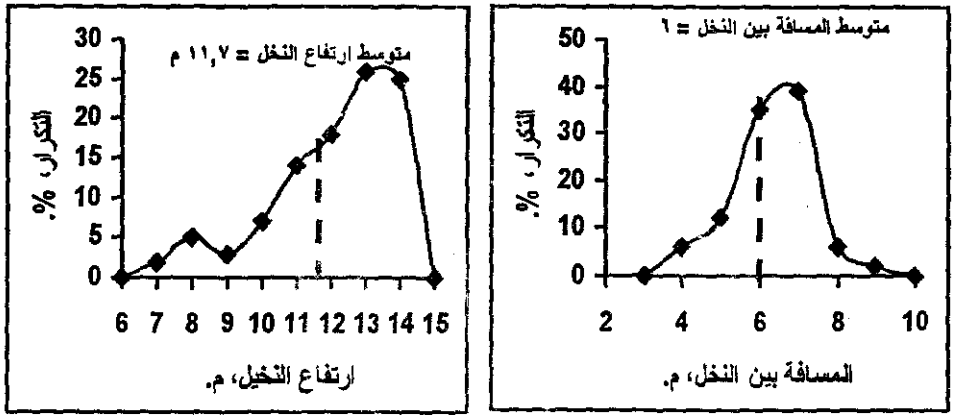
٤- النتائج ومناقشتها

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 ٤): المسافة بين النخيل = ٤ - ٩ متر، أعلى نسبة نخيل

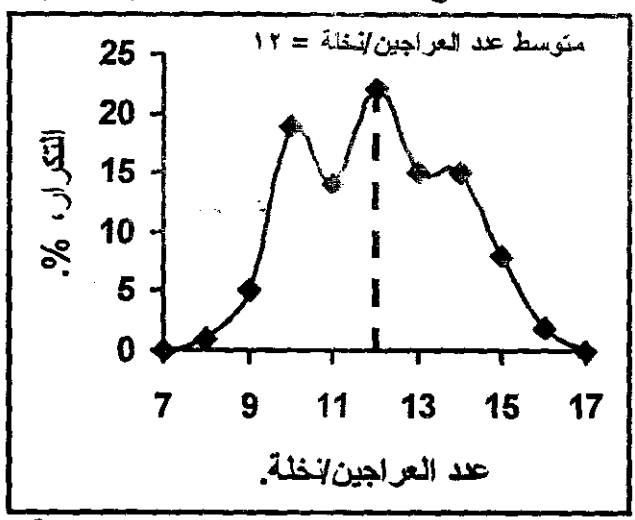
(٣٩ %) للمسافة ٧ متر، يليها ٣٩ % للمسافة ٦ متر، أى أن ٧٨ % من النخيل مزروع على مسافة ٦ – ٧ متر.

٤-أ-٢: **ارتفاع النخيل:** وجد التالى (شكل ٤): تراوح ارتفاع النخيل بين ٧ – ١٣,٩ متر، متوسط ارتفاع النخلة حوالى ١١,٧ متر. كما وجد أن أعلى نسبة نخيل (٨٣ %) بارتفاع تراوح بين ١٠ – ١٤ متر.



شكل ٤: التوزيع التكرارى للمسافة بين النخيل وارتفاعه.

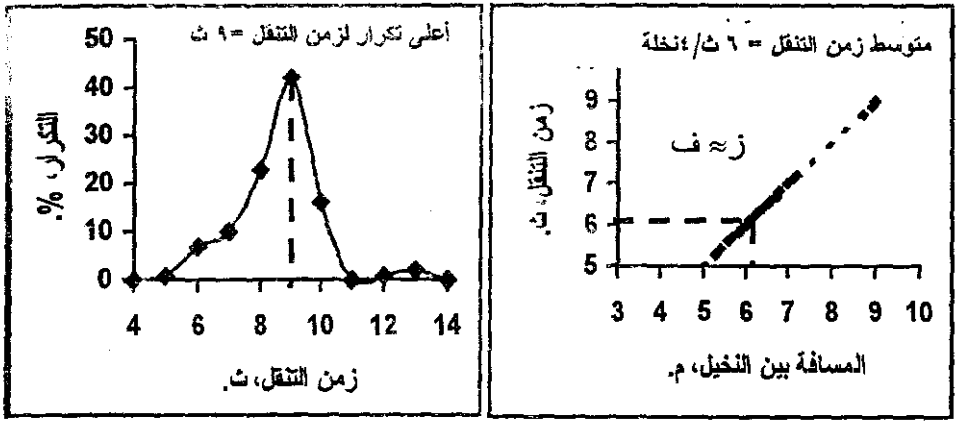
٤-أ-٣: **عدد العراجين لكل نخلة:** وجد أن عدد العراجين لكل نخلة تراوح بين ٨ – ١٦ عرجون. كما وجد أن أعلى نسبة (٨٥ %) تكرار لعدد عراجين لكل شجرة عندما تراوح بين ١٠ – ١٤ عرجون (شكل ٥).



