Journal of Water Resources and Geosciences

Vol. 5, No.1, 2026

Efficiency of Mechanical Rice Transplanting in Enhancing Productivity and Reducing Water Consumption: A Case Study from Najaf Province, Iraq

Maha Ayyed Shnain*

*Ministry of Water Resources /Technical Deputy Office

*Corresponding author: aied7691@yahoo.co.uk

Abstract

Rice cultivation in Iraq faces increasing challenges due to water scarcity and rising labor costs, which require the adoption of modern agricultural technologies to improve productivity and water-use efficiency. This study aims to evaluate the impact of mechanical rice transplanting on crop productivity and irrigation water consumption compared with conventional cultivation methods. The research relied on field data obtained from a pilot experiment conducted in Najaf Province in cooperation with the Iraqi Ministry of Agriculture and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), in addition to reviewing relevant international studies. The results showed that mechanical transplanting increased rice productivity by about 15–20% while reducing irrigation water consumption by approximately 30% compared with traditional cultivation. The technique also reduced reliance on manual labor and agricultural inputs. These findings indicate that mechanical rice transplanting is a promising approach for improving water-use efficiency and enhancing agricultural productivity, and it represents an important option for supporting climate-smart agriculture in Iraq. The study recommends expanding the adoption of this technology to enhance the sustainability of rice cultivation under increasing water scarcity conditions.

Keywords: Mechanical Rice Transplanting, Water Use Efficiency, Rice Productivity Climate-Smart Agriculture, Najaf Province – Iraq.

Journal of Water Resources and Geosciences

Vol. 5, No.1, 2026

استخدام الشتال الميكانيكي في زراعة الأرز (كفاءة الإنتاج واستهلاك المياه)

دراسة تجربة محافظة النجف في العراق

مها عايد شنين *

* مكتب الوكيل الفني / وزارة الموارد المائية

*البريد الالكتروني للمؤلف المراسل: aied7691@yahoo.co.uk

الملخص

تواجه زراعة الأرز في العراق تحديات متزايدة نتيجة شح الموارد المائية وارتفاع تكاليف العمالة الأمر الذي يتطلب اعتماد تقنيات زراعية حديثة لتحسين كفاءة الانتاج واستخدام المياه. تهدف هذه الدراسة الى تقييم أثر استخدام تقنية الشتال الميكانيكي في زراعة الأرز من حيث زيادة الانتاجية وتقليل استهلاك المياه مقارنة بالطرق التقليدية. اعتمدت الدراسة المنهج التحليلي بالاستناد الى بيانات ميدانية من تجربة تطبيقية نفذت في محافظة النجف بالتعاون بين وزارة الزراعة العراقية ومنظمة الاغذية والزراعة للامم المتحدة (FAO)، اضافة الى مراجعة عدد من الدراسات الدولية ذات الصلة. اظهرت نتائج التجربة أن استخدام الشتال الميكانيكي اسهم في زيادة انتاجية الأرز بنسبة تراوحت بين 15–20% مع تقليل استهلاك مياه الري بنحو 30% مقارنة بالزراعة التقليدية، فضلاً عن خفض كبير في الاعتماد على العمالة اليدوية وتقليل استخدام المبيدات الزراعية. وتشير هذه النتائج إلى ان الشتال الميكانيكي يمثل تقنية واعدة لتعزيز كفاءة استخدام المياه وتحسين الانتاج الزراعي كما يشكل أحد الخيارات الملائمة لدعم الزراعة الذكية مناخياً في العراق. وتوصي الدراسة بتوسيع تطبيق هذه التقنية ضمن برامج التنمية الزراعية لتعزيز استدامة زراعة الأرز في ظل التحديات المائية المتزايدة.

الكلمات المفتاحية : الشتال الميكانيكي للأرز,كفاءة استخدام المياه , انتاجية الأرز ,الزراعة الذكية مناخيا ,محافظة النجف – العراق

