مجلة جامعة الملك سعود، م١٥، العلوم الزراعية (٢)، ص ص ١٢١-١٤٦، الرياض (١٤٢٣هـ/٢٠٠٣م)

تقييم أداء آلات زراعة البطاطس في الأراضي الرملية الطمية بالمملكة العربية السعودية

محمد فؤاد وهبي، عبد الرحمن بن عبد العزيز الجنوبي، وعبد الواحد محمد أبوكريمة

قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود

ص.ب ٢٤٦٠، الرياض ١١٤٥١، المملكة العربية السعودية

(قدم للنشر في ١٤٢١/١٢/١هـ؛ وقبل للنشر في ١٤٢٢/١٠/١٠هـ)

ملخص البحث. تم في هذا البحث تقييم ثلاث آلات زراعة متوافرة بالسوق المحلي في المملكة العربية السعودية، تختلف هذه الآلات في نوع جهاز التلقيم للدرنات، الأولى جهاز التلقيم من النوع السير الرأسي الحامل للأكواب، الثانية جهاز التلقيم من النوع الإبري، أما الثالثة فهي نصف آلية ذات تلقيم يدوي. استخدمت سرعتان أماميتان هما ١.١ كم/س و ١.٥ كم/س وصنفان من درنات البطاطس هما (أفونديل وسبونتا)، تمت الزراعة في العروة الخريفية وتم زراعة الدرنات بدون تدريج. استخدم جرار زراعي مزود بأجهزة قياس، ووحدة استقبال وتخزين للبيانات متصلة ببرنامج حاسب آلي لتجميع البيانات الواردة من أجهزة القياس. تم قياس معدل استهلاك الوقود، والسرعة الأمامية، وقوة الشد الأفقية. تمت الزراعة عند عمق ١٠ سم.

أوضحت النتائج أن السرعة الأمامية، وصنف الدرنات، ونوع الآلة لهم تأثير معنوي في المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف الواحد، وأن السرعة الثانية أعطت متوسط مسافة بين الدرنات داخل الصف أكبر من السرعة الأولى بحوالي ١٣٪. كما وجد تأثير معنوي للسرعة الأمامية وصنف الدرنات ونوع آلة الزراعة في معدل استهلاك الوقود (لتر/س). كما احتاجت الآلة ذات الأكواب إلى قوة شد أفقية أعلى من الآلة نصف الآلية بمقدار ٨٧٪ وعن الآلة ذات التلقيم الإبري بمقدار ٦٪.

كما أوضحت النتائج أنه لا يوجد تأثير معنوي للسرعة الأمامية ونوع آلة الزراعة في كفاءة الأداء، أما صنف درنات البطاطس فله تأثير معنوي في كفاءة الأداء. وكانت أعلى كفاءة أداء حوالي ٧٧.٣٣ ٪ وذلك عندما تقوم آلة زراعة بطاطس بزراعة صنف الدرنات أفونديل عند متوسط سرعتي التشغيل. وأوضحت النتائج أنه يوجد تأثير معنوي لصنفي درنات البطاطس في عدد النباتات في المتر الطولي، بينما لا يوجد تأثير لنوع الآلة في عدد النباتات في المتر الطولي.

مقدمـــة

تعتبر البطاطس من المحاصيل الغذائية المهمة والمنتشرة على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم. حيث تعتبر إحدى محاصيل الخضر الرئيسة وتأتي في المرتبة الثانية بعد الحبوب [١، ص٧]. وتعتمد كثير من الشعوب في غذائها على البطاطس للحصول على الطاقة الحرارية اللازمة للجسم بدلا من الخبز أو الأرز. وتزرع البطاطس في جميع أنحاء العالم، ومنها المملكة العربية السعودية. ونتيجة للنهضة الزراعية الشاملة التي تعيشها المملكة العربية السعودية، تطور الإنتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني كما ونوعا، فقد تم التركيز على زراعة وتحسين إنتاجية المحاصيل الاقتصادية الناجحة مثل محصول البطاطس. ولأهمية البطاطس في المملكة العربية السعودية فقد بدأ برنامج تطوير زراعة البطاطس بالمملكة العربية السعودية عام ١٣٩٥هـ (١٩٧٥م) بتكوين فريق عمل بحثي لدراسة إمكانية التوسع في زراعة البطاطس ومعرفة المشكلات التي تعترض انتشار زراعتها [١، ص٤].

قدرت الكميات المنتجة من البطاطس في عام ١٩٧٦م بحوالي ٢٠ طنا بينما قدرت كمية الإنتاج عام ١٩٩٠م حوالي ٦٠ ألف طن [١، ص٨-٩]. وبلغت المساحة الإجمالية لمحصول البطاطس في المملكة العربية السعودية أكثر من ١٩ ألف هكتار عام ١٩٩٨م [٢، ص٢٢]. وتشمل هذه المساحة كلا من المساحات التقليدية والمتخصصة، لموسمي الزراعة الربيعي والخريفي. كما بلغ الإنتاج من محصول البطاطس عام ١٩٩٨م حوالي ٣٥ ألف طن [٢، ص ٢٢]. ولأهمية محصول البطاطس أصدر برنامج تطوير وتحسين زراعة وإنتاج البطاطس في المملكة العربية السعودية عدة نشرات إرشادية عن زراعة البطاطس في الموسم

الربيعي والخريفي [٣] لتحديد أنسب المتغيرات المتعلقة بالمحصول من حيث الحراثة حتى الحصاد.

تجود زراعة البطاطس في مناطق مختلفة من المملكة العربية السعودية، حيث زادت أهميتها في الآونة الأخيرة باعتبار أن محصول البطاطس أحد المحاصيل البديلة للقمح بالنسبة للمزارع السعودي، حيث تجود زراعتها في الترب الرملية والترب الرملية الطمية، والتي تشكل معظم ترب المملكة العربية السعودية [١، ص٩٥]. واستخدام الآلات الزراعية في إنتاج البطاطس يعتبر إحدى الوسائل المهمة لرفع إنتاجية البطاطس بالإضافة إلى تقليل تكاليف الإنتاج مما يؤدي بالتبعية إلى زيادة العائد المادي لمنتجي البطاطس. ومما لاشك فيه أن ارتفاع أسعار تقاوي البطاطس يؤدي إلى زيادة الاهتمام بأداء آلات زراعة البطاطس، حيث أوضح عبده أن إنتاج محصول البطاطس زاد بمقدار١٤,٧٪ عند استخدام الزراعة الآلية بدلا من الزراعة التقليدية [٤]. كما أوضح Abdou أن زراعة البطاطس آليا تعتبر عاملا إيجابيا في زيادة إنتاجية البطاطس بالمقارنة مع الزراعة اليدوية [٥]. وبينت الدراسات السابقة أن اختيار آلات زراعة البطاطس وآليات التغذية بها ترتبط بالتوصيات الزراعية للمحصول، كما أوضحت نفس هذه الدراسات أن الغالبية العظمى لآلات زراعة البطاطس تحقق الكثافة المطلوبة من نبات محصول البطاطس، كما أن الزراعة الآلية تحقق انتظام المسافة بين الدرنات في الصف وبين الصفوف وعمق الزراعة مما يزيد إنتاجية المحصول [٦].

أوضح Zaag أن العدد الرئيسي لنباتات البطاطس في كل متر مربع في مزارع المملكة العربية السعودية يكون من ١٠-١٥ نبات/م^{٢}، وبافتراض أن كل درنة تقاو تعطي ٣ نباتات؛ لذا فإن وضع ٤ درنات في المتر المربع يكون كافيا لإنتاج مثل هذه الكثافة من النباتات. وأوضح نفس الباحث أن المزارع في المملكة العربية السعودية التي تستخدم الزراعة الآلية في زراعة البطاطس تكون الصفوف بين النباتات حوالي ٩٠ سم، وللحصول على الكثافة المطلوبة من نباتات البطاطس لكل متر مربع يجب أن تكون المسافة بين النباتات داخل الصف من ٢٧-٢٨ سم. كما أوضح نفس الباحث أن آلة زراعة البطاطس بالأكواب هي أكثر شعبية لدى المزارعين في المملكة العربية السعودية [١، ص ٢١٩-٢٢١].