شكل ٥: التوزيع التكرارى لعدد العراجين لكل نخلة.

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 ٤ إلى ٩ ث، عندما زادت المسافة بين النخيل من ٤ إلى ٩ متر بعلاقة "ز ≈ ف" حيث "ز" هى الزمن بالثوانى، "ف" هى المسافة بالمتر (أى أن الحركة بسرعة متر واحد لكل ثانية). كما وجد أن متوسط زمن التنقل حوالى ٦ ث. ووجد أن زمن التنقل زاد بزيادة المسافة بين النخيل (شكل ٦). ووجد أن أعلى نسبة (٧٧ %) تكرار لزمن التنقل لكل نخلة عندما تراوح بين ٦ – ٧ ث (شكل ٧). ويتم تلقيح ٤ نخلات بدون تحريك الآلة، أى أن زمن التنقل لكل ٤ نخلات.



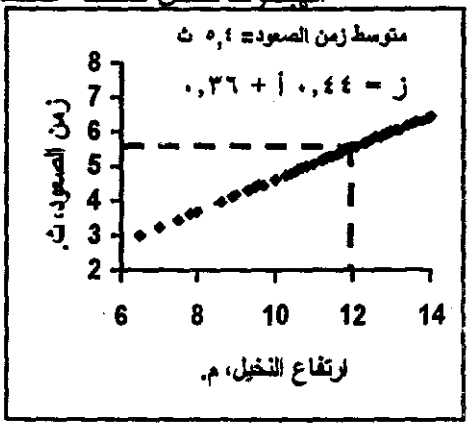
شكل ٦: تأثير المسافة بين النخيل على زمن التنقل.

شكل ٧: التوزيع التكرارى لزمن التنقل.

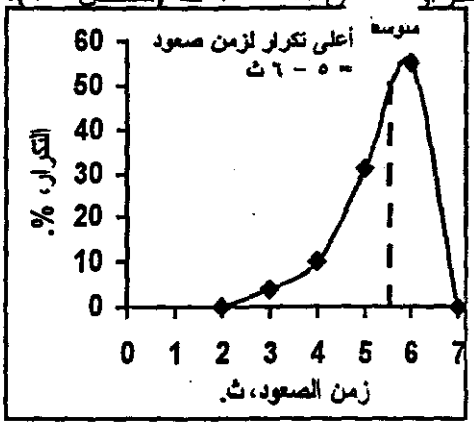
٤-ب-٢: *الزمن اللازم لرفع الأنابيب التلسكوبية:* وجد أن الزمن اللازم لرفع الأنابيب التلسكوبية (الصعود) زاد خطياً بين ٣ – ٦ ث، عندما تراوح ارتفاع النخيل بين حوالى ٧ – ١٤ متر بعلاقة "ز = ٠,٤٤ أ + ٠,٣٦" حيث "ز" هى زمن الصعود بالثانية، "أ" ارتفاع النخلة بالمتر (شكل ٨). بمتوسط حوالى ٥ ث. ووجد أن أعلى نسبة (٨٦ %) تكرار لزمن الصعود لكل نخلة عندما تراوح بين ٥ – ٦ ث (شكل ٩).