المقدمة

يعد الأرز من المحاصيل الغذائية المهمة في العراق والتي تزرع في المحافظات الوسطى والجنوبية مثل النجف والديوانية وبابل والمثنى وذي قار وواسط وميسان ويعتبر من المحاصيل الستراتيجية بعد الحنطة والشعير. يحتل صنف (العنبر) مكانة خاصة في الثقافة الزراعية والغذائية العراقية ويعتبر من الرموز الغذائية ذات البعد الاجتماعي والتراثي.يتميز هذا النوع برائحته الزكية ويطلق عليه بالتسمية المحلية (الشلب) وتذكر المصادر التاريخية ان احد اسباب انشاء سدة العمارة على نهر دجلة هو لارواء مزارع الشلب والتي تعد اهم المزروعات في تلك المنطقة في حينها (سوسة ,1946) ,و يزرع الشلب في العراق بمساحات اجماليه تقدر ب (500) الف دونم وبمعدل انتاج (363338) طن سنويا في السنوات الرطبة (وزارة الزراعة العراقية ,نشرة فنية ارشادية) حيث تعتمد زراعة الرز على كميات كبيرة من المياه مما يجعلها حساسة جدًا للتغيرات الجوية المناخية وشح الموارد حيث يستهلك الدونم الواحد مايعادل (9200م3/دونم /سنة) بمقنن مائي 1:1400 (سوسة ,1945) وقد بينت الدراسه الستراتيجة لموارد المياه والاراضي عام 2015 لوزارة الموارد المائية المساحات المخصصة للشلب سوف تتقلص عام 2035 الى 250000 دونم تقريبا بسبب نقص الواردات والتغييرات المناخية ومع استمرار التحديات المائية في العراق واتخاذ قرارات بمنع زراعة الرز في السنوات الشحيحة (2025,2023,2018) برزت الحاجة الى تبني تقنيات اخرى مثل تقنية الشتال الميكانيكي التي من شأنها تقلل الفاقد المائي وتزيد الكفاءة والتي بدأت تدخل إلى الممارسات الزراعية في العراق مؤخرًا وبشكل خاص من خلال تجربة نموذجية في محافظة النجف نفذتها وزارة الزراعة برعاية منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO).وتهدف هذه الدراسة الى تقييم كفاءة استخدام هذه التقنية في زراعة الأرز مقارنة مع الطريقة التقليدية وبيان تأثيرها في كفاءة استخدام المياه وانتاجية المحصول اضافة الى دراسة امكانية تطبيقها في الظروف المحلية في العراق استنادا الى تجربة حقلية نفذت في محافظة النجف .

الدراسات السابقة

اشارت دراسة (Alzubaidi,2016) المنشورة في مجلة Elixir Agricult الى استخدام طريقة الشتال الميكانيكي من خلال زراعة صنفين محليين من الرز (العنبر والياسمين) في قضاء المشخاب في محافظة النجف في محطة ابحاث الأرز التابعة لمؤسسة البحوث الزراعية بوزارة الزراعة واستخدمت ثلاث طرق وهي الزراعة اليدوية واستخدام الة الشتال بطريقة المشي والة بطريقة الركوب .وجدت الدراسة أن السعه الحقليه (كمية المساحة الزراعية التي يمكن لالة زراعيه تغطيتها في وحدة زمنية) بلغت (0,238) هكتار /ساعه باستخدام الالة الراكبة مقارنه بالايدي العاملة (الطريقة اليدوية)التي بلغت (0,0038)هكتار/ ساعه وهو مايعادل 62 ضعف وبينت الدراسة ان الزراعة الميكانيكية تحقق سعة حقلية اكبر مقارنة بالزراعة اليدوية .

كما اشـارت دراسـة منشـورة في مجلة IARJSET عام 2020 ان الهند تعد من ثاني اكبر منتجين الارز الابيض والارز البني في العالم حيث تمثل 20% من اجمالي انتاج الارز العالمي ويعتمد حوالي 70% من الهنود على الزراعة في معيشـتهم ويزرع الارز عادة يدويا في الحقول رغم ان هذه الطريقة تزيد تكلفة العمالة وتسـتغرق وقتا طويلا .وقد تضمنت الدراسة حل هذه المشكلات بمساعدة الة زراعة الأرز المقترحة التي تقلل من كلفة العمالة

والوقت وتتميز هذه بانها الية بسيطه وبدون استخدام وقود وصديقة للبيئة و لا تتطلب هذه الالة سوى شخص واحد لتشـــغيلها والعمل عليها وتســـاعد المزارعين على جعل عملية زراعة الارز باكملها ميكانيكية مما يؤدي الى تقليل العمالة والتكلفة والوقت الى حد كبير وخلصت الدراسة الى ضمان التباعد المتساوي وعمق الارز المزروع و توفير الوقت والتكلفة خلال فتره ذروة الطلب على العمالة وخلق اشكال جديده من فرص العمل من خلال انشاء مشاريع مشاتل الشتلات ومقدمي خدمات النقل وتقليل التكلفة التشغيلية من خلال استخدام اليات جديدة ومحسنة والتغلب على مشكلة نقص العمالة ويمكن استخدام الية واحده لزراعة صفين في وقت واحد .