قام كل من Bishop and Maunder بتقسيم أجهزة التلقيم المستخدمة مع آلات زراعة البطاطس إلى: جهاز التلقيم اليدوي، وجهاز التلقيم بالأكواب، وجهاز التلقيم بالسيور المنبسطة، وجهاز التلقيم بالسيور المجوفة، وجهاز التلقيم بالسيور المتعددة، وجهاز التلقيم بالأصابع اللاقطة (الإبرية). ولقد أوضحا أن نوع جهاز التلقيم المستخدم مع آلة زراعة البطاطس له تأثير في أداء هذه الآلات عند التشغيل الحقلي [٧، ص٥٢-٥٨].

قام عبده بتصميم وتقييم وحدات مجمعة لزراعة البطاطس آلية ونصف آلية وتبين من نتائجه أن آلة الزراعة الآلية ذات الأكواب أعطت أفضل مسافة فعلية بين الدرنات داخل الصف [٤]. ووجد Entz and La Croix عند تقييمهما لخمس آلات لزراعة البطاطس أن أفضل انتظام للمسافة بين الدرنات تم الحصول عليه عند استخدام آلة الزراعة ذات الأكواب المفردة وآلة الزراعة ذات أصابع اللقط الإبرية حيث كان معامل الاختلاف بين المسافة بين الدرنات في الصف لكلتا الآلتين ٥٢٪، و٥٠٪ على التوالي [٨]. أما النتائج التي حصل عليها Misener عند تقييمه لآلات زراعة بطاطس مزودة بأجهزة تلقيم إبرية وأجهزة تلقيم ذات الأكواب أظهرت أن آلة الزراعة الإبرية أعطت أقل تغير للمسافة بين الدرنات من آلة الزراعة ذات الأكواب. حيث وصل معامل الاختلاف بين المسافة بين الدرنات في الصف للآلة المزودة بأصابع لقط إبرية إلى حوالي ٥٥٪ إلى ٦٩٪، بينما تراوح هذا المعامل لآلة الزراعة ذات الأكواب بين ٥٩٪ و٨٧٪ [٩]. كما أوضح Ismail أن انتظام توزيع الدرنات في الصف كان لجهاز التلقيم لآلة الزراعة ذات الأكواب بالمقارنة مع آلات الزراعة نصف الآلية ذات التلقيم اليدوي [١٠، ص ٦٠].

وتبين الدراسات السابقة أن هناك ارتباط بين السرعة الأمامية وأداء آلات زراعة البطاطس، حيث وجد Sieczka *et al.* أن انخفاض أداء آلة زراعة البطاطس قد يرجع أحيانا إلى السرعة الأمامية العالية [١١]. وتبين من النتائج التي توصل إليها Altuntas and Ogut عند دراسة تأثير السرعة الأمامية في توزيع درنات البطاطس في الصف بواسطة آلة الزراعة ذات الأكواب، أن زيادة السرعة الأمامية تؤدي إلى زيادة الانحراف المعياري للمسافة بين الدرنات داخل الصف [١٢]. وأظهرت النتائج التي حصل عليها Gupta *et al.* عند تقييمه

لأداء آلة زراعة بطاطس يتم دفعها بواسطة عامل، أن المسافة بين الدرنات في الصف تزيد مع زيادة السرعة الأمامية. وذكر الباحث أن ذلك يرجع إلى زيادة اهتزاز الآلة عند العمل بها على سرعات أمامية عالية [١٣]. وتبين من التجارب المعملية التي أجراها Hyde *et al.* لدراسة تأثير السرعة الأمامية في أداء آلة زراعة بطاطس مزودة بجهاز تلقيم ذي أصابع لقط إبرية، أنه لا يوجد تأثير للسرعة الأمامية في أداء آلة الزراعة عند العمل بسرعة أقل من ٥ كم/س، وعند زيادة السرعة من ٥ إلى ٨ كم/س فإن المسافة بين الدرنات زادت بمقدار ١١,٥مم [١٤]. كما تبين من النتائج التي حصل عليها Khairy عند تقييمه لأداء آلة زراعة بطاطس ذات الأكواب تعمل في تربة رملية أن زيادة السرعة الأمامية أدى إلى زيادة المسافة بين الدرنات داخل الصف. وقد كانت أقل مسافة بين الدرنات ٢٥ سم وتم الحصول عليها عند الزراعة بسرعة ٣,٦ كم/س مع العلم أن الآلة قد تم ضبطها لتعطي ٢٠ سم بين الدرنات في الصف [١٥]. كما أوضح Abdel-Ghafar أن انتظام توزيع الدرنات في الصف (التشتت العرضي) يقل بزيادة السرعة الأمامية مع ثبوت زاوية فاتح أخدود الدرنات [١٦، ص٤٦]. وتبين من النتائج التي حصل عليها Gupta *et al.* أن الزراعة بسرعات أمامية مرتفعة قلل من عدد النباتات في الصف [١٣]. كما أوضح Ismail أن عدد الدرنات في المتر الطولي كان أفضل عند استخدام آلة الزراعة ذات الأكواب بالمقارنة مع آلات الزراعة نصف الآلية ذات التلقيم اليدوي وأنه يقل بزيادة السرعة الأمامية للزراعة [١٠، ص٧٢]. وأظهرت النتائج التي قام بها عبده أن هناك تأثير لنوع التربة في الانحراف المعياري للمسافة بين الدرنات في الصف، حيث يزداد تدحرج الدرنات في التربة الرملية عنه في التربة الطينية الطمية، حيث كان متوسط الانحراف المعياري بين المسافة بين الدرنات في التربة الرملية ٢,٦٩ سم بينما كان في التربة الطينية الطمية ١,٩٨ سم [٤]. وأوضح Abdel-Ghafar أن السرعة الأمامية المناسبة للتشغيل لآلة زراعة نصف آلية ذات تلقيم يدوي تكون ١.٤٤ كم/س (٠,٤ م/ث) وأوضح كذلك أن القدرة المطلوبة للزراعة تزداد بزيادة السرعة الأمامية، ووصلت قوة الشد الأفقية لهذه الآلة حوالي ١٠,٢ كيلونيوتن [١٦، ص ٦٨]. كما أوضح Ismail أن القدرة اللازمة لآلات زراعة البطاطس تزداد بزيادة السرعة الأمامية،

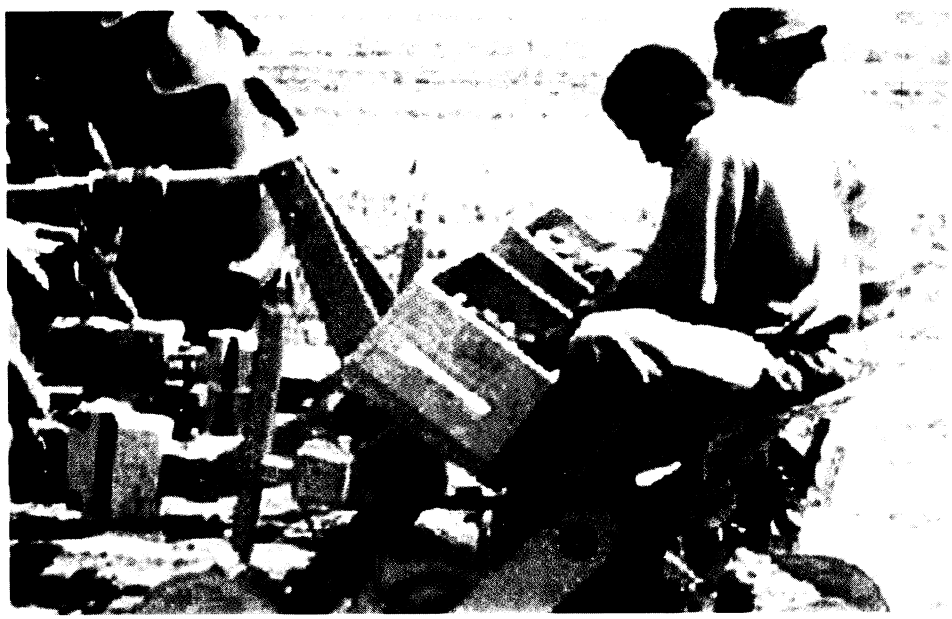
ووجد أن قوة الشد الأفقية اللازمة حوالي ١٦,١٣ ، و١١,٣٣ ، و١٦,٨ كيلونيوتن لآلة زراعة البطاطس نصف الآلية محلية الصنع ذات التلقيم اليدوي وآلة زراعة البطاطس نصف الآلية ذات تلقيم يدوي ومستوردة من الخارج وآلة زراعة البطاطس الآلية على الترتيب عند العمل بسرعة أمامية ١,٤٤ كم/س (٠,٤ م/ث) [١٠ ، ص ٩١]. ووجد Khairy عند تقييمه لأداء آلة زراعة بطاطس ذات الأكواب تعمل في تربة رملية أن كفاءة الأداء وصلت إلى حوالي ٨٠ إلى ٨٢,٤٤٪ عند مدى من السرعات الأمامية ٣,٦ إلى ٧,٨ كم/س وحجم درنات البطاطس كان ٥٠ مم [١٥]. وأوضح عبده أن معدل استهلاك الوقود قد تضاعف عند استخدام آلة زراعة البطاطس ذات التلقيم اليدوي بالمقارنة بآلة زراعة البطاطس الآلية [٤].

يهدف هذا البحث إلى تقييم أداء آلات زراعة البطاطس في المملكة العربية السعودية.وتشمل عناصر التقييم المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف ، وقوة الشد الأفقية ، ومعدل استهلاك الوقود ، وكفاءة الأداء ، وعدد النباتات في المتر الطولي.

المواد والطرق المستخدمة

تم استخدام ثلاث آلات لزراعة البطاطس. آلة الزراعة الأولى معلقة خلف الجرار ونظام التلقيم بها عبارة عن سير رأسي يحمل أكوابا ، والثانية نصف آلية وتعلق خلف الجرار وتلقيم الدرنات يدويا ، والثالثة ذات جهاز تلقيم من النوع الإبري وهي مقطورة خلف الجرار ، ويتم التحكم في عمق الزراعة فيها عن طريق أسطوانة هيدرولية تعمل بضغط زيت الجرار. يوضح (الشكل رقم ١) صورة لآلة زراعة البطاطس ذات الأكواب ، كما يوضح (الشكل رقم ٢) صورة لآلة الزراعة نصف الآلية ، ويعرض (الشكل رقم ٣) صورة لآلة زراعة البطاطس ذات جهاز التلقيم الإبري. ويوضح (الجدول رقم ١) مواصفات هذه الآلات. أما نظرية عمل هذه الآلات فقد عرضها إسماعيل بالتفصيل [١٧ ، ص١٩٨-٢٠٠].

الشكل رقم (١). صورة لآلة زراعة البطاطس ذات الأكواب المستخدمة في الزراعة.



الشكل رقم (٢). صورة لآلة زراعة البطاطس النصف الآلية، حيث تلقيم الدرنات يدويا.

الشكل رقم (٣). صورة لآلة زراعة البطاطس ذات جهاز التلقيم الإبري.

الجدول رقم (١). مواصفات آلات زراعة البطاطس المستخدمة في التجارب الحقلية.

المتغيـــــر	الوحـــدة	الآلة ذات الأكواب	الآلة ذات جهاز التلقيم الإبري	الآلة نصف الآلية
نوع الشبك مع الجرار	-	معلقة خلف الجرار	مقطورة خلف الجرار	معلقة خلف الجرار
عدد الصفوف	-	٢	٢	٢
الطراز	-	تيكي إرتجنلي	ماك كونيل	سبيدو
نوع جهاز التلقيم	-	سير حامل أكواب	إبري	يدوي
قطر عجلة الأرض	سم	٧٠	٩٦	٣٨
المسافة النظرية بين الصفوف	سم	٦٤	٩٢	٧٥
نوع فاتح الأخدود	-	فجاج	فجاج	فجاج
نوع جهاز التغطية	-	أقراص	أقراص	أقراص

تم ضبط الآلات لتكون المسافة النظرية بين الدرنات داخل الصف كالآتي : للآلة ذات الأكواب ٢١,٨ سم ، وللآلة ذات جهاز التلقيم الإبري ٢٥ سم ، وللآلة النصف الآلية ٢٣,٥ سم. تم ضبط عمق الزراعة عن طريق وضع قطعة من الخشب بسمك ١٠ سم أسفل عجلات الآلات ، ثم تم إنزال الفجاج (فاتح الأخدود) حتى لامس سطح الأرض الخرسانية. لم يتم إجراء أي تعديل على تصميم فاتح الأخدود أو أجهزة التغطية وتركت كما هي.

أجريت التجارب في محطة الأبحاث والتجارب الزراعية بديراب والتابعة لكلية الزراعة بالرياض ، جامعة الملك سعود خلال العام ٢٠٠٠م. قسمت أرض التجربة إلى قطاعات بعرض ٢ متر وطول ٧٠ مترا ، تم توزيع ٢٤ معاملة داخل القطاعات. أرض التجربة ذات تربة متماسكة وتصنيفها رملية طمية بنسب مكونات ٨٠٪ للرمل ، و١١٪ للسلت ، و٩٪ للطين. ومتوسط رطوبة التربة على أساس جاف أثناء التجارب يساوي ٧,٣٪ ومتوسط كثافة التربة يساوي ١,٤ جم/سم^{٣} ، أما متوسط قوة اختراق التربة يساوي ٢٦ نيوتن/سم^{٢} مع العلم بأن هذه القياسات عند عمق من ٠ إلى ١٠ سم.

تم تجهيز الأرض للزراعة بحراثة الحقل مرة واحدة بالمحراث الحفار في الاتجاه الطولي لقطاعات التجربة على عمق ١٢ سم. ثم رويت الأرض باستخدام الري بالرش (أنابيب ثابتة ورشاش دوار) بعد الحراثة وتركت يومين ثم جمعت الحشائش التي نمت بعد الري. ثم تم نثر الأسمدة التالية قبل الزراعة : ثنائي فوسفات الأمونيا (داب) ١٨-٤٦-صفر بمعدل ٢٦٠ كجم/هكتار وسوبر فوسفات ثلاثي بمعدل ٢٧٧ كجم/هكتار. ثم تم استخدام مشط قرصي لتمشيط الأرض بعد نثر الأسمدة بغرض قلب الأسمدة ، وإعطاء استواء لسطح التربة ، والتخلص من أي حشائش موجودة. ثم تم تخطيطها على حسب التصميم الإحصائي المتبع. وتمت زراعة درنات البطاطس تحت نظام الري بالرش الثابت باستخدام مياه صرف صحي معالجة ملوحتها ١,٣٦ دسم/م.

تم استخدام تصميم القطع التجريبية العشوائية (randomized block design) في التصميم الإحصائي ، حيث تم توزيع المعاملات عشوائيا داخل القطع التجريبية (١٢

معاملة) وكررت كل معاملة مرتين بإجمالي ٢٤ معاملة. ولقد استخدمت حزمة SAS [١٨] وطريقة تحليل التباين ANOVA تبعا لطريقة Steel and Torrie [١٩ ، ص٦٣٣] لمعرفة تأثير نوع آلة الزراعة، والسرعات الأمامية، وأصناف درنات البطاطس علي كل من قوة الشد الأفقية، ومعدل استهلاك الوقود، وعدد النباتات في المتر الطولي، والمسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف، وكفاءة الأداء. كما استخدمت طريقة أقل فرق معنوي (LSD) لمعرفة الفروقات بين متوسطات المعاملات المختلفة.

تم استخدام جرار زراعي طراز MF3090، حالته العامة وحالة إطاراته جيدة وقدرة محركه ٧٥,١ كيلوواط عند سرعة دوران للمحرك ٢١٩٦ لفة/د. الجرار مزود بأجهزة لقياس قوة الشد الأفقية، ومعدل استهلاك الوقود، والسرعة الأمامية، ومزود بوحدة استقبال وتخزين بيانات (datalogger). تم تزويد وحدة استقبال وتخزين البيانات ببرنامج حاسب آلي لتجميع واستقبال وتخزين البيانات من أجهزة القياس بحيث يتم قراءة وتسجيل البيانات بمعدل قراءة كل ثانية أثناء التشغيل الحقلي. ولمعرفة التفاصيل عن أنواع أجهزة القياس بالجرار وكيفية معايرتها يمكن الرجوع إلى دراسة سابقة [٢٠].

تم تسجيل من ٢٠ إلى ٩٠ قراءة لكل من قوة الشد الأفقية ومعدل استهلاك الوقود اعتمادا على السرعة الأمامية للتشغيل، ومن ثم أخذ المتوسط الحسابي لهما. السرعات الأمامية المختارة تم الحصول عليها عن طريق تغيير تعشيق التروس في الجرار والتحكم في وضع عصا الوقود. مع العلم بأن متوسط السرعة الأولى هو ١,١كم/س ومتوسط السرعة الثانية هو ١,٥ كم/س. هذا المدى من السرعات تم استخدامه في دراسات سابقة [١٠ ، ١٦]. وأثناء العمل الحقلي، شغل الجرار وتم إنزال آلة الزراعة إلى الوضع المحدد من قبل، وذلك قبل الدخول للقطعة التجريبية بمسافة ٥م؛ لكي يتم الوصول إلى حالة التشغيل الفعلية، وعند الوصول إلى أول القطعة التجريبية يتم البدء في تسجيل بيانات المتغيرات في وحدة استقبال وتخزين البيانات من أجهزة القياس وعند نهاية القطعة التجريبية يتم إيقافها.

بعد عشرة أيام من تاريخ الزراعة بدئ في عملية عد البادرات، حيث تعد كل يومين حتى اليوم الثلاثين من تاريخ بدء الزراعة.وأجريت عملية قياس المسافات الفعلية بين

الدرنات داخل الصف وبين الصفوف للآلات، وذلك بإزالة وسيلة تغطية الدرنات من على الآلات والسير بالآلة مسافة (٣٧ م) بالنسبة لآلتي الزراعة ذات الأكواب والإبرية، أما في آلة الزراعة اليدوية فكانت المسافة (٢٠ م)، وتم قياس المسافات الفعلية بين الدرنات داخل الصف والمسافات الفعلية بين الصفوف بالنسبة للسرعة الأولى وتكرر مرة أخرى، وتم تكرار هذه الطريقة مع السرعة الثانية بالنسبة لصنفي درنات البطاطس المستخدمة.

استخدم صنفان من درنات البطاطس مختلفين من حيث الشكل الظاهري كالآتي: الصنف الأول سبونتا (Spunta)، وهو صنف غير مستدير ويميل غالبا إلى الاستطالة وتم زراعة درناته بدون تدريج، أما الصنف الثاني فهو أفونديل (Avondel)، وهو صنف كروي الشكل وتم زراعة الدرنات بدون تدريج. هذه الأصناف عبارة عن درنات مأخوذة من العروة الربيعية للموسم السابق للزراعة وذلك كما هو متبع في زارعة البطاطس في المملكة العربية السعودية. تم زراعة العروة في الخريف في أكتوبر لعام ٢٠٠٠م. واتبعت عمليات الخدمة التقليدية بعد الزراعة.

المعادلات المستخدمة في الحسابات

تم حساب كثافة درنات البطاطس الفعلية في الحقل وفق المعادلة التالية [٢١]:

$$\text{كثافة الدرنات الفعلية (درنة/هكتار)} = \frac{١٠٠٠٠}{X_a + X_t} \qquad (١)$$

حيث: X_t = متوسط المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف، م

X_a = متوسط المسافة الفعلية بين الصفوف، م

أما كثافة درنات البطاطس النظرية المفروض وضعها بواسطة الآلة في الحقل فيمكن حسابها وفق المعادلة التالية [٢١]:

$$\text{كثافة الدرنات النظرية (درنة/هكتار)} = \frac{١٠٠٠٠}{S_a + S_t} \qquad (٢)$$

حيث: S_t = المسافة النظرية بين الدرنات داخل الصف، م

S_n = المسافة النظرية بين الصفوف، م

ويمكن معرفة أداء آلات زراعة البطاطس وفق المعادلة التالية [١٥]:

$$\text{كفاءة الأداء} = \frac{\text{كثافة الدرنات الفعلية (درنة/هكتار)}}{\text{كثافة الدرنات النظرية (درنة/هكتار)}} \times ١٠٠ \qquad (٣)$$

أما انتظامية المسافة بين درنات البطاطس داخل الصف فتتم معرفتها عن طريق حساب معامل الانتظام وفق المعادلة التالية [٢١، ص ٥١]:

$$\text{معامل انتظام المسافة بين الدرنات داخل الصف} = \frac{X_t}{S_t} \qquad (٤)$$

ومعامل انتظام المسافة بين الدرنات داخل الصف إما أن يساوي واحدا صحيحا، وفي هذه الحالة تكون انتظامية الدرنات داخل الصف مثالية، وإما أن يكون أقل أو أكبر من واحد، وفي هذه الحالة تكون هناك عدم انتظامية للدرنات داخل الصف.

وتم حساب معامل التكور لدرنات البطاطس وفق المعادلة التالية [٢١]:

$$\text{معامل التكور} = \frac{\text{أكبر طول للدرنة، مم}^{٢}}{\text{أكبر عرض للدرنة، مم} \times \text{أكبر سمك للدرنة، مم}} \times ١٠٠ \qquad (٥)$$

وتوضح المواصفة القياسية رقم 5691-19811E الأشكال المقترحة للدرنات بناء على معامل التكور [٢١].

النتائج والمناقشات

حسب معامل التكور لدرنات البطاطس المستخدمة بعد أخذ قياسات أكبر طول للدرنة، وأكبر عرض للدرنة، وأكبر سمك للدرنة لعدد ١٠٠ درنة. يوضح (الجدول رقم ٢) بعض المقاييس الإحصائية للأبعاد الموضحة بالمعادلة رقم (٥) لصنفي البطاطس. ووجد أن متوسط معامل التكور لصنف درنات البطاطس سبونتا يساوي ٣٢٣، وبمقارنة هذا

الرقم مع ما ذكر في المواصفة رقم 5691-19811E نجد أن هذا الصنف يندرج تحت صفة طويل. أما صنف البطاطس أفونديل فوجد أن معامل التكور له يساوي ١٥٥ ، وبمقارنة هذا الرقم مع ما ذكر في المواصفة السابقة نجد أن هذا الصنف يندرج تحت صفة كروي الشكل.

الجدول رقم (٢). بعض المقاييس الإحصائية لأبعاد صنفي درنات البطاطس.

الأبعاد	المقياس الإحصائي	الوحدة	صنفا درنات البطاطس	
			سبونتا	أفونديل
أكبر طول للدرنة	المتوسط الحسابي	مم	٦٧	٥٢
	أقل قيمة	مم	٤٩	٤٣
	أكبر قيمة	مم	٩٣	٦٤
	الانحراف المعياري	مم	١٠	٤
أكبر عرض للدرنة	المتوسط الحسابي	مم	٤٣	٤٧
	أقل قيمة	مم	٣٤	٤٠
	أكبر قيمة	مم	٥٧	٥٧
	الانحراف المعياري	مم	٥	٣
أكبر سمك للدرنة	المتوسط الحسابي	مم	٣٢	٣٧
	أقل قيمة	مم	٢٤	٣٠
	أكبر قيمة	مم	٤٣	٥٠
	الانحراف المعياري	مم	٤	٣

يوضح (الجدول رقم ٣) نتائج التحليل الإحصائي لمتغيرات تقييم الزراعة الآلية لمحصول البطاطس باستخدام ثلاث آلات تزرع صنفين من الدرنات عند سرعتين أماميتين للتشغيل. ويوضح (الجدول رقم ٤) تأثير السرعة الأمامية في متوسط متغيرات الأداء لتقييم زراعة البطاطس آليا كمتوسط لصنفين من الدرنات تمت زراعتهم بثلاث آلات زراعة مختلفة في نوع جهاز التلقيم. ويوضح (الجدول رقم ٥) تأثير صنفي درنات البطاطس في متوسط متغيرات الأداء لتقييم زراعة البطاطس آليا كمتوسط ثلاث آلات زراعة مختلفة في

نوع جهاز التلقيم تعمل عند سرعتين أماميتين. أما (الجدول رقم ٦) فيوضح تأثير نوع آلة زراعة البطاطس في متوسط متغيرات الأداء لتقييم زراعة البطاطس آليا كمتوسط لصنفين من الدرنات وتعمل الثلاث آلات بسرعتين أماميتين.