٤-ب-٣: *الزمن اللازم لخفض الأنابيب التلسكوبية:* وجد أن الزمن اللازم لهبوط الأنابيب التلسكوبية تراوح بين ٥ – ١٠ ث، عندما تراوح ارتفاع النخيل بين حوالى ٧ – ١٤ متر. ووجد أن أعلى نسبة (٧٧ %) تكرار لزمن

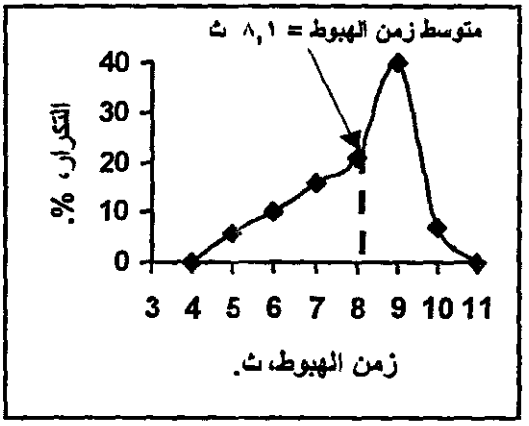
الهبوط لكل نخلة عندما تراوح ن ٨ – ١٠ ث (شكل ١٠).



شكل ٨: تأثير ارتفاع النخيل على زمن الصعود.



شكل ٩: التوزيع التكرارى لزمن الصعود.

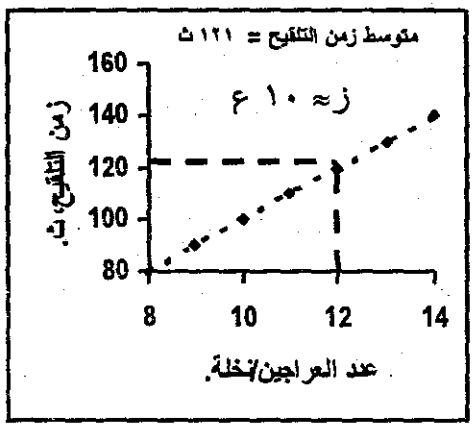


شكل ١٠: التوزيع التكرارى لزمن الهبوط لكل نخلة.

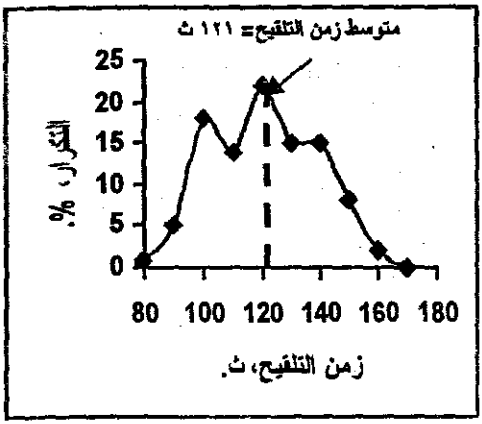
٤–ب–٤: *الزمن اللازم للتلقيح:* وجد أن الزمن اللازم لتلقيح نخلة واحدة تراوح بين ١٠٠ – ١٥٠ ث (١,٦٦ – ٢,٥ ق)، عندما تراوح عدد العراجين/نخلة (ع) بين حوالى ٨ – ١٦ عرجون (شكل ١١). ووجد أن أعلى نسبة (٨٥ %) تكرار لزمن التلقيح لكل نخلة عندما تراوح بين ١٠٠ – ١٤٠ ث (شكل ١٢).

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 تقريباً.

٤-ب-٦: الزمن *اللازم لتنقل الآلة من صف إلى صف:* وجد أن الزمن اللازم لدوران الآلة حوالى ٨ - ١٠ ثانية.



شكل ١١: تأثير عدد العراجين لكل نخلة على زمن الصعود.



شكل ١٢: التوزيع التكرارى لزمن التلقيح.

٤-ب-٧: الزمن *اللازم لضبط وإصلاح الآلة:* وجد أن متوسط الزمن اللازم لضبط وإصلاح الآلة حوالى ١٠ دقائق لكل ١٠٠ نخلة تقريباً (٦ ث/نخلة).

٤-ب-٨: الزمن *الكلى:* وجد أن متوسط الزمن الكلى اللازم لإجراء عملية التلقيح بالآلة حوالى ١٧٤ ث/نخلة، تم حسابه كالتالى:

الزمن الكلى = ١,٥ + ٥,٤ + ٨,١ + ١٢١ + ١٧ + ٩ + ٦ = ١٧٤ ث/نخلة

معدل الأداء: وجد أن معدل أداء آلة التلقيح المصممة حوالى ٢٠ نخلة/ساعة (١٦٠ نخلة/يوم)، تم حسابها كالتالى:

معدل الأداء = ٦٠ x ٦٠/ الزمن الكلى = ٦٠x٦٠/١٧٤ = ٢٠ نخلة/ ساعة

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

= (١,٥ + ٥,٤ + ٨,١ + ١٢١)/١٧٤= ٧٨,٢ %

مما سبق وجد أن الكفاءة الحقلية حوالى ٧٨,٢ %.

٤-د: تصميم قاعدة الارتكاز: وجد أن أفضل تصميم لأرجل الارتكاز هو الأرجل المستقيمة بطول حوالى ٢ متر، وارتفاع قاعدة الأنابيب التلسكوبية عن الأرض حوالى ٢٠,٥ سم والتى أعطت أعلى اتزان للآلة بعد الرفع لأقصى ارتفاع (حوالى ١٣ م) وتحمل جهاز التلقيح وزنه حوالى ١٠ نيوتن بالإضافة إلى وزن الأنابيب التلسكوبية (٨ كج) وأثناء التوجيه بزاوية ميل على الأفقى

حوالى ٧٠ درجة، أى أن العزم الواقع على نقطة اتصال الأنابيب التلسكوبية بأرجل الارتكاز حوالى ١٣٠ نيوتن.م، أما التصميمان الآخران من أرجل الارتكاز فحدث لها انقلاب عند نفس العزم.

٤-هـ: 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,								
p	h	a	i	t	r	w	e	m
1000	1000	10	013	0.05	0.06	0.05	0.25	300

C = 2.65 LE/h

C =2.65 (LE/h)/20 (tree/h) = 0.13 LE/palm tree

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

= ٠,١٣ + ٠,٠٤ = ٠,١٧ جنيه/نخلة

مما سبق يتضح أن تكاليف التلقيح باستخدام الآلة المصممة حوالى ٠,١٧ 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 ٢٠ نخلة/ساعة (١٦٠ نخلة/يوم).
* وجد أن الكفاءة الحقلية حوالى ٧٨,٢ %.
* *تكاليف التلقيح باستخدام الآلة المصممة حوالى ٠,١٧ جنيه/نخلة، بينما التلقيح بالطريقة اليدوية حوالى ٢,٥٠ جنيه/نخلة.*
* وجد أن أفضل تصميم لأرجل الارتكاز هو الأرجل المستقيمة بطول حوالى ٢ متر، وارتفاع قاعدة الأنابيب التلسكوبية عن الأرض حوالى ٢٠,٥ سم.

قائمة المراجع

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

Aliwa, A. A., 1992, Design of a simple equipment to mechanize the pollination processing date palm tree under Egyptian conditions, M. Sc. Th., Fac. of Ag. Zagazig U.: 124 - 125.

Awady, M. N., 1978, Tractors and farm machines, in Arabic, text. Col. Agr., 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.

Abdel Hady, F. A., 1995, Studies on climbing mechanization of date palm, M. Sc. Th., Fac. of Ag., Ain Shams U.: 124 - 125.

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.

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 portable pollination and palm servicing machine

M. N. Awady[1], I. Yehia [2], E. M. Arif[3] and A. A. El Attar [4]

ABSTRACT

The aim of this study is to design, construct, and evaluate a self-propelled machine for pollination of date palm trees, along with other services such as pest control and pruning. The designed machine consists of 4-arm stand, telescopic tubes, and pollination or other devices. The main results can be summarized in the following:

- The average machine productivity was 20 palm tree/h.
- Pollination cost for the designed machine was 0.17 LE/palm tree, whereas, the pollination cost by a traditional method was 2.5 LE/palm tree.
- The optimum design of 4-arms stand was straight arms with about 2 m width and 20.5 cm height which gave the best stability.

---

(1) Prof. Emerit., Ag. Eng. Dept., Col. Ag. Ain Shams U.,
(2) Senior Res., (3) Res., and (4) Eng., Ag. Eng. Res. Institute.