استخدامات الطاقة للعمليات الزراعية الحقلية

صالح بن عبدالرحمن السحيباني **سعد بن عبدالرحمن الحامد**
محمد فؤاد وهبي **فوزي سعيد محمد عواد**

الملخص

هدفت هذه الدراسة لتقييم استخدامات الطاقة لأداء العمليات الزراعية من خلال جمع بيانات مزرعية لمختلف الحيازات. وقد تم تنفيذ هذه الدراسة في المملكة العربية السعودية في ثمان مناطق هي: القصيم والمدينة المنورة وتبوك وحائل والجوف والرياض وأبها وجازان، وقد تم اختيار هذه المناطق حسب أهميتها الزراعية وتمثيلها الجغرافي ومدى توفر البيانات فيها. كما تم جمع معلومات من المزارع والشركات الزراعية بلغت 191 استبانة. استخدمت نسبة متوسط القدرة الفعلية إلى القدرة المحسوبة كمعيار لدراسة واقع استخدامات الطاقة للعمليات الزراعية، حيث تم تحديد القدرة الفعلية لكل مزرعة على حدة من خلال الاستبانة المعدة لدراسة واقع استخدامات الطاقة في المزارع. أما القدرة المحسوبة فتمثل القدرة المناسبة أو اللازمة لتنفيذ العمليات الزراعية المطلوبة لكل مزرعة من المزارع المشمولة في الاستبانة، وقدرت بحساب متطلبات الشد والقدرة اللازمة لعملية الحراثة الرئيسية، حيث أخذ في الاعتبار نوع التربة ونوع آلة الحراثة الأولية التي استخدمت في كل مزرعة. وقد أظهرت نتائج التحليل وجود ثلاث آلات حراثة أولية أساسية في المزارع، وهي المحراث القلاب المطرحي والمحراث القلاب القرصي والمحراث الحفار. كما أوضحت الدراسة أن هناك اختلافًا كبيرًا في الممارسات الزراعية بين المزارع، وأن نسبة متوسط القدرة الفعلية إلى القدرة المحسوبة للمملكة هي 1.4. وقد بلغت القدرة المتوسطة المحسوبة لجميع المزارع 83.5 كيلووات. وإجمالاً فإن العلاقة بين القدرة الفعلية والمساحة المزروعة هي علاقة طردية حتى مساحة 300 هكتار للمزارع التي شملتها الدراسة.

هذه الدراسة جزء من مشروع بحثي مدعم من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية رقم أت-23-52 بعنوان "تقييم استخدامات الطاقة للأغراض الزراعية في المملكة العربية السعودية وتطوير برنامج حاسوبي لتحديد الطاقة المثلى".

المقدمة

إن إنتاج المحاصيل الزراعية بكميات ونوعيات جيدة يتطلب تجهيز التربة تجهيزًا مناسبًا للحصول على نسبة إنبات عالية. ويتطلب هذا الأمر إجراء عمليات الحراثة لإعداد المرقد المناسب للتقاوي أو دمج المبيدات لمقاومة الحشائش. والإعداد المناسب لمرقد البذرة يشكل مكونًا أساسيًا من الطاقة المستهلكة لإنتاج المحاصيل، هذا بالإضافة لباقي العمليات الأخرى مثل التسميد ومقاومة الآفات والحصاد. إن اختلاف الأنظمة المستخدمة في العمليات الزراعية وترتيب أداء هذه العمليات يؤثر أيضًا على كميات الطاقة المستهلكة. فعلى سبيل المثال، فإن استخدام أحد أنظمة الحراثة المرشدة يمكن أن يقلل من كمية الطاقة بشكل كبير. كما يؤثر ترتيب تعاقب العمليات الزراعية وكذلك نوعية التربة ونسبة الرطوبة ووجود بقايا نباتية بشكل كبير على الطاقة المستهلكة من استخدام الآلات الزراعية.

قسم الهندسة الزراعية، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود ، ص.ب. 2460 الرياض 11451، المملكة العربية السعودية،البريد الإلكتروني:salsuhaibani@gmail.com

وقد أجريت دراسة لتقدير الطاقة اللازمة لتشغيل بعض الآلات الزراعية في ثلاثة أنواع من التربة في صورة كميات الوقود المستهلكة في الساعة (Frisby and Summers, 1979) حيث تم قياس سرعة تشغيل الآلة في الحقل، وكمية الوقود المستهلكة، ومقدار الشد المطلوب. وأوضحت النتائج أن كميات الوقود المستهلكة في عمليات الحراثة تختلف حسب نوع التربة. وكانت كمياتها أعلى في الأراضي الطينية يليها في الاستهلاك الترب الطميية، وأقلها في الأراضي الرملية. وكانت أعلى قيمة لاستهلاك الطاقة للمحراث القلاب المطرحي، وأقل استهلاك كان للمحراث الحفار.

تم تقدير كميات الطاقة الكلية اللازمة لبعض أنظمة العمليات الزراعية لبعض المناطق في بريطانيا (Butterwoth and Nix, 1983) وأشارت نتائج الدراسة إلى أن الطاقة اللازمة لآلات التسطير في التربة الطينية الطميية كانت 22 ميجاجول/هكتار، ارتفعت إلى 34 ميجاجول/هكتار في التربة الطينية، كما بلغت 135ميجاجول/هكتار للمحراث الحفار في التربة الطينية و154ميجاجول/هكتار للمحراث الدوراني بمفرده و193ميجاجول/هكتار لمحراث دوراني ملحق به سطارة حبوب في التربة الطينية. وقد أفردت الدراسة بيانات أخرى لمتطلبات الطاقة لبعض عمليات تشغيل الآلات الزراعية في إنتاج المحاصيل. وفي دراسة شبيهة أخرى تم تقدير متطلبات الوقود للعمليات الزراعية لمحاصيل القمح والذرة الرفيعة والصفراء وفول الصويا في ولاية كنساس بالولايات المتحدة الأمريكية (Schrock et al., 1985). وبينت نتائج الدراسة أن كميات الوقود المستهلكة (لتر ديزل/هكتار) بلغت 47 للذرة الصفراء و38.8 للقمح و36.2 لفول الصويا و35.1 للذرة الرفيعة.