وتناول دليل تشغيل زراعة الأرز ميكانيكيا الصادر عن المعهد الدولي لبحوث الأرز IRRI عام 2015 في الهند موضـــوع اســـتخدام التقنيات الميكانيكية في زراعة الأرز ضـــمن مبادرة انظمة الحبوب في جنوب اســـيا (CSISA) بالتعاون مع المركز الدولي لتحسين الذرة والقمح (CIMMYT) . يسلط هذا الدليل الضوء على فوائد زراعه الأرزميكانيكيا في منطقه جنوب اسيا وتم اختيار منطقه اوديشا في الهند لاجراء التجارب حيث تعد زراعة الارز المحصول الرئيسي الغذائي فيها ويعتمد السكان كليا عليها ويناقش الدليل بعض القضايا التشغيلية والادارية التي يجب معالجتها ويســـاعد موظفي الارشـــاد الزراعي ومقدمي الخدمات والمزارعين المبتكرين على اســـتخدام الزراعة الميكانيكية حيث في جنوب اسيا تشكل ندرة العماله مشكلة رئيسية وهناك حاجة الى استكشاف اساليب زراعه الارز التي تتطلب عمالة اقل مع ضمان زراعة المحصول في الوقت المحدد حيث تعتمد منطقة اوديشا في الهند على زراعة الرز البعلي ويمكن تحســين توقيت الزراعة عن طريق اســتبدال عمليه الغمر بالبرك المائية الى عمليات بسيطة اخرى خاصة في غياب البنى التحتية وانظمه الري وهذا يقلل من احتياجات المياه اللازمة لتحضير الارض مما يزيد من خيارات زراعه المحاصـــيل مبكرا من خلال الزراعة غير الغمرية وخلص الدليل بالاضـــافة الى توفير المياه الى زراعة الشـــتلات في العمر الامثل واســـتخدام مســـاحة اقل مقارنة بالمشـــتل التقليدي و التباعد الموحد والكثافه النباتية المثلى وتحقيق انتاجية اعلى من(0.5-0.7) طن /هكتار مقارنة بالطرق التقليدية و انخفاض في الاجهاد والعمل الشاق والمخاطر الصحية لعمال المزارع كما يعالج مشكلة ندرة العمالة ويزيد من صافي دخل المزارعي.

وفي دراســـة اخرى اجريت في جمهورية مصـــر العربية في محافظة الدقهلية عام 2018 بعنوان التقييم (الاقتصـــادي لبعض نماذج تكنولوجيا الميكنة الزراعية المســـتخدمة في إنتاج محصـــول الارز) والتي هدفت إلى التعرف على الأثار الاقتصـــادية لإســـتخدام تكنولوجيا الميكنة الزراعية على أهم مؤشـــرات الكفاءة الإنتاجية والاقتصادية لمحصول لأرز، ولقد تم تقسيم إطار الدراسة الى ستة توليفات تكنولوجية مختلفة من حيث التسوية بالليزر، والشـــتل (اليدوي أو الآلي)، والحصـــاد (اليدوي أو بالكومباين) وهي التوليفة التكنولوجية الأولي وفيها يتم استخدام كل من (التسوية بالليزر + الشتل يدوي + الحصاد يدوي + ماكينة دراس)، التوليفة التكنولوجية الثانية وفيها يتم ستخدام كل من (الشتل اليدوي + الحصاد بالكومباين)، التوليفة التكنولوجية الثالثة وفيها يتم استخدام كل من (التسوية بالليزر + الشتل يدوي + الحصاد بالكومباين)، التوليفة التكنولوجية الرابعة وفيها يتم استخدام كل من (الشتل الآلي + الحصاد بالكومباين)، التوليفة التكنولوجية الخامس وفيها يتم استخدام كل من (التسوية بالليزر + الشتل الآلي+ الحصاد بالكومباين)، وأخيرا توليفة الزراعة التقليدية وفيها يتم استخدام كل من (الشتل اليدوي +