الجدول رقم (٣). تحليل التباين لخمسة متغيرات تصف أداء الزارعة الآلية لمحصول البطاطس عند استخدام آلات زراعة مختلفة لزراعة صنفين من الدرنات بسرعتين أماميتين.

مصدر التباين	درجات الحرية	متوسط المربعات (MS)				
		المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف، سم	كفاءة الأداء، ٪	عدد النباتات، نبات/متر طولي للصفين	قوة الشد الأفقية، كيلو نيوتن	معدل استهلاك الوقود، لتر/س
بين القطاعات	١	٠,٠٦	٢٦,٠	١,٠٤	٠,٠١	٠,١٥**
التأثيرات الرئيسة						
السرعة الأمامية	١	٩٥,٢**	٤٠,٠	٠,٠٤	١,٢**	٨,٠**
صنف درنات البطاطس	١	١١,٥**	٢٩٧٠**	١٥,٠٤**	٤,٣	٥,٧**
نوع آلة الزراعة	٢	٥٢٠,٥**	٥١,٠	٤,٢	٢٨,٤**	٥,٧**
التداخلات						
السرعة الأمامية × صنف الدرنات	١	٣٨,٠**	١١٧,٠	٠,٠٤	٠,٠٦	٠,٠٩**
السرعة الأمامية × نوع الآلة	٢	١٩,٩**	١٦٦,٥	٣,٢	٠,٠٤	٠,٠٢
صنف الدرنات × نوع الآلة	٢	٨٥,٠**	١٠٢,٤	١,٢	٠,١٩*	١,٤**
السرعة الأمامية × صنف الدرنات × نوع الآلة	٢	٥٥,٦**	٢٤,٠	٠,٧	٦,٨	٠,٠٣
الخطأ	١١	٠,٣٩	٧٦,٠	١,٣	٠,٠٤	٧,٦×١٠$^{-٣}$
المجموع	٢٣	-	-	-	-	-

* المعنوية عند $P < 0.05$ ** المعنوية عند $P < 0.01$

الجدول رقم (٤). تأثير السرعة الأمامية في متوسط متغيرات الأداء لتقييم زراعة البطاطس آليا كمتوسط لصنفين من درنات البطاطس تمت زراعتهما بثلاث آلات زراعة مختلفة في نوع جهاز التلقيم.

السرعة الأمامية (كم/س)	معدل استهلاك الوقود (لتر/س)	قوة الشد الأفقية (كيلو نيوتن)	كفاءة الأداء (٪)	متوسط المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف (سم)	عدد النباتات (نبات/متر طولي للصفين)
١,١	a١١,٧١	a٢,٤٤	a٦٤,٩٢	a ٢٧,٧	a٥,٧٥
١,٥	b١٢,٨٦	b٢,٨٨	a٦٧,٥	b٣١,٧	a٥,٦٧
❖LSD	٠,٠٨	٠,١٨	٧,٨٤	٠,٦	١,٠٣

* أقل فرق معنوي والمتوسطات المتبوعة بأحرف مختلفة في العمود الواحد تختلف معنويا على مستوى ٥٪.

المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف

من (الجدول رقم ٣) نجد أن السرعة الأمامية، وصنف درنات البطاطس، ونوع الآلة لهم تأثير معنوي في المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف. كما أن التداخل الثنائي بين كل من السرعة الأمامية وصنف درنات البطاطس، والسرعة الأمامية ونوع آلة الزراعة، وصنف درنات البطاطس ونوع آلة الزراعة له تأثير معنوي في المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف. ونجد من (الجدول رقم ٣) أن التداخل الثلاثي بين كل من السرعة الأمامية وصنف درنات البطاطس ونوع آلة الزراعة له تأثير معنوي في المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف الواحد. وربما يرجع السبب في ذلك إلى اختلاف حجم درنات صنفي البطاطس وإلى اختلاف نوع جهاز التلقيم في آلات الزراعة أو لاختلاف السرعة الأمامية للتشغيل، وهذه النتيجة متفقة مع دراسات سابقة [٤، ٩]. ومن الجدول رقم ٤) نجد أن السرعة الثانية (١,٥ كم/س) أعطت متوسط مسافة فعلية بين الدرنات داخل الصف أكبر من السرعة الأولى (١,١كم/س) بحوالي ١٢,٦٪ وهذا يتفق مع دراسات سابقة [١٢، ١٣].

يوضح (الجدول رقم ٥) المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف عند زراعة صنف درنات البطاطس أفونديل وكانت حوالي ٢٩,٠ سم، وهي أقل من المسافة الفعلية بين

الدرنات داخل الصف لصنف الدرنات سبونتا. وربما يرجع السبب في ذلك إلى انتظام حجم الدرنات في صنف أفونديل مما لا يعطي تشتتا كبيرا عن المسافة النظرية بين الدرنات داخل الصف والتي تم ضبط الآلة عليها.

الجدول رقم (٥). تأثير صنفين من درنات البطاطس في متوسط متغيرات الأداء لتقييم زراعة البطاطس آليا تم زراعتهم بثلاث آلات زراعة مختلفة في نوع جهاز التلقيم عند سرعتين أماميتين للتشغيل.

أصناف درنات البطاطس	معدل استهلاك الوقود (لتر/س)	قوة الشد الأفقية (كيلو نيوتن)	كفاءة الأداء (٪)	متوسط المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف (سم)	عدد النباتات (نبات/متر طولي للصفين)
أفونديل	a ١١,٧٩	a ٢,٦٥	b ٧٧,٣٣	a ٢٩,٠	b ٦,٥
اسبونتا	b ١٢,٧٧	a ٢,٦٨	a ٥٥,٠٨	b ٣٠,٤	a ٤,٩٢
*LSD	٠,٠٨	٠,١٨	٧,٨٤	٠,٦	١,٠٣

* أقل فرق معنوي والمتوسطات المتبوعة بأحرف مختلفة في العمود الواحد تختلف معنويا على مستوى ٥٪.

الجدول رقم (٦). تأثير نوع آلة زراعة البطاطس المختلفة في نوع جهاز التلقيم في متوسط متغيرات الأداء لتقييم زراعة البطاطس،هذه الآلات تزرع صنفين من درنات البطاطس وتعمل عند سرعتين أماميتين للتشغيل.

نوع آلة زراعة البطاطس	معدل استهلاك الوقود (لتر/س)	قوة الشد الأفقية (كيلو نيوتن)	كفاءة الأداء (٪)	متوسط المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف (سم)	عدد النباتات (نبات/متر طولي للصفين)
الآلة ذات الأكواب	b ١٢,٢٣	c ٣,٨٧	a ٦٤,٧٥	a ٢٣,٥	a ٦,١٣
الآلة ذات التلقيم الإبرية	a ١١,٤٧	b ٣,٦٢	a ٦٩,١٣	c ٣٨,٨	a ٤,٨٨
الآلة نصف الآلية	c ١٣,١٥	a ٠,٤٩	a ٦٤,٧٥	b٢٦,٩	a ٦,١٣
*LSD	٠,٠٩٥	٠,٢٢	٩,٥٩	٠,٧	١,٢٦

* أقل فرق معنوي.المتوسطات المتبوعة بأحرف مختلفة في العمود الواحد تختلف معنويا على مستوى ٥٪.

من (الجدول رقم ٦) يتضح أن آلة الزراعة ذات الأكواب أعطت أقل مسافة فعلية بين الدرنات داخل الصف بحوالي ٢٣,٥ سم بالمقارنة مع الآلات الأخرى المستخدمة مع العلم بأن المسافة النظرية بين الدرنات داخل الصف لهذه الآلة كانت ٢١,٨ سم.

ويوضح (الجدول رقم ٧) المتوسط الحسابي لمكررتين لمعامل انتظام المسافة بين الدرنات داخل الصف، ومنه نجد أن أقل قيمة كانت للآلة ذات الأكواب عندما تقوم بزراعة صنف الدرنات أفوندیل عند سرعة ١,١ كم/س بحوالي ٠,٩٠. أما (الجدول رقم ٨) فيوضح المتوسط الحسابي لمكررتين لمعامل الاختلاف للمسافات الفعلية بين الدرنات داخل الصف، ومنه نجد أن أقل قيمة كانت حوالي ٢٤,٣٪ وذلك عندما تقوم الآلة النصف آلية بزراعة صنف الدرنات سبونتا بسرعة ١,١ كم/س بينما نجد أن أكبر قيمة كانت حوالي ٨١,٥٪ عندما تقوم الآلة ذات جهاز التلقيم الإبري بزراعة صنف الدرنات سبونتا بسرعة ١,١ كم/س.

الجدول رقم (٧). المتوسط الحسابي لمكررتين لمعامل انتظام المسافة بين الدرنات داخل الصف.

	أفوندیل		سبونتا	
	١,١ كم/س	١,٥ كم/س	١,١ كم/س	١,٥ كم/س
الآلة ذات الأكواب	٠,٩٠	٠,٩٨	١,٢٥	١,١٩
الآلة ذات التلقيم الإبرية	١,٤١	١,٩٥	١,٤٩	١,٣٨
الآلة نصف الآلية	٩٧	١,١٥	١,٠٥	١,٤١

معدل استهلاك الوقود

من (الجدول رقم ٣) نجد تأثيرا معنويا للسرعة الأمامية وصنف الدرنات ونوع آلة الزراعة في معدل استهلاك الوقود (لتر/س)، كما أن التداخل الثنائي بين السرعة الأمامية وصنف الدرنات وبين صنف الدرنات ونوع الآلة لهما تأثير معنوي في معدل استهلاك الوقود، وهذا راجع إلى التأثير المعنوي لكل من السرعة الأمامية، وصنف الدرنات، ونوع آلة الزراعة في معدل استهلاك الوقود، أو ربما يرجع السبب في ذلك لاختلاف مقدار

المقاومة التي يقابلها فاتح الأخدود لآلات الزراعة، مما يعمل على زيادة معدل استهلاك الوقود للجرار للتغلب على هذه المقاومة، أو ربما يرجع السبب في ذلك إلى أن وزن الآلات يختلف باختلاف صنف الدرنات مما قد يزيد من وزن الآلة وبالتالي اختلاف معدل استهلاك الوقود. ومن (الجدول رقم ٤) يتضح أن السرعة الثانية (١,٥ كم/س) أعطت متوسط معدل استهلاك الوقود أكبر من السرعة الأولى (١,١ كم/س) بحوالي ٩٪، وهذا راجع إلى أن الجرار يستهلك وقودا أعلى بزيادة السرعة الأمامية للتشغيل.

الجدول رقم (٨). المتوسط الحسابي لمكررتين لمعامل الاختلاف (٪) للمسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف.

	أفونديل		سبونتا	
	١,١ كم/س	١,٥ كم/س	١,١ كم/س	١,٥ كم/س
الآلة ذات الأكواب	٢٩,٤	٣٧,٨	٣٦,٣	٦٣,٠
الآلة ذات التلقيم الإبرية	٧٩,٧	٧٢,٣	٨١,٥	٦٠,٤
الآلة نصف الآلية	٢٦,٩	٣٥,٣	٢٤,٣	٧٤,٦

يتضح من (الجدول رقم ٥) أن صنف البطاطس سبونتا أعطى معدل استهلاك للوقود أعلى من صنف الدرنات أفونديل، وربما يرجع السبب في ذلك إلى أن وزن درنات صنف سبونتا أكبر من وزن درنات صنف أفونديل، مما يؤدي إلى زيادة وزن الآلة فيزيد معدل استهلاك الوقود للجرار عندما يشد حملا أكبر. ومن (الجدول رقم ٦) نجد أن الآلة نصف الآلية، وهي ذات تلقيم يدوي، استهلكت وقودا أعلى من الآلتين الأخريين بحوالي ٧٪ عن آلة الزراعة ذات الأكواب، وبمقدار حوالي ١٣٪ عن الآلة ذات التلقيم الإبري. وهذه النتيجة تتفق مع دراسة سابقة [٤]. وربما يرجع السبب في ذلك إلى وجود عاملين على الآلة ذات التلقيم نصف الآلي مما يزيد من وزنها، أو ربما يرجع السبب في ذلك إلى اختلاف مقدار المقاومة التي يقابلها فاتح الأخدود لهذه الآلة عن الآلات الأخرى مما يعمل على زيادة استهلاكها الوقود.

قوة الشد الأفقية

من (الجدول رقم ٣)، يوجد تأثير معنوي للسرعة الأمامية ونوع آلة الزراعة في قوة الشد الأفقية. كما أن التفاعل الثنائي بين صنف درنات البطاطس، ونوع آلة الزراعة معنوي، وربما يرجع السبب في ذلك إلى التأثير المعنوي لنوع آلة الزراعة، وذلك لاختلاف نوع فاتح الأخدود لآلات الزراعة المستخدمة، مما يعمل على زيادة أو تقليل مقاومة التربة لآلة الزراعة، وبالتالي تزيد أو تقل قوة الشد الأفقية اللازمة. أما التفاعل الثلاثي بين نوع الآلة والسرعة الأمامية وصنف الدرنات فغير معنوي. ومن (الجدول رقم ٤) يتضح أن السرعة الثانية (١,٥ كم/س) أعطت متوسط قوة شد أفقية أكبر من السرعة الأولى (١,١ كم/س) بحوالي ١٥٪، ويتفق هذا مع دراسة سابقة [١٠، ص ٩١] وربما يرجع السبب في ذلك إلى أن زيادة السرعة الأمامية تتطلب بذل قوة شد أفقية إضافية للتغلب على المقاومة التي تقابلها آلة الزراعة في التربة.

يتضح من (الجدول رقم ٥) أن صنف البطاطس سبونتا أعطى قوة شد أفقية أكبر من صنف الدرنات أفونديل، ويرجع السبب في ذلك إلى أن وزن درنات صنف سبونتا يكون أكبر من وزن درنات صنف أفونديل، مما يؤدي إلى أن يكون وزن آلة الزراعة أكبر فيزيد ذلك من مقدار المقاومة التي تلاقيها آلة الزراعة في التربة، مما يتطلب بذل قوة شد أفقية إضافية للتغلب على هذه المقاومة. ويتضح من (الجدول رقم ٦) أن الآلة ذات الأكواب احتاجت إلى قوة شد أعلى من الآلة نصف الآلية بمقدار ٨٧٪ وعن الآلة ذات التلقيم الإبري بمقدار ٦٪، ويرجع السبب في ذلك لاختلاف مقدار المقاومة التي يقابلها فاتح الأخدود لآلة الزراعة ذات الأكواب عن تلك المقاومة التي يقابلها فاتح الأخدود للآلتين الأخريين مما يعمل على زيادة في قوة الشد الأفقية اللازمة لشد هذه الآلة.

كفاءة الأداء

يوضح (الجدول رقم ٩) المتوسط الحسابي لمكررتين للمسافة الفعلية بالسنتيمتر بين الدرنات داخل الصف. ويوضح (الجدول رقم ١٠) المتوسط الحسابي لمكررتين للمسافة

الفعلية بالسنتيمتر بين الصفوف أثناء التجارب. وبمعرفة تلك المسافات يمكن حساب كفاء الأداء وفقا للمعادلة رقم (٣).

الجدول رقم (٩). المتوسط الحسابي لمكررتين للمسافة الفعلية بالسنتيمتر بين الدرنات داخل الصف.

	أفوندیل		سبونتا	
	١,١ كم/س	١,٥ كم/س	١,١ كم/س	١,٥ كم/س
الآلة ذات الأكواب	١٩,٥	٢١,٣	٢٧,١	٢٦,٢
الآلة ذات التلقيم الإبرية	٣٥,١	٤٨,٦	٣٧,٤	٣٤,٣
الآلة نصف الآلية	٢٢,٨	٢٧,٠	٢٤,٤	٢٣,٠

الجدول رقم (١٠). المتوسط الحسابي لمكررتين للمسافة الفعلية بالسنتيمتر بين الصفوف.

	أفوندیل		سبونتا	
	١,١ كم/س	١,٥ كم/س	١,١ كم/س	١,٥ كم/س
الآلة ذات الأكواب	٦٦,٠	٦٧,١	٦٨,١	٦٧,٣
الآلة ذات التلقيم الإبرية	٩٠,٩	٩١,٤	٩٠,٥	٩٠,٣
الآلة نصف الآلية	٨٢,٠	٨٢,٤	٨٢,٥	٨٣,٥

من (الجدول رقم ٣)، لا يوجد تأثير معنوي للسرعة الأمامية أو نوع آلة الزراعة في كفاءة الأداء، أما صنف الدرنات فله تأثير معنوي في كفاءة الأداء. وربما يرجع السبب في ذلك إلى أن المسافة الفعلية بين الصفوف تكون أكثر انتظاما عن المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف، وذلك لآلات الزراعة عند العمل بسرعتين هما ١,١ كم/س و١,٥ كم/س. ويوضح (الجدول رقم ٣) أن التفاعلين الثنائي والثلاثي ليس لهما تأثير معنوي في كفاءة الأداء، ويرجع السبب إلى ما سبق ذكره في الفقرة السابقة.

من (الجدول رقم ٤) نجد أن كفاءة الأداء عند السرعة الثانية (١,٥ كم/س) أعلى من كفاءة الأداء عند السرعة الأولى (١,١ كم/س). ويتفق هذا مع دراسة سابقة [١٥]، ولكن الفرق بينهما غير معنوي، وربما يرجع السبب في ذلك إلى أنه لا يوجد

اختلاف في كثافة الدرنات الفعلية في الهكتار عند العمل بأي من السرعتين، كما أن كفاءة الأداء عند العمل بالسرعة الثانية (١,٥ كم/س) كانت حوالي ٦٨٪. ومن (الجدول رقم ٥)، والذي يوضح تأثير صنف درنات البطاطس في متوسط كفاءة الأداء كمتوسط ثلاث آلات زراعة مختلفة في نوع جهاز التلقيم وتعمل بسرعتين أماميتين، يتضح أن صنف البطاطس أفونديل أعطى كفاءة أداء عالية مع آلات الزراعة بحوالي ٧٧٪ بالمقارنة مع صنف البطاطس سبونتا الذي أعطى كفاءة أداء حوالي ٥٥٪ عند العمل مع آلات الزراعة بالسرعات الأمامية المختلفة، ويرجع السبب في ذلك إلى اختلاف كثافة الدرنات الفعلية في الهكتار لصنف الدرنات أفونديل عنه لصنف الدرنات سبونتا. ومن (الجدول رقم ٦)، والذي يبين تأثير نوع آلة زراعة البطاطس على متوسط كفاءة الأداء كمتوسط لصنفين من الدرنات عند العمل بسرعتين أماميتين، يتضح أن الآلة ذات التلقيم الإبري أعطت أعلى كفاءة أداء بالمقارنة مع الآلتين الأخريين، ولكن الفرق بينهما غير معنوي حيث وصلت هذه الكفاءة إلى حوالي ٦٩٪. ويرجع السبب إلى اختلاف كثافة الدرنات الفعلية في الهكتار لهذه الآلة عن الآلات الأخرى.

عدد النباتات بعد ٣٠ يوم

من (الجدول رقم ٣) نجد أنه يوجد تأثير معنوي لصنف درنات البطاطس في عدد النباتات في المتر الطولي، وذلك لاختلاف الصنفين في الحجم، مما يؤثر في المسافة الفعلية بين النباتات في المتر الطولي، وبالتالي يؤثر ذلك في عدد النباتات في المتر الطولي للصفين. ويتضح أيضا من (الجدول رقم ٣) أن السرعة الأمامية ليس لها تأثير معنوي في عدد النباتات في المتر الطولي للصفين، ويرجع السبب في ذلك إلى أنه لا يوجد فرق كبير في قيمة السرعتين الأماميتين، والذي يؤدي إلى زيادة أو نقصان عدد النباتات في المتر الطولي للصفين. يوضح أيضا (الجدول رقم ٣) أن نوع آلة الزراعة ليس له تأثير معنوي في عدد النباتات في المتر الطولي للصفين، ويرجع السبب في ذلك إلى قيام آلات الزراعة المستخدمة بفتح أخدود للدرنات ووضع الدرنات وتغطيتها بطريقة تساعد الدرنات على النمو الجيد. كما يوضح

(الجدول رقم ٣) أن التفاعلات الثنائية والثلاثية ليس لها تأثير معنوي في عدد النباتات في المتر الطولي للصفين، ويرجع السبب في ذلك إلى التداخلات بين نوع آلة الزراعة وصنف الدرنات والسرعة الأمامية.

من (الجدول رقم ٤) نجد أن السرعة الثانية (١,٥ كم/س) أعطت أقل عدد للنباتات في المتر الطولي للصفين بالمقارنة مع السرعة الأولى (١,١ كم/س)، ولكن الفرق بينهما غير معنوي، حيث وصل عدد النباتات عند السرعة الأولى حوالي ٥,٧٥ نبات/متر طولي للصفين، وهذه النتيجة متفقة مع دراسة سابقة [١٠، ص ٧٣]، حيث أوضحت هذه الدراسة أنه بزيادة السرعة الأمامية يقل عدد النباتات في المتر الطولي. ومن (الجدول رقم ٥) نجد أن صنف درنات البطاطس أفونديل أعطى عدد نباتات في المتر الطولي أكثر من صنف سبونتا، حيث وصل متوسط عدد النباتات لصنف أفونديل حوالي ٦.٥ نبات/متر طولي للصفين كمتوسط ثلاث آلات زراعة مختلفة في نوع جهاز التلقيم وتعمل عند سرعتين أماميتين، ويرجع السبب في ذلك إلى زيادة المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف لصنف سبونتا عنها لصنف درنات أفونديل. ويوضح (الجدول رقم ٦) أن آلة زراعة البطاطس ذات الأكواب وآلة الزراعة نصف الآلية أعطتا عدد نباتات في المتر الطولي متساويا حوالي ٦,١٣ نبات/متر طولي للصفين بالمقارنة مع آلة الزراعة ذات التلقيم الإبري، ولكن الفرق بينهم غير معنوي.

الخلاصة والتوصيات

يمكن الوصول إلى الخلاصة التالية بعد استعراض نتائج البحث:

١ - السرعة الأمامية ونوع الدرنات ونوع الآلة لهم تأثير معنوي في المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف، وكلما زادت السرعة الأمامية زادت المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف. وتزداد المسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف عند زراعة صنف درنات البطاطس سبونتا بينما لا يعطي انتظام حجم الدرنات في صنف أفونديل تشتتا كبيرا للمسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف عن المسافة النظرية التي تم ضبط الآلة عليها.

وآلة الزراعة ذات الأكواب أعطت أفضل انتظام للمسافة الفعلية بين الدرنات داخل الصف، حيث وصلت أقل قيمة لمعامل انتظام المسافة بين الدرنات داخل الصف إلى حوالي ٠,٩٠ عند السرعة الأولى.

٢- يوجد تأثير معنوي للسرعة الأمامية، وصنف درنات البطاطس، ونوع آلة الزراعة في معدل استهلاك الوقود (لتر/س) وأن آلة زراعة درنات البطاطس نصف الآلية استهلكت وقودا أعلى من الآلتين الأخريين بمقدار حوالي ٧٪ عن آلة الزراعة ذات الأكواب وبمقدار حوالي ١٣٪ عن الآلة ذات التلقيم الإبري.

٣- يوجد تأثير معنوي للسرعة الأمامية ونوع آلة الزراعة في قوة الشد الأفقية. وآلة زراعة درنات البطاطس ذات الأكواب احتاجت إلى قوة شد أعلى بالمقارنة مع الآلتين الأخريين.

٤- لا يوجد تأثير معنوي للسرعة الأمامية أو نوع آلة الزراعة في كفاءة الأداء، أما صنف درنات البطاطس فله تأثير معنوي فيها

٥- يوجد تأثير معنوي لصنف درنات البطاطس في عدد النباتات في المتر الطولي للصفين، أما السرعة الأمامية ونوع آلة الزراعة فليس لهما تأثير معنوي على عدد النباتات في المتر الطولي للصفين. وكلما زادت السرعة الأمامية قل عدد النباتات في المتر الطولي للصفين. وصنف درنات البطاطس أفونديل أعطى عدد نباتات في المتر الطولي للصفين أكثر من صنف درنات سبونتا، حيث وصل متوسط عدد النباتات لصنف أفونديل حوالي ٦,٥ نبات/متر طولي للصفين.

ومن هذه الخلاصة يمكن التوصية أنه عند زراعة البطاطس آليا في الأراضي الرملية الطمية في المملكة العربية السعودية فإن أي آلة زراعة تفي بالكثافة المطلوبة لعدد النباتات في الهكتار، كما أن آلة الزراعة ذات جهاز التلقيم بالأكواب تعطي أفضل انتظامية للمسافة بين الدرنات داخل صف الزراعة، كما أنها تعطي عددا من النباتات في المتر الطولي متساويا مع الآلة نصف الآلية ذات التلقيم اليدوي، ولكنها لا تحتاج إلى عمال لعملية التلقيم، وكفاءة الأداء لها لا تختلف كثيرا عن الآلات الأخرى المستخدمة في الزراعة.

شكر وتقدير: يتقدم الباحثون بالشكر والتقدير إلى مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية (KACST) بالرياض ؛ لتمويلها هذا البحث كجزء من المشروع البحثي رقم (م ص-٤-٥٠). كما يتقدم الباحثون بالشكر إلى شركة أراسكو ؛ لتقديمها تقاوي البطاطس التي تم زراعتها.

المراجع

[١] Zaag, D. E. "The Potato Crop in Saudi Arabia." *Saudi Potato Developments Program, Ministry of Agricultur and Water, Riyadh, KSA,* (1991), Arabic edition.

[٢] وزارة الزراعة والمياه. *الكتاب الإحصائي الزراعي السنوي*. العدد ١٢ ، الرياض : إدارة الدراسات الاقتصادية والإحصاء، ١٩٩٩م.

[٣] وزارة الزراعة والمياه. "زراعة البطاطس". *نشرة إرشادية عن زراعة محصول البطاطس في الموسم الربيعي والخريفي*، (١٩٨٧م)، ١-٣٠.

[٤] عبده، فاروق محمد السيد. "تصميم وحدات مجمعة لزراعة البطاطس نصف آلية وآلية". *المجلة المصرية للهندسة الزراعية*، م٣، ع١٣ (١٩٩٦م)، ٦٠٥-٦٢٤.

[٥] Abdou, M. F. "Effect of Mechanical Planting on Potato Yield." *MSc Thesis, Agric. Eng. Dept., Faculty of Agric.* , Cairo University, Cairo, Egypt, (1985), 100-103.

[٦] Maunder, W.F. "Planting Mechanical Handling of Seed." *Agric. Eng.*, (1983), 38-42.

[٧] Bishop, C.F.H. and W.F. Maunder. "Potato Mechanisation and Storage". *Farming Press Limited, Whhaarffedale Road, Ipswich, Suffolk,England*, (1980).

[٨] Entz, M. H. and L. J. La Croix. "A Survey of Planting Accuracy of Commercial Potato Planters". *American Potato Journal*, Vol. 60, No. 8, (1983), 617-623.

[٩] Misener, G.C. "Potato Planters-Uniformity of Spacing". *Transactions of the ASAE*, Vol. 25, No. 6, (1982), 1504-1506, 1511.

[١٠] Ismail, M.A. "Mechanization of Potato Planting". *MSc Thesis, Agric. Mechanization Dept.,* Faculty of Agric., El-Mansoura University, El-Mansoura, Egypt, (1992).

[١١] Sieczka, J.B.; E. E. Ewing and E.D. Markwardt. "Potato Planter Performance and Effects of non-uniform Spacing". *American Potato Journal*, Vol. 63, No.1, (1986), 25-37.

[١٢] Altuntas, E. and Ogut, H. "The Effect of Different Tuber Sizes on Row Seed Tuber Distribution Pattern on a Full Automatic Potato Planter". *The 7th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy,* 26-27 May 1999, Adana-Turky, (1999), 70-74.

[١٣] Gupta, M. L.; D. K. Vatsa and M. K. Verma. "Development of Power Tiller-operated Potato Planter-cum-fertilizer Applicator". *AMA*, Vol. 25, No. 2, (1994), 26-28.

[١٤] Hyde, G. M.; R. E. Thornton; and R. Kunrel. "Potato Planter Mechanism Performance I". *Proceedings of the 19th Annual Washington State Potato Conference and Trade Fair,* Moses Lake, Washington, (1979), 59-63.

[١٥] Khairy, M.F. "Performance Evaluation of Potato Planter in Sandy Soil". *Misr J. Ag. Eng.*, Vol. 14, No. 1, (1997), 119-129.

[١٦] Abdel-Ghafar, S. M. A. "Development of a Semi Automatic Potato Planter". *MSc Thesis, Agronemy and Agric. Mechanization Dept., Faculty of Agric.* at Moshtohor, Zagazig University (Benha branch), Benha, Egypt, (1996)

[١٧] إسماعيل، زكريا إبراهيم. *محصول البطاطس (الزراعة- الحصاد- التداول- التخزين)*. الإسكندرية: منشأة المعارف، (١٩٩١م).

[١٨] SAS. *User's Guide Statistical Analysis System.* Cary, N.C.: SAS Ins. Inc., SAS Circle, P.O. Box 8000, (1986).

[١٩] Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. *Principles and Procedures of Statistics.* New York: McGraw Hill Book Co., 1980.

[٢٠] Al-Suhaibani S. A.; A. A Bedri; A. S. Babeir; and J. Kilgour. "Mobile Instrumentation Package for Monitoring Tractor Performance". *Agricultural Engineering Research Bulletin* No. 40, King Saud University, Riyadh, (1994), 1-26.

[٢١] ISO. *Standard Handbook 13.* Agricultural Machinery, International Organization for Stadarardization, Switzerland, 1983.

Evaluation of Potato Planters in Sandy loam Soil in Saudi Arabia

M. F. Wahby, A.A. Al-Janobi, and A. M. Aboukarima
Agricultural Engineering Department, College of Agriculture, King Saud University, P.O. Box 2460, Riyadh 11451,Saudi Arabia.

(Received 1/12 / 1421H; accepted for publication 10/10/1422H)

Abstract. In this study, three potato planters were evaluated under sandy loam soil condition in Saudi Arabia. The planters had different feeding mechanisms: cup, spike, and manual feeding. Two forward planting speeds 1.1 km/h and 1.5 km/h were used. Two potato varieties, Spunta and Avonel, were planted. The evaluation of the planters included the following: in-row spacing of tubers uniformity index, draft, fuel consumption, planter efficiency, and number of emerging plants per meter.

The results showed that there was a significant effect for forward speed, potato variety and planter type on the in-row spacing of potato tubers, and also on fuel consumption. Both of lower speed, Avondel potatoes, and cup-feeding planter gave less in-row spacing than the others, and the mean uniformity index was about 1.08.

Both forward speed and planter type significantly affected draft, while there were no effects on planter efficiency. Meanwhile, the potato variety significantly affected planter type and number of plants in-row per meter.