وفي دراسة أخرى عن متطلبات القدرة والطاقة في التربة الطميية الرملية في ماليزيا قام بها (Kheiralla et al., 2004) باستخدام المحراث القرصي والمشط القرصي والمحراث الدوراني، استنبطت أربع نماذج لتلك المحاريث بدلالة السرعة الأمامية وعمق الحرث للمحاريث الثلاثة الأولية أو مقدار القطع للمحراث الدوراني. وقد وجدوا أن النماذج الإحصائية للمحراث القلاب المطرحي والمحراث القلاب القرصي تعطي قيمًا ضمن المجال الذي ينصح به من قبل ASAE (الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين). ولا تتوفر معلومات منشورة من قبل ASAE واللازمة لمقارنة المحراثين الآخرين. كما تم استنباط نماذج للتنبؤ باستهلاك الوقود للمحاريث الأربعة على أساس قدرة قضيب الشد أو قدرة عمود مأخذ القدرة بالإضافة إلى القدرة المكافئة لقدرة عمود مأخذ القدرة، وبمقارنة معدلات الوقود المستهلك حسب المعلومات المنشورة من قبل ASAE وجد أن تقديرها يزيد بمقدار يتراوح بين 17 و33٪ عن النماذج المستنبطة بهذه الدراسة. ومن ناحية أخرى فإن القيم المعطاة بالنماذج المستنبطة تقع في مجال القيم المقترحة من قبل OECD (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية) لاختبارات الجرارات الزراعية. وقد تم التحقق من قيم مقاومة المحاريث وكميات الوقود التي يمكن الحصول عليها من النماذج المستنبطة حيث تعتبر جيدة.

أجريت كذلك دراسة عن أنواع الجرارات الزراعية في مزارع المملكة العربية السعودية والتي تم اقتراضها من البنك الزراعي العربي السعودي خلال الفترة الزمنية من 1979 إلى 1990(بابعير ووهبي، 1994). خلصت الدراسة إلى أن متوسط قدرة الجرارات الزراعية زادت من 49.7 إلى

80 كيلووات خلال تلك الفترة الزمنية بمعدل زيادة سنوية مقدارها 2.58 كيلووات. كما تراوح مؤشر القدرة بين 2.5 و16.6 كيلووات/هكتار، وهو أعلى بكثير من القيم الموجودة في الدراسات السابقة، يعود السبب في ذلك إلى وجود أكثر من جرار واحد لدى المزارع أو لصغر حجم الحيازة الزراعية. وخلصت الدراسة أيضًا إلى أن قدرة الجرارات في مزارع المملكة أعلى بكثير من القدرة المطلوبة لأداء العمليات الزراعية.

ولأهمية استخدامات الطاقة وترشيدها في العمليات الزراعية أجرى (وهبي والجنوبي، 1996) دراسة عن استخدام المكننة الزراعية في مناطق الزلفي والجوف وغرب الرياض بالمملكة، فوجدوا أن متوسط مؤشر الطاقة القدرة لتلك المناطق بلغ مقداره 10.5 و2.9 و1.6 كيلووات/هكتار للمزارع الصغيرة (أقل من 10 هكتار)، والمتوسطة (من 10 إلى 100 هكتار) والكبيرة (أكبر من 100هكتار) على الترتيب. وقد تراوحت مساحة المزارع ما بين 1.5 و800 هكتار. وقد قام (الجنوبي ووهبي، 1998) بتقدير استهلاك الطاقة لمجموعة من نظم الحراثة. وقد شملت الدراسة استخدام أنواع مختلفة من المحاريث بغرض تحديد أقل الطرق استهلاكًا للطاقة. وأوضحت الدراسة وجود اختلافٍ ملحوظٍ في معدلات استهلاك الوقود (الطاقة) بين آلات الحراثة المستخدمة عند السرعات والأعماق المختلفة التي أجريت عليها الدراسة، وأن الطاقة النوعية (كيلووات.ساعة/هكتار) تنخفض بزيادة السرعة في التربة المتماسكة لمدى السرعات 5-9 كم/ساعة، وأن المحراث الحفار يستهلك أقل طاقة نوعية مقارنة بالمحراث القلاب المطرحي أو القرصي.

وفي دراسة قام بها (السحيباني، 1989) وجد أن مقدار المكننة في المزارع السعودية أعلى بكثير مقارنة بولايتي إنديانا ونبراسكا في الولايات المتحدة الأمريكية حيث بلغت الضعف في المملكة العربية السعودية مع العلم أن التربة في منطقة الدراسة إجمالاً هي تربة رملية طميية، بينما كانت بالمزارع الأمريكية (التي تمت المقارنة بها) ترب طينية والتي من المفترض أن تتطلب طاقة أعلى في العمليات الزراعية. وقد تم في الدراسة تجميع معلومات من 56 مزرعة ودراستها على أساس قدرة الجرارات وحجم الآليات المتوفرة لوحدة المساحة. وقد وجد أن متوسط قدرة الجرار تساوي 1.84 كيلووات للهكتار الواحد. أما عرض آلات الحصاد والدراس، والمحاريث الحفارة، والمطرحية والسطارة وآلة عمل البالات فهي 0.051 و0.052 و0.026 و0.047 و0.025 متر للهكتار، على التوالي. ومتوسط عدد الجرارات للمزرعة الواحدة كان 2.32 بينما عدد آلات الحصاد والدراس والمحاريث الحفارة والمطرحية والسطارات وآلات عمل البالات فكان 1.21 و1.43 و1.43 و1.26 و1.2، على التوالي. وكان الاختلاف بين المزارع كبير في اقتناء الجرارات والمحاريث الحفارة والمطرحية على أساس وحدة العرض لكل هكتار، بينما كان الاختلاف أقل في حالة آلات الحصاد والدراس والسطارات. ومن أسباب الاختيار غير المناسب عدم توفر المعلومات الأساسية اللازمة لاختبار الآليات والجرارات الزراعية بالإضافة إلى قلة خبرة المزارعين.

كما هدفت الدراسة التي قام بها (السحيباني ووهبي، 1991) إلى تقدير كميات الطاقة المستخدمة في العمليات الزراعية التي تجرى لإنتاج محصول القمح بالمنطقة الوسطى في المملكة. ولذلك تم عمل مسح ميداني لعدد 49 مزرعة لإنتاج القمح. وتم تحليل المعلومات التي تم جمعها لتقدير

الطاقة اللازمة للعمليات الحقلية، والكمية الكلية للطاقة لوحدة المساحة، ونسبة كمية الطاقة المنتجة من القمح إلى الطاقة المستهلكة (مؤشر الطاقة). وقد بينت النتائج أنّ كمية الطاقة لوحدة الوزن تعتبر في المستوى المقبول. كما وُجد أن مؤشر الطاقة مرتفع. كذلك ارتفاع كمية الطاقة المستهلكة لوحدة المساحة في المزارع بقيم تتراوح من 2 إلى 10 أمثال ما هو موجود في المراجع. ويرجع ذلك أساسًا إلى زيادة حراثة التربة باستخدام المحراث الحفار والقلاب المطرحي في نفس الموسم. بالإضافة إلى عدم الاختيار الأمثل والتشغيل المناسب للجرارات والآلات. لذلك أوصى الباحثان بدراسة نظم الحراثة المناسبة لإنتاج القمح والاختيار الأمثل للجرارات والآلات وتدريب العاملين عليها بشكل جيد.

وأظهرت نتائج لدراسة استخدام الجرارات والآلات الزراعية في مزارع إنتاج القمح بالمملكة العربية السعودية أن الكفاءة الحقلية كانت منخفضة لجميع العمليات الزراعية، حيث كانت قيمتها 49 و37 و34 و46 و31 و58٪ لعمليات الحراثة بالمطرحي والحفار والمشط القرصي والبذار والحصاد وآلة عمل البالات، على الترتيب (السحيباني، 1993)، وهي أقل بكثير من تلك الموصى بها من قبل الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين (ASAE Standard, 2000). إضافة إلى ذلك كان الاختلاف كبيرًا بين المزارع في قيم الكفاءة الحقلية لعملية معينة، ولم يكن هناك تأثير معين للمساحة. وبالمثل كان معامل التحميل لمعظم العمليات منخفضًا، حيث تراوحت قيمته بين 24٪ للسطارة و67٪ للمحراث الحفار. كما وجد أن مقدار المكننة المتوفرة عاليًا مقارنة بالدراسات الأخرى. ويقترح بالنسبة للمزارع ذات الاستفادة البسيطة من الآلات أو الجرارات التوسع بمساحة الأرض المزروعة ما أمكن أو تأجير أو بيع الجرارات والآلات الزائدة خصوصًا آلات الحصاد والجرارات الزراعية. وأوصت الدراسة بضرورة إنشاء بنك للمعلومات اللازم لاختيار الآلات بالإضافة إلى نماذج الاختيار لتحديد الآلات والجرارات المناسبة عند إنشاء المزرعة.

وفي دراسة للتكلفة الكلية للعمليات الزراعية وجد (السحيباني، 1989) أن التكلفة الكلية للعمليات الزراعية تختلف اختلافًا كبيرًا بين المزارع. وكان الاختلاف بين المزارع للتكاليف المتغيرة أقل من تلك التكاليف الثابتة بالنسبة لوحدة المساحة. وقد خلصت هذه الدراسة إلى أن تكاليف استخدام الآليات لإنتاج القمح يمكن تخفيضها لمعظم المزارع إذا تمت إدارتها بشكل أفضل.

وقد تمت دراسة تأثير السرعة والعمق على الطاقة اللازمة لجر المحاريث الحفارة والمشط القرصي المنحرف والمحراث القلاب المطرحي وكذلك المحراث القلاب القرصي (Al-Suhaibani and Al-Janobi, 1997)، وقد تم إجراء التجارب في موقعين مختلفين في محطة الأبحاث والتجارب الزراعية التابعة لكلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود بالرياض. وكانت نوعية التربة في الموقعين طميية رملية، وقد تمت دراسة تأثير كل من السرعة الحقلية وعمق التشغيل على الطاقة اللازمة لشد المحراث. وفي جميع التجارب لوحظ زيادة جوهرية في الطاقة اللازمة لشد المحاريث كلما ازدادت السرعة الحقلية أو عمق التشغيل. كما لوحظ أن الطاقة اللازمة لشد المحراث القلاب المطرحي تزداد بشكل كبير كلما ازداد العمق، بينما كانت الطاقة اللازمة لشد المحراث الحفار منخفضة ويليها المشط القرصي لجميع أعماق التشغيل المستخدمة.

وقد تمت دراسة متطلبات الطاقة لآلات الحراثة الأولية على التربة الطميية الرملية (Al-Janobi and Al-Suhaibani, 1998)، وشملت الدراسة ثلاثة محاريث حفارة ذات قصبات مختلفة، ومشط قرصي منحرف ومحراث قلاب مطرحي. وقد تأثرت قيم الطاقة النوعية للمحاريث التي تم اختبارها بشكل جوهري بعمق الحرث والسرعة. وقد تم استنباط معادلات للتنبؤ بالطاقة اللازمة لشد المحاريث التي تم اختبارها بناء على تأثير كل من السرعة الحقلية وعمق التشغيل. وقد تم التحقق من فاعلية المعادلات المستنبطة الخاصة بالتنبؤ بقوة الشد لمحراث حفار، حيث أظهرت النتائج بأن دقتها معقولة لجميع المعدات التي تم اختبارها.

تشكل طاقة المعدات الزراعية المستخدمة لأداء العمليات الزراعية مكونًا أساسيًا من الطاقة المستهلكة لإنتاج المحاصيل، ويهدف البحث إلى دراسة واقع استخدامات الطاقة في العمليات الزراعية الحقلية.

المواد والطرق

ركزت هذه الدراسة على تقييم استخدامات الطاقة لأداء العمليات الزراعية الحقلية في مزارع المملكة العربية السعودية من خلال جمع 191 استبانة بيانات مزرعية من مختلف مناطق المملكة. غطت هذه الدراسة ثمان مناطق من المملكة العربية السعودية وهي: القصيم والمدينة المنورة وتبوك وحائل والجوف والرياض وأبها وجازان، حيث تم اختيار هذه المناطق حسب أهميتها الزراعية وتمثيلها الجغرافي.

الاستبانة البحثية

أعدت استبانة موجهة إلى المزارعين ومديري المزارع الكبيرة في مناطق الدراسة للحصول على البيانات اللازمة لدراسة احتياجات الطاقة في مزارع المملكة. وقد تم جمع المعلومات الوصفية والكمية من مزارع الأفراد وكذلك من الشركات الزراعية الكبيرة.

اشتمل أحد بنود الاستبانة على بيانات عن المزرعة، وتتكون من 19 عنصرًا مثل اسم المزرعة وموقعها ومساحتها ونوع المحاصيل المزروعة وعدد الآبار وعدد الجرارات الزراعية المستخدمة وكميات الوقود والزيوت المستهلكة سنويًا. واشتمل تصميم الاستبانة كذلك على نموذج مفصل خاص بالمحاصيل المزروعة في المزرعة قيد الدراسة ويتكون من أربع فقرات هي الجرارات الزراعية، وأجهزة الري المحوري، والمضخات، والعمليات الزراعية لكل محصول. وتشتمل كل فقرة على عدة عناصر. بالنسبة للفقرة الخاصة بالجرارات الزراعية فتشتمل المعلومات على الصانع والطراز والقدرة ونوع الدفع وساعات التشغيل وسنة الشراء. أما فيما يتعلق بالفقرة الخاصة بالعمليات الزراعية فتشتمل على نوع العملية الزراعية والآلة المستخدمة وعدد الآلات وعرض الآلة ونوع الشبك ورقم الجرار الزراعي المستخدم (من الفقرة الأولى وذلك لتنسيق المعلومات في برنامج طُور بغرض تفريغ بيانات الاستبانات) والقدرة للآلات ذاتية الدفع وعمق الحرث وعدد أيام إنجاز المساحة وعدد مرات تكرار العملية الزراعية.

قام الفريق البحثي بالتعاون مع المديريات الزراعية وكذلك المجموعة السعودية الزراعية (ساق) بجمع معلومات من عدد من المزارع بلغت 191 مزرعة موزعة في مناطق الدراسة.

الطاقة المستخدمة للعمليات الزراعية الحقلية

استخدمت نسبة متوسط القدرة الفعلية إلى القدرة المحسوبة كمعيار لدراسة واقع استخدامات الطاقة للعمليات الزراعية، حيث تم تحديد القدرة الفعلية لكل مزرعة على حدة من خلال الاستبانة المعدة لدراسة واقع استخدامات الطاقة في مزارع المملكة العربية السعودية. وتمثل القدرة الفعلية

لكل مزرعة قدرة الجرارات الزراعية المتوفرة فيها. أما القدرة المحسوبة فتمثل القدرة المناسبة أو اللازمة لتنفيذ العمليات الزراعية المطلوبة لكل مزرعة من المزارع المشمولة في الاستبانة، وقدرت عن طريق حساب متطلبات الشد والقدرة اللازمة لعملية الحراثة الرئيسية، وأُخذ في الاعتبار نوع المحراث ونوع التربة والسرعة وعمق التشغيل ومساحة المزرعة، حيث تعتبر عمليات الحراثة من أكثر العمليات استهلاكًا للطاقة والتي يتم تحديد قدرة الجرارات الزراعية اللازمة على أساسها. فتم حساب قوة الشد اللازمة عند استخدام محراث قلاب مطرحي أو محراث قلاب قرصي أو محراث حفار بالمعادلة العامة التالية (ASAE Standards, 2000)، حيث استخدمت سرعة أمامية متوسطة مقدارها 6 كم/س وأعماق حرث تراوحت بين 15 و20 سم حسب نوع المحصول.

$$D = (A + BS + CS^2)\ Wd \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$P = D * S \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

حيث:

D = قوة الشد اللازمة للحرث (نيوتن)

S = السرعة الأمامية (كم/س)

W = عرض الحرث (م)

P = قدرة الجرار اللازم (كيلووات)

d = عمق الحرث (سم)

A، B، C ثوابت، وقد استخدمت قيم الثوابت المنشورة في (ASAE Standards, 2000) حيث وجد أنه يمكن استخدامها في ظروف المملكة، حيث أُجريت تجارب حقلية لبعض الآلات ولوحظ أن القيم المقاسة في الحقل كانت قريبة من تلك المحسوبة بالمعادلة أعلاه وبمقدار تغير ± 15٪.

ثم تحسب القدرة بضرب قوة الشد اللازمة للحرث في السرعة الأمامية.

ويعتبر مقدار هذا التغير مقبولاً جدًا في مثل تلك القياسات. ويوضح الجدول رقم (1) قيم الثوابت لآلات الحراثة الأولية: المحراث القلاب المطرحي والمحراث القلاب القرصي والمحراث الحفار في الترب الثقيلة والمتوسطة والخفيفة.

الجدول رقم 1. قيم الثوابت A، B، C لبعض آلات الحراثة الأولية.

المحراث	نوع التربة	A	B	C
المحراث القلاب المطرحي	تقيلة	652	000	5.1
	متوسطة	456	000	3.6
	خفيفة	293	000	2.3
المحراث القلاب القرصي	تقيلة	520	000	3.9
	متوسطة	520	000	4.5
	خفيفة	000	000	000
المحراث الحفار	تقيلة	91	5.4	000
	متوسطة	77	4.6	000
	خفيفة	59	3.5	000

النتائج والمناقشة

من خلال الاستبانة المعدة لدراسة واقع استخدامات الطاقة تم جمع معلومات من المزارع والشركات الزراعية بلغت 191 مزرعة موزعة في منطقة الرياض (محافظات الخرج والأفلاج ووادي الدواسر)، ومنطقة القصيم وحائل والجوف وتبوك والمدينة المنورة وأبها وجازان.

عدد المزارع لكل منطقة:

يوضح الجدول رقم (2) بيانًا إحصائيًا لمناطق الدراسة المختلفة في المملكة وعدد المزارع المشاركة في الاستبانة من كل منطقة. فقد تراوح عدد المزارع من 10 إلى 37 مزرعة في كل منطقة بإجمالي 191 مزرعة، ويظهر في نفس الجدول متوسط المساحة المزرعية لجميع المناطق، والذي تراوح بين 1.3 هكتار كأقل متوسط مساحة مزروعة في منطقة أبها إلى حوالي 77.8 هكتار كأكبر متوسط مساحة مزروعة في منطقة الجوف. بينما أظهرت نتائج التحليل أن أصغر مساحة مزروعة كانت 0.3 هكتار في منطقة أبها، وأن أكبر مساحة هي 700 هكتار في منطقة الجوف، وذلك على مستوى جميع المزارع المشاركة في الاستبانة، ويظهر في الجدول أيضًا أقل فرق معنوي بين مساحات المزارع لكل منطقة على حدة، ولجميع المزارع، الجدول رقم (2).

الجدول رقم 2. عدد المزارع حسب مناطق الدراسة.

المنطقة	عدد المزارع	المساحة المزروعة (هكتار)	
		المتوسط	أقل فرق معنوي
حائل	25	67.7	27.8
أبها	10	1.3	0.8
المدينة المنورة	10	4.8	1.1
تبوك	17	55.4	17.9
وادي الدواسر	25	43.3	17.6
القصيم	22	63.5	17.8
الرياض	37	62.2	25.9
الجوف	29	77.8	51.0
جازان	16	9.0	4.9
على مستوى المملكة	المجموع 191	المتوسط 51.7	المتوسط 10.9

المحاصيل الأساسية في المزارع:

وُجد أن حوالي 50.3٪ من المزارع (96 مزرعة) تزرع محصولاً واحدًا فقط وأن 37.2٪ (71 مزرعة) تزرع محصولين و11.5٪ (22 مزرعة) تزرع ثلاث محاصيل و1٪ (مزرعتان) فقط تزرع أربعة محاصيل. بينما اختلف نوع المحصول الرئيسي في المزارع (حسب المناطق)، حيث تبين أن محاصيل الأعلاف (وتشمل البرسيم الحجازي، الذرة الشامية، الذرة الرفيعة وحشيشة رودس) تمثل أعلى نسبة بين المزارع كمحصول أساسي (31.7٪)، بينما تمثل أشجار الفاكهة أقل نسبة بين المزارع (0.6٪) كمحصول أساسي.

نوع التربة:

أظهرت نتائج تحليل الاستبانة وجود عشرة أنواع من الترب، تم حصرها وتصنيفها في ثلاثة مجاميع أساسية، هي تربة ثقيلة القوام (تشمل الترب الطينية والطينية الرملية والطينية الحجرية)،

وتربة متوسطة القوام (تشمل الترب الرملية الطينية والرملية الحجرية والرملية الصخرية والمتوسطة القوام)، وتربة خفيفة القوام (تشمل الترب الرملية والجبلية والمتوسطة إلى خفيفة). وقد استخدم هذا التقسيم في تقدير مؤشر القدرة (نسبة القدرة الفعلية إلى المحسوبة) حسب نوع التربة لبيان تأثير نوع التربة على مؤشرات استهلاك الطاقة (نسبة الطاقة المستهلكة إلى المحسوبة) في المزارع المختلفة. وكان حوالي 56٪ من الترب في المزارع من نوع الترب الثقيلة، و28٪ ترب متوسطة، و16٪ ترب خفيفة.

قدرة الجرارات الزراعية وعددها:

يبين الجدول رقم (3) متوسط قدرة الجرارات الزراعية ومتوسط عدد الجرارات وأقل وأكبر عدد من الجرارات الزراعية في المزرعة لكل منطقة، وأيضا أقل فرق معنوي بين قدرة الجرارات الزراعية بين المزارع في المنطقة الواحدة، ولجميع المزارع. حيث كان متوسط قدرة الجرارات في المزرعة على مستوى المملكة 109 كيلووات، وكان أقل عدد من الجرارات في المزرعة هو جرار زراعي واحد، وأكبر عدد من الجرارات هو 7 لإحدى مزارع منطقة الرياض. وتمثل منطقة حائل أعلى متوسط لقدرة الجرارات في المزرعة الواحدة، ويفسر ذلك كبر متوسط الحيازات، وأقل متوسط قدرة كان في مزارع منطقة جازان ويعكس ذلك صغر متوسط حجم الحيازات.

الجدول رقم 3. عدد المزارع والجرارات حسب مناطق الدراسة.

المنطقة	عدد الجرارات الزراعية			قدرة الجرار (كيلووات)	
	المتوسط	أقل عدد	أكبر عدد	المتوسط	أقل فرق معنوي
حائل	1.96	1	5	162.7	44.8
أبها	1.2	1	2	57.0	36.0
المدينة المنورة	1.0	1	1	60.0	0.0
تبوك	1.6	1	3	104.9	34.3
وادي الدواسر	1.3	1	3	100.6	21.8
القصيم	1.6	1	3	102.6	16.9
الرياض	1.6	1	7	128.6	58.8
الجوف	2.9	1	3	103.8	22.8
جازان	1.1	1	2	57.8	13.1
متوسط المملكة	1.5	1	7	109.0	14.6

المعدات والعمليات الزراعية:

اختلفت الممارسات الزراعية للعمليات المطلوبة - لخدمة التربة (الحراثة الأولية والثانوية) أو لخدمة المحاصيل أثناء النمو وحتى الحصاد – اختلافًا كبيرًا بين المزارع حسب أنواع المحاصيل المزروعة، وأيضًا حسب الممارسات الزراعية المتبعة في كل منطقة ونوعية الآلات الزراعية المتوفرة، وقد يرجع السبب في ذلك إلى نوع التربة في المزرعة (وقد يكون هناك أكثر من نوع واحد للترب في المزرعة حسب مساحتها). من نتائج التحليل للعمليات والآلات الزراعية المستخدمة وأنواع المحاصيل الموجودة في المزارع لوحظ تعدد وتكرار عملية الحراثة الأولية للمحصول الواحد وهو ما يعني زيادة استهلاك الوقود، أو بمعنى آخر ارتفاع كمية الطاقة

المستهلكة لوحدة المساحة (كيلووات/هـ أو ميجا جول/هـ)، وهو ما انعكس على ارتفاع مؤشر القدرة أو مؤشر الطاقة لمعظم المزارع.

الطاقة المستخدمة للعمليات الزراعية الحقلية:

قدرت القدرة اللازمة لكل مزرعة من المزارع المشمولة في الإستبانة، وسميت بالقدرة المحسوبة باستخدام المعادلتين رقمى (1) و(2)، حيث أخذ في الاعتبار نوع التربة ونوع آلة الحراثة الأولية التي استخدمت في كل مزرعة. وأظهرت نتائج التحليل عن وجود ثلاث آلات حراثة أولية أساسية في المزارع، وهي: المحراث القلاب المطرحي، المحراث القلاب القرصي، والمحراث الحفار.

ويتضح من الجدول رقم (4) أن عدد المزارع التي تستخدم المحراث القلاب المطرحي والقلاب القرصي والحفار كمحراث تربة أولي كان 51 و26 و114 على التوالي. ونظرًا لسهولة شبك وتشغيل المحراث الحفار فإن هذا يوضح مدى شيوع استخدام المحراث الحفار كمحراث تربة أولي مقارنة بالمحراث القلاب المطرحي أوالقرصي. حيث كانت نسبة استخدامه في المزارع 59.6٪ بينما كانت 26.7٪ للقلاب المطرحي و13.6٪ للقلاب القرصي. وقلة استخدام المحراث القلاب القرصي يتفق مع طبيعة هذا المحراث حيث أنه غالبًا ما يستخدم في الظروف التي يصعب فيها استخدام المحراث القلاب المطرحي، مثل التربة الطينية اللزجة. ويوضح الجدول أن متوسط القدرة الفعلية إلى القدرة المحسوبة 1.6، 1.6، 1.2 للمطرحي والقرصي والحفار على التوالي. وبذلك يتضح أن المكننة للمزارع في المتوسط أعلى من اللازم، نظرًا لعدم توفر المعلومات الأساسية جعلت من الأحوط أن يتم اختيار الجرارات الزراعية أكبر مما تحتاج إليه المزارع.

كما يوضح الجدول أن متوسط مساحة المزارع (هكتار) التي تستخدم المحاريث المطرحي والقرصي والحفار كانت 44 و71 و50 هكتار، على التوالي.

الجدول رقم 4. التحليل الإحصائي للمحاريث الأساسية المستخدمة في المزارع.

نوع المحراث	عدد المزارع	متوسط المساحة المزروعة		متوسط القدرة المحسوبة		نسبة القدرة الفعلية إلى المحسوبة	
		هـ	LSD*	كيلووات	LSD*		LSD*
مطرحي	51	44.2	12.4	82.6	16.4	1.6	0.25
قرصي	26	71.3	35.2	101.3	28.6	1.6	0.39
حفار	114	50.6	15.5	79.8	7.3	1.2	0.08

* LCD: Least significant difference.

يبين الجدول رقم (5) متوسط القدرة المحسوبة حسب مناطق الدراسة، كما يوضح عدد المزارع ومتوسط المساحة المزروعة ومتوسط النسبة بين القدرة الفعلية إلى القدرة المحسوبة لكل منطقة. كما يبين أيضًا أقل فرق معنوي لكل قيمة من القيم المحسوبة. ويتضح من الجدول أن المتوسط العام للمملكة للقدرة الفعلية إلى المحسوبة كان 1.4 وبأقل فرق معنوي (± 0.10)، حيث تراوحت هذه النسبة بين 0.9 و1.8 بما يعني زيادة القدرة الفعلية عن المحسوبة بحوالي 20 و80٪، ماعدا منطقتي المدينة المنورة والقصيم حيث كانت النسبة 0.9. وسبب انخفاض النسبة لمنطقة المدينة المنورة هو أن الجرارات يتم استئجارها، ولذلك يتم استخدامها في أكبر مساحة ممكنة حيث يتم

استغلال كامل الموسم مما يؤدي إلى استخدام أمثل للقدرة. أما بالنسبة لمنطقة القصيم فإن متوسط القدرة الفعلية أقل من تلك المحسوبة بمقدار 10٪ حيث تراوحت القدرة المحسوبة بين 60 و273 كيلووات لمتوسط مساحات مزرعية تراوحت بين 9 و137 هكتار، وبالتالي فإن انخفاض القدرة الفعلية عن المحسوبة قد يرجع إلى التباين الكبير بين مساحات المزارع في المنطقة وأيضًا لطبيعة المحاصيل حيث لاتحتاج بعضها فعليًا إلى عمليات حقلية متعددة أو تكرار بعضها مثل الحفار، بالإضافة إلى أن منطقة القصيم من أوائل المناطق التى أُدخلت فيها المكننة على نطاق واسع وتم التوسع تدريجيًا بالمزارع مما أدى إلى إمتصاص القدرات الإضافية.

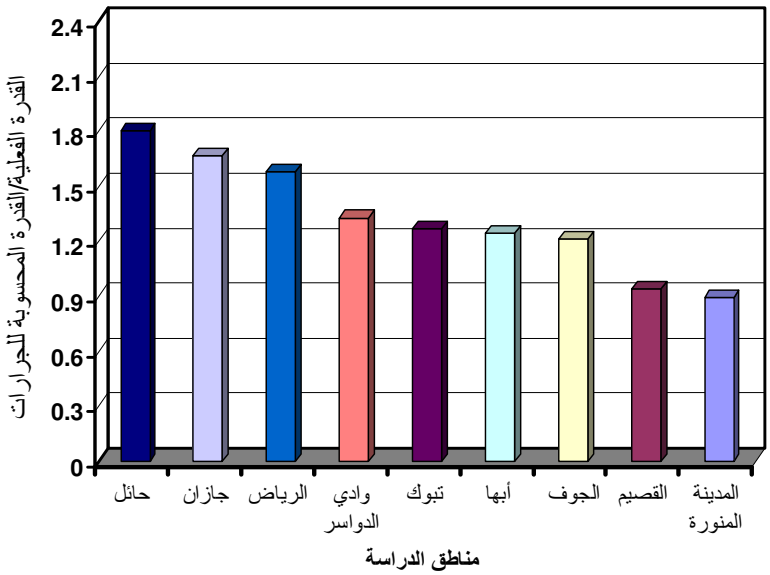
ويوضح الجدول رقم (5) أيضًا أن نسبة متوسط القدرة الفعلية إلى القدرة المحسوبة للمملكة هي 1.4، ويعني ذلك أن متوسط الزيادة في القدرة في المزارع على مستوى المملكة هو 40٪. وهذا بلا شك زيادة كبيرة سوف تؤثر على المستوى الربحي للمزارع.

الجدول رقم 5. متوسط القدرة المحسوبة حسب المناطق.

	المنطقة	عدد المزارع	متوسط المساحة المزروعة		متوسط القدرة المحسوبة		نسبة القدرة الفعلية إلى المحسوبة	
			هكتار	LSD	كيلووات	LSD		LSD
1	حائل	25	67.7	27.8	100.7	28.1	1.8	0.36
2	أبها	10	1.3	0.8	71.0	7.5	1.2	0.42
3	المدينة المنورة	10	4.8	1.1	67.6	2.4	0.9	0.02
4	تبوك	17	55.4	17.9	84.2	16.5	1.2	0.30
5	الدواسر	25	43.3	17.6	76.2	11.7	1.3	0.17
6	القصيم	22	63.5	17.8	121.9	26.6	0.9	0.14
7	الرياض	37	62.2	25.9	80.2	19.5	1.6	0.28
8	الجوف	29	77.8	51.0	83.2	13.3	1.2	0.09
9	جازان	16	9.0	4.9	39.7	9.6	1.7	0.42
متوسط المملكة		191	51.7	10.9	83.5	7.3	1.4	0.10

وقد بلغت القدرة المتوسطة المحسوبة لجميع المزارع في المملكة 83.5 كيلووات وبأقل فرق معنوي (± 7.3 كيلووات)، حيث تراوحت القدرة المحسوبة ما بين 39.7 كيلووات في مزارع منطقة جازان إلى 121.9 كيلووات في منطقة القصيم، وهذا قد يرجع إلى انخفاض متوسط مساحة الحيازة الزراعية في جازان (9 هكتارات) وارتفاعه في منطقة القصيم (63.5 هكتار).

ويبين الرسم البياني، الشكل رقم (1) العلاقة بين القدرة الفعلية والقدرة المحسوبة للجرارات لمختلف مناطق المملكة.



الشكل رقم 1. متوسط القدرة الفعلية إلى القدرة المحسوبة للجرارات لمناطق المملكة.

ويوضح الجدول رقم (6) البيانات الإحصائية للمساحة المزروعة والقدرة المحسوبة ونسبة القدرة الفعلية إلى المحسوبة حسب مناطق الدراسة. فعلى مستوى المملكة، بالنسبة لعينة الدراسة، كانت أصغر حيازة هي 0.3 هكتار في منطقة أبها، بينما كانت أكبر حيازة في منطقة الجوف والتي بلغت 700 هكتار. وتراوح متوسط القدرة المحسوبة بين 24.1 و347.5 كيلووات، بينما تراوحت نسبة متوسط القدرة الفعلية إلى القدرة المحسوبة بين 0.4 و4.7.

الجدول رقم 6. البيانات الإحصائية للمساحة المزروعة والقدرة المحسوبة ونسبة القدرة الفعلية إلى المحسوبة حسب مناطق الدراسة.

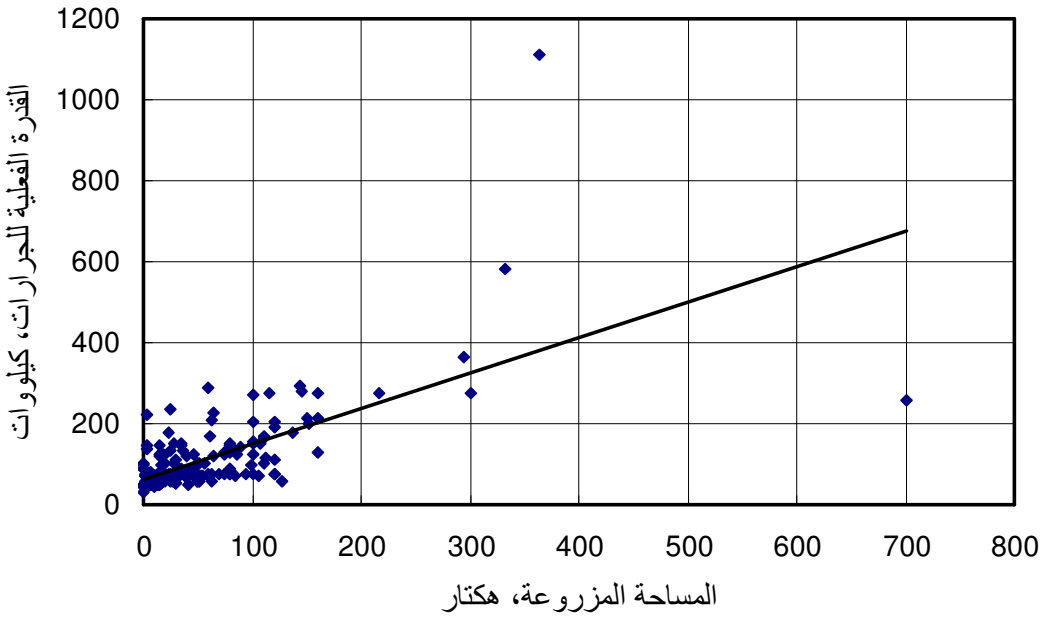
المنطقة	عدد المزارع	المساحة المزروعة (هكتار)		متوسط القدرة المحسوبة (كيلووات)		نسبة القدرة الفعلية إلى المحسوبة	
		أقل	أكبر	أقل	أكبر	أقل	أكبر
حائل	25	15	332	26.8	347.5	1.0	4.7
أبها	10	0.3	4	39.0	78.0	0.6	2.8
المدينة	10	2.5	8	60.2	69.5	0.9	1.0
تبوك	17	14.5	160	59.1	180.7	0.4	3.0
الدواسر	25	2.0	150	59.1	156.6	0.6	2.5
القصيم	22	9.0	137	60.2	273.0	0.4	1.8
الرياض	37	1.2	363	24.1	321.6	0.6	3.5
الجوف	29	2.0	700	53.6	156.6	0.7	1.8
جازان	16	0.5	41.7	24.1	78.0	0.6	4.0
متوسط المملكة		0.3	700.0	24.1	347.5	0.4	4.7

يوضح الجدول رقم (7) متوسط القدرة المحسوبة ونسبة القدرة الفعلية إلى القدرة المحسوبة حسب نوع التربة، حيث يتضح من الجدول زيادة القدرة الفعلية عن المحسوبة بمقدار 80٪ للترب المتوسطة القوام بينما لا تتجاوز 20 و30٪ للترب الثقيلة والخفيفة على الترتيب. ويتضح أيضًا من الجدول أنه في عينة الدراسة كانت التربة الثقيلة تمثل 55٪، بينما كانت الخفيفة هي الأقل حيث كانت تمثل 16٪.

الجدول رقم 7. متوسط القدرة المحسوبة ونسبة القدرة الفعلية إلى القدرة المحسوبة حسب نوع التربة.

نوع التربة	عدد المزارع	المساحة المزروعة		متوسط القدرة المحسوبة		نسبة القدرة الفعلية إلى المحسوبة	
		هـ	LSD	كيلووات	LSD		LSD
ثقيلة	106	56.5	17.4	94.8	10.4	1.2	0.09
متوسطة	54	45.9	16.4	65.8	13.1	1.8	0.24
خفيفة	31	45.6	14.6	75.4	11.1	1.3	0.16

ويتضح من الشكل رقم (2) أن العلاقة بين القدرة الفعلية والمساحة المزروعة هي علاقة طردية إجمالاً حتى مساحة 300 هكتار للمزارع التي شملتها الدراسة.



الشكل رقم 2. العلاقة بن القدرة الفعلية للجرارات والمساحة المزروعة.

الخلاصة والتوصيات

أبرز ما خلصت إليه الدراسة فيما يخص العمليات الحقلية مايلى:

1. أن نسبة متوسط القدرة الفعلية إلى القدرة المحسوبة للمملكة هي 1.4، ويعني ذلك أن متوسط الزيادة في القدرة في المزارع على مستوى المملكة هو 40٪.
2. تعدد وتكرار عمليات الحراثة الأولية للمحصول الواحد وهو ما يؤدى إلى ارتفاع كمية الطاقة المستهلكة لوحدة المساحة.
3. بلغت القدرة المتوسطة المحسوبة لجميع المزارع في المملكة 83.5 كيلووات وبأقل فرق معنوي (± 7.3 كيلووات).
4. القيم المقاسة بوحدة قياس الشد تعطي قيمًا تتقارب مع القيم المحسوبة من المعادلات القياسية الموصي بها من قبل الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين (ASAE) وبمقدار يعادل ± 15٪ من القيم المقاسة.

وتوصى الدراسة تحديدا بما يلى:

1. ضرورة دراسة واقع الممارسات الزراعية المتبعة في المزارع بأنحاء المملكة المختلفة، واقتراح البديل بما يتناسب مع كل منطقة وكل محصول لترشيد استهلاك الطاقة من خلال تحديد العمليات الزراعية المناسبة لكافة الحالات.
2. إجراء المزيد من الدراسات الحقلية التفصيلية لتحديد متطلبات الطاقة المزرعية اللازمة لاستكمال الجوانب المعلوماتية في هذا المجال لتوفير قاعدة بيانات شاملة ضرورية في مجال الطاقة المزرعية.

المراجع

بابعير، أحمد صالح، ومحمد فؤاد وهبي (1994). الجرارات الزراعية في المملكة العربية السعودية. مجلة الخليج العربي للبحوث العلمية، م 12(1):171-185.

الجفن، يوسف (1993). اتصال شخصي، البنك الزراعي العربي السعودي. الرياض، المملكة العربية السعوية.

الجنوبي، عبد الرحمن عبد العزيز، ومحمد فؤاد وهبي (1998). استهلاك الطاقة لمجموعة من نظم الحراثة والزراعة. مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الزراعية، جامعة عين شمس، القاهرة، م6 (1):37-48.

السحيباني، صالح عبد الرحمن (1989). تكاليف استخدام الآلات الزراعية لإنتاج القمح في المملكة العربية السعودية. المجلة العلمية لكلية الزراعة، جامعة القاهرة، المجلد 40(1):61-77.

السحيباني، صالح عبد الرحمن (1993). استخدام الجرارات والآلات الزراعية في مزارع إنتاج القمح بالمملكة العربية السعودية، مجلة اتحاد الجامعات العربية للدراسات والبحوث الزراعية، المجلد الأول (2)، 59-68.

السحيباني، صالح عبد الرحمن، ومحمد فؤاد وهبي0 (1991)0 متطلبات الطاقة للعمليات الحقلية لإنتاج القمح في المملكة العربية السعودية. مجلة الخليج العربي للبحوث العلمية. العلوم الزراعية والإحيائية 9 (1):27-43.

وهبي، محمد فؤاد، وعبد الرحمن عبد العزيز الجنوبي (1996). استخدام المكننة في المملكة العربية السعودية: دراسة مقارنة بين ثلاث مناطق زراعية. مجلة كلية الزراعة، جامعة القاهرة، م47 (1):61-72.

Al-Janobi, A and S. A. Al-Suhaibani (1998). Draft of primary tillage implements in sandy loom soil. Applied engineering in agriculture, 14(4): 343-348.

Al-Suhaibani, S.A. (1989). Mechanization provisions of modern farms in Saudi Arabia, Journal of King Saud University, Agricultural sciences Vol. 2 (2): 161-169.

Al-Suhaibani, S.A. and A. Al-Janobi (1997). Draught requirement of tillage implements operating on sandy loam soil. Journal of Agriculture Engineering Res. (66): 177-182

ASAE starndards (2000). ASAE D497.4: Agricultural machinery management data. ASAE, St. Joseph, MI 49085.

Bowers, W. (1974). Selection and management of big tractor system. Cooperative Extension Service. Oklahoma State University, 33 pp.

Butterworth, B., and Nix, J. (1983). Farm mechanization for profit. Granda Publishing, London, p. 260.

Dincer. I., M. M. Hussain, I. Al-Zaharnah (2005) Energy and energyutilization in agriculture sector of Saudi Arabia, energy policy, 33:1461-1467.

Frisby, J. C., and Summers, J. D. (1979). Energy-related data for selected implements. Transaction of ASAE 22(5):1010-1012

Hatirli S. A., B. Ozcan, C. Fert (2004). An econometric analysis of energy input-output in Turkish agriculture. Renwable and sustainable energy reviews, xx: 1-16.

ENGLISH SUMMARY

ENERGY USE OF FIELD AGRICULTURAL OPERATIONS

Saleh A. Al-suhaibani **Saad A. Al-Hamed**
Mohamed Fouad I. Wahby **Fawzi Said M. Awad**

The objective of this study was to evaluate the use of energy in agriculture for performing field operations in Saudi Farms by collecting farms data from farmers and large farms management. The study covered eight regions of the Kingdom of Saudi Arabia (Qassim, Madina, Tabuk, Hail, Jouf, Riyadh, Abha, and Jazan). These regions were selected for their agricultural importance and geographical representation. Agricultural data was collected from 200 farms including agricultural companies.

The percentage of actual power to estimated power was used as a criteria to study the status of energy use for field operations. Actual power was found for each farm through a questionnaire designed to study the status of agricultural energy in Saudi farms. Estimated power represents the required power to perform field operations for each farm. It was estimated by calculating the required drawbar pull and equivalent engine power for primary tillage operations, where soil type and the type of the primary tillage implement were taken into consideration. Analysis results showed that the most primary tillage implements are moldboard, disk, and chisel plows.

The results of this study showed that there is a considerable large differences among the farmers with respect to the field operation practices. The ratio of the actual power to the estimated power for the Kingdom was 1.4. The calculated average power for all the farms was 83.5 kW. In general, the relation between the actual power and the cultivated area was a direct correlation up to 300 ha.

Agricultural Engineering Dept., College of Food and Agricultural Sciences,
King Saud University, P.O. Box 2460, Riyadh 11451, Saudi Arabia
Email: salsuhaibani@gmail.com