الحصاد اليدوي + ماكينة دراس). هذا بالإضافة إلى العمل الآلي من التكنولوجيا التقليدية وتشير النتائج إلى انخفاض معدل متوسط كمية التقاوي المستخدمة لكل من التوليفة الأولى والثالثة والرابعة والخامسة على التوالي عن توليفة الزراعة التقليدية بنحو ٦% ،5%,2% ،2% ،١% وذلك نتيجة لاستخدام التسوية بالليزر في التوليفة الأولى والثالثة، والشتل الآلي في التوليفة الرابعة، والتسوية بالليزر والشئل الآلي في التوليفة الخامسة، كما أن متوسط إجمالي العمل الآلي انخفض بمعدل بلغ بنحو ١٦% للتوليفة الأولى عن التوليفة التقليدية وذلك نتيجة لاستخدام التسوية بالليزر في التوليفة الأولى مما أدى إلى خفاض العمل الآلي في العمليات الزراعية الأخرى كعملية إعداد الأرض للزراعة والري، وزاد بمعدل بلغ حوالي ٢٥%،3%،12%،٦%، لكل من التوليفات التكنولوجية الثانية والثالثة والرابعة والخامسة على لتوالي، كما أن متوسط إجمالي العمل البشري المستخدمه لفدان محصول الأرز انخفض بمعدل بلغ نحو ٤٣% ،36% ،٢٠% ،16%،٩% لكل من التوليفة الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة على التوالي عن التوليفة التقليدية، أي أن بزيادة استخدام تكنولوجيا الميكنة الزراعية ينخفض متوسط إجمالي العمل لبشري المستخدم في زراعة محصول الأرز.

وفي سياق الدراسات تناولت دراسة منشورة في مجلة ابحاث المحاصيل الحقلية عام 2018 موضوع استخدام تقنيات مختلفة لزراعة الأرز واجريت الدراسة في معهد بحوث الارز في بنغلادش (غازيبور) وفي حقل احد المزارعين في (كوشتيا) وبينت الدراسة انه في معظم انحاء اسيا يزرع الارز يدويا في ترب موحلة (حراثة الارض تحت الغمر) لتقليل الاعشاب وحجز الماء وتتطلب جهدا كبيرا وكميات كبيرة من المياه .حيث تم في هذه الدراسة اعداد الشتلات في اطباق بلاستيكية في المشتل تم نقلها للزراعة بواسطة الشاتلات الميكانيكية في منطقتين احدها ترب موحلة واخرى غير موحلة (لم تحرث تحت الغمر الكامل) وتم الاستخدام ثلاث طرق لمعالجة الترب غير الموحلة وهي (الحراثة الشريطية : حراثةخطوط ضيقة للزراعة فقط وترك بقية الارض و الزراعة الصفرية : زراعة مباشرة دون قلب التربة والاحواض الضحلة :تجهيز احواض قليله العمق وغمر لفترة قصيرة لتلين التربة) واثبتت الدراسة ان الجمع بين الزراعة الالية والترب غير الموحلة يعد خيارا واعدا وقد ادى الى تقليل العمالة وتكاليف الوقود ومياه الري اللازمة لتحضير الارض للزراعة اما بالنسبة للانتاجية فهي مساوية او اعلى من الزراعة التقليدية الموحلة .

وتناولت دراسة منشورة في مجلة Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America (AMA) عام 2023 الزراعة التقليدية للأرز عن طريق النقل (transplanting) والتي تستنزف الموارد كونها تتطلب كميات كبيرة من الماء والطاقة والعمالة ورأس المال لذلك تواجه الزراعة التقليدية مشاكل في الاستدامة مثل انخفاض منسوب المياه الجوفية وتدهور صحة التربة وارتفاع انبعاثات الغازات الدفيئة التي تسهم في الاحتباس الحراري. كما أن نقص العمالة خلال مواسم النقل يحصل بسبب انتقال عمال الزراعة إلى المدن بحثًا عن أجور أفضل. الكثافة المنخفضة للنباتات في طريقة النقل التقليدية تُجبر المزارعين على استخدام المزيد من الأسمدة والمبيدات مما يرفع تكاليف الزراعة ويقلل من إنتاج الحبوب.في هذا السياق يجب أن تكون طريقة نقل الأرز الميكانيكية (Mechanical transplanting of rice – MTR) رخيصة وتُوفّر العمالة دون أن تُقلل من المحصول المحتمل. الزراعة الميكانيكية للنقل تحسن الإنتاج الزراعي وتضمن نقل الشتلات في الوقت المناسب. هي مربحة

وبسيطة. لكن على الرغم من تفوقها على الزراعة التقليدية، فإن قبول المزارعين لها منخفض بسبب الاستثمارات الأولية العالية وقلة الوعي بمزايا المشاتل ذات الصفائح (mat-type nurseries). يمكن أن تساعد الخبرة التقنية وتوافرها والتوظيف الملائم في تشجيع المزارعين على اعتماد النقل الميكانيكي.ان اسلوب نقل الارز ميكانيكيا MTR يعد تقنية واعدة و مستدامة وذكية مناخيًا لنقل الشتلات بسرعة في أنواع تربة مختلفة مع تقليل استهلاك العمالة والطاقة وخفض انبعاثات الغازات الدفيئة وزيادة الانتاجية والعائد الربحي والاستدامة للأراضـي المزروعة بالأرز.

في سياق الدراسات الحديثة المتعلقة بتحسين كفاءة استخدام المياه في زراعة الأرز، فقد أظهرت دراسة Jasim & Jabbar المنشورة في مجلة Journal of Water Resources and Geosciences عام (2023) أن استخدام نظام الري بالتنقيط تحت السطحي يمكن أن يسهم في تقليل كميات المياه المستخدمة في زراعة الأرز مع المحافظة على انتاجية المحصول. كما بينت النتائج ان إدارة فترات الري في هذا النظام تؤثر بشكل مباشر في رطوبة التربة وانتاجية الحبوب مما يعزز كفاءة استخدام المياه مقارنة بنظام الري بالغمر التقليدي. ووضحت دراسة لاحقة لـ Jasim & Jabbar عام (2024) في نفس المجلة ان ضبط المسافات بين انابيب الري في نظام التنقيط تحت السطحي له تأثير مهم في نمو وانتاجية محصول الأرز اذ يؤدي التصميم الامثل لشبكة الري الى تحسين خصائص التربة وزيادة إنتاج الحبوب اضافة الى تقليل استهلاك المياه. وتشير هذه النتائج الى اهمية تبني تقنيات الري الحديثة وتطوير تصميمها لتحقيق ادارة اكثر كفاءة للموارد المائية في زراعة الأرز خصوصاً في المناطق التي تعاني من محدودية الموارد المائية.

على الرغم من تعدد الدراسات التي تناولت استخدام التقنيات الميكانيكية في زراعة الأرز في دول مختلفة مثل الهند وبنغلادش ومصر الا ان تطبيق هذه التقنيات في الظروف الزراعية في العراق مايزال محدودا لذلك جاءت هذه الدراسة لقييم كفاءة استخدام تقنية الشتال الميكانيكي في زراعة الأرز في العراق ومقارنتها مع الطريقة التقليدية في الظروف المحلية .

منهجية البحث

موقع الدراسة

تركز زراعة الشـلب (الارز) في محافظتي النجف والديوانيه وبمسـاحة تقارب350000 دونم منها 60% في محـافظـة النجف و40% في محـافظـة الديوانيـة وتعتمـد زراعتـه على توفير كميـات كبيرة من ميـاه نهر الفرات المتفرع الى شـطي الكوفة والعباسـية ضـمن المحافظتين انفا .وقد تأثرت زراعة الشـلب بشـكل كبير في السـنوات السابقة والحالية بسبب ضروف الشحة المائية لمواسم متتالية في العراق مما ادى الى منع زراعة الشلب او تخفيض المساحات المزروعة بشكل كبير مما تطلب البحث عن طرق حديثة تكون ذات جدوى اقتصادية واقل استهلاك للمياه

تنفيذ التجربة

نفذت وزارة الزراعة العراقية بالتعاون مع (منظمة الاغذية والزراعة للامم المتحدة) FAO تجربة ميدانية لتطبيق تقنيات الزراعة الذكية مناخيا في محافظة النجف خلال عام 2024 وذلك باستخدام تقنية الشتال الميكانيكي لزراعة الارز صنف (العنبروالياسمين) بهدف تقييم كفاءة هذه التقنية مقارنة بالطريقة التقليدية في زراعة الأرز .

الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

وتقع منطقة الدراسة في قضاء المشخاب التابع الى محافظة النجف احدى محافظات الفرات الاوسط في العراق وهي من المناطق الزراعية الرئيسة المعروفة بزراعة الشلب. وتم تحديد الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة بالاعتماد على الخرائط الرقمية وصور الأقمار الصناعية باستخدام برنامج Google Earth Pro وتقع المنطقة تقريباً عند الإحداثيات بنظام (UTM) ضمن المنطقة (R 38) عند 451659 متر شرقا و3518865 متر شمالا وتشير هذه الإحداثيات إلى الموقع التقريبي لمنطقة الدراسة ضمن قضاء المشخاب ولا تمثل الموقع الدقيق للحقل التجريبي.

تصميم التجربة

تم تنفيذ (14) نموذج تجريبي لتطبيق التجربة خلال الموسم الصيفي 2024 بأستخدام تقنية الشتال الميكانيكي في زاراعة الأرز وبمساحة (70) دونم وتم التركيز على صنفي العنبر والياسمين كونهما الاصناف الاكثر شيوعا ي المنطقة .

اليه العمل في الحقل بصورة عامة

تكون الية العمل بالحقل وحسب ما وضح في النشرة الفنية الارشادية الصادرة من وزارة الزراعة /الهيأة العامة للارشاد والتعاون الزراعي حيث يتم تحضير الشتلات باستخدام اطباق بلاستيكية شكل (1) تملأ بالتربة الناعمة المنخولة ويستخدم بحدود 80 طبق للدونم الواحد وبكمية بذار(5 كغم / دونم) ,ترطب الاطباق بالماء لغاية الاشباع ثم تنثر البذور المعشبة في الاطباق المخصصة وتغطى بالتراب الناعم شكل (2) وتنضد الاطباق المزروعة بوضع احدهما فوق الاخر وبفاصل طبق غير مزروع بين الاطباق المزروعة ثم تغطى الاطباق المرصوفة فوق بعضها جيدا بقماش جنفاص (الخيش) منقع بالماء للحفاظ على رطوبة دائمة وتبقى بحدود خمسة ايام ثم تنقل الاطباق الى المشتل شكل (3) لمساعدة نمو افضل للشتلات ,ترصف الاطباق بصورة متراصفة وتغطى بقماش خفيف لمنع حدوث اضرار من قبل الطيور واشعة الشمس المباشرة وبعد ثلاثة ايام يرفع الغطاء ويكون سقي المشتل مرتين يوميا بحيث يضمن بقاء الرطوبة وهو عكس الطريقة التقليدية التي تحتاج الى غمر مستمر طيلة فترة الشتل البالغه 30 يوم .(المهندس الاستشاري شوكت صائب جميل) منظمة FAO.

شكل (1): الاطباق البلاستيكية

شكل (2): تحضير الاطباق

شكل (3): المشتل

يتم نقل الشـتلات الى الحقل برصـفها على الالة الشـاتلة شـكل (5,4) والتي تقوم بدورها بتوزيعها بعد تسـوية الحقل وحراثته . وتجدر الاشـارة الى ان وزارة الزراعة ودوائرها في النجف سـاهمت بتوفير ثلاث شـاتلات واطباق بلاسـتيكية وتم تنفيذ برنامج العمل بأشـراك كافة اصـحاب المصـلحة خاصـة المزارعين وتم الاستعانة بخبرات المهندسين في زراعة النجف .

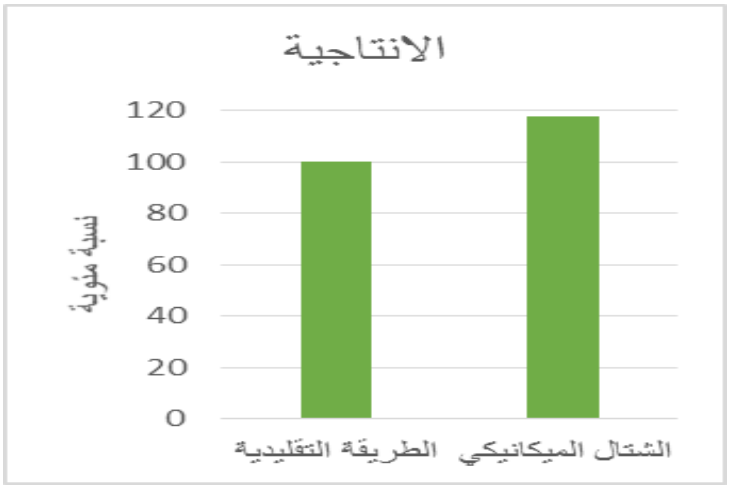
شكل (4): تثبيت الشتلات على الماكنة

شكل (5): زراعة الشتلات باستخدام الشاتلة الميكانيكية

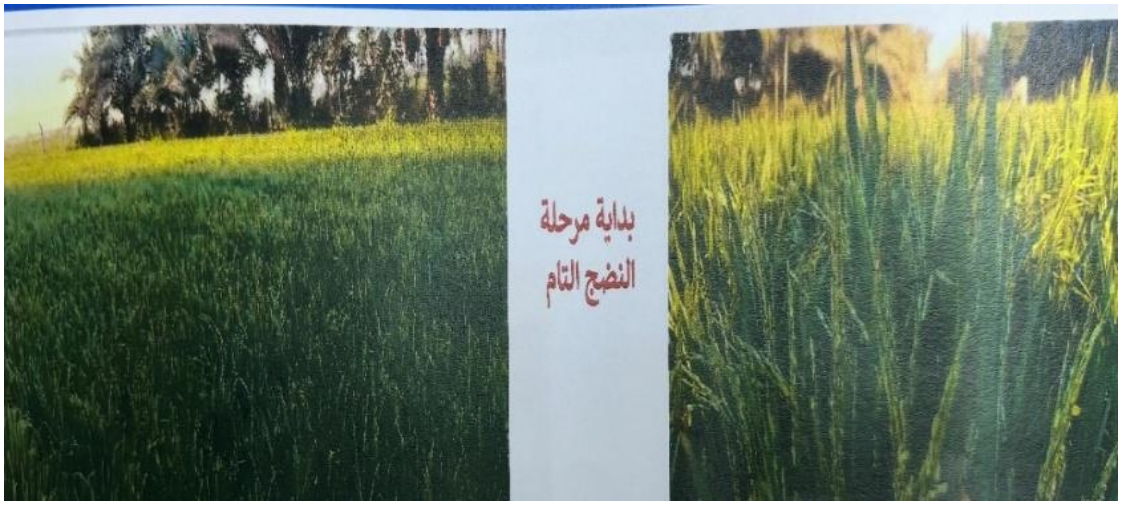
النتائج والمناقشة

تُظهر نتائج الدراسة سواء الميدانية في محافظة النجف او المستخلصة من الدراسات العلمية في العراق وآسيا ومصر ان الشتال الميكانيكي يمثل تحولا تقنيا ذو جدوى عالية وقابلية تطبيق واسعة في ظروف الشح المائي وتذبذب توفر اليد العاملة. ويعزز هذا التوافق بين التجارب المحلية والدولية مصداقية النتائج التي توصلت اليها الدراسة.

فعلى المستوى الانتاجي اكدت نتائج تجربة النجف ارتفاع الانتاجية بنسبة (15–20%) (شكل 6) وهو اتجاه يتطابق مع الدراسات المنفذة في الهند وجنوب آسيا ومصر التي اشارت الى زيادة الانتاجية مقارنة بالطرق التقليدية. ويعود هذا التحسن الى تحقيق التباعد الامثل بين الشتلات وانتظام النمو والكثافة الشكل (8,7) وانخفاض الاجهاد الذي تتعرض له الشتلات عند النقل مقارنة بالطريقة اليدوية. كما ان نقل الشتلات في الوقت المناسب يضمن استثمار الموسم الزراعي بالكامل دون تأخير ينتج عن نقص العمالة.



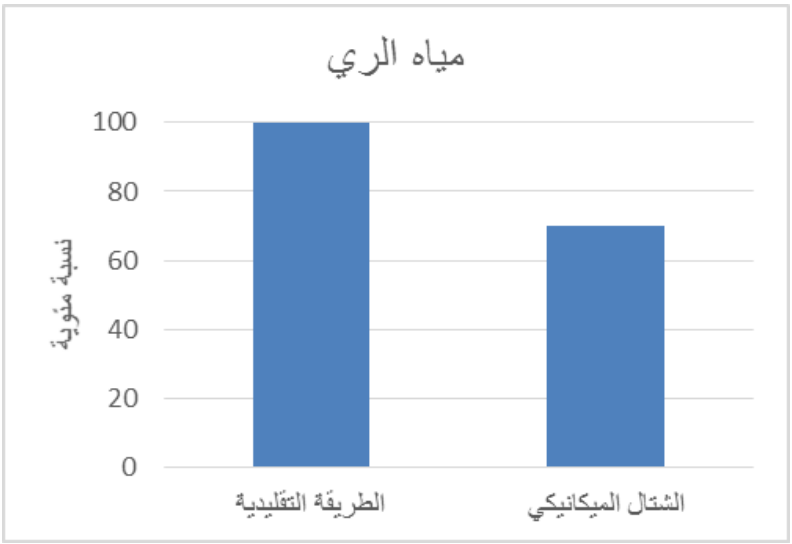
شكل (6): مقارنة الانتاجية بين الطريقة التقليدية وتقنية الشتال الميكانيكي بأعتماد خط اساس 100%



شكل (7): انتظام النمو

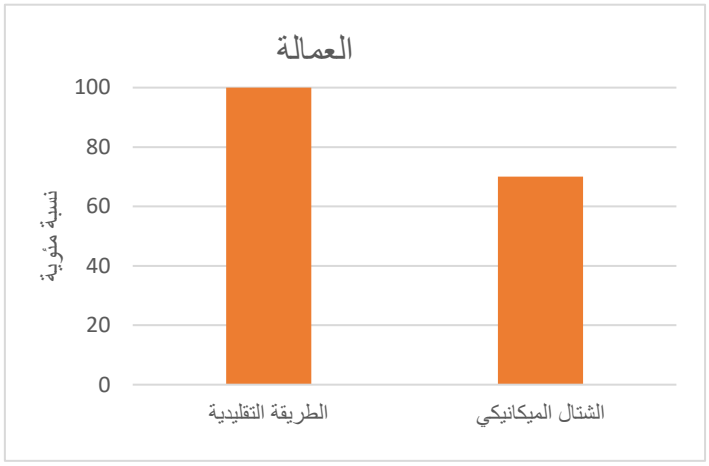
شكل (8): الكثافة بين الطريقتين التقليدية والشتال الميكانيكي

اما من ناحية كفاءة المياه فقد اظهرت تجربة النجف توفيرا قدره 30% (شكل 9) من مياه السقي وهو ما ينسجم مع نتائج الهند وبنغلادش التي أثبتت ان الجمع بين الشتل الميكانيكي وتقليل عمليات الغمر التقليدية يحقق وفورات ملموسة في الري دون التأثير سلبا على الإنتاج. ويعزى هذا الانخفاض في استهلاك المياه الى تقليل الفترة اللازمة لتحضير المشتل والغمر بالاضافة إلى تقليل التبخر نتيجة انتظام الزراعة وسرعة الانجاز. هذا العامل تحديدا يمثل قيمة استراتيجية في العراق الذي يعاني سنويا من ازمة الواردات المائية



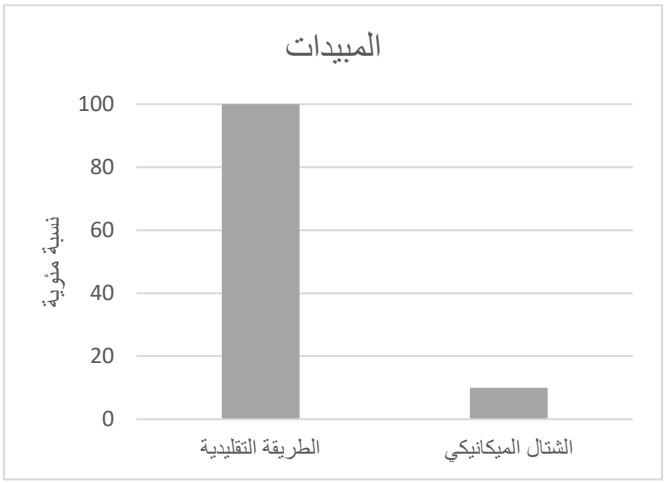
شكل (9): مقارنة مياه الري بين الطريقة التقليدية وتقنية الشتال الميكانيكي بأعتماد خط اساس 100%

كما تُظهر النتائج انخفاضا كبيرا في الاعتماد على العمل البشري إذ وفرت تجربة النجف نحو 30% (شكل 10) من كلفة اليد العاملة وهو اتجاه مطابق لما ورد في مصر والدول الآسيوية



شكل (10): مقارنة استخدام العمالة بين الطريقة التقليدية وتقنية الشتال الميكانيكي بأعتماد خط اساس 100%

ومن الجوانب المهمة ايضا ان الشتال الميكانيكي ساهم في تقليل استخدام المبيدات بنسب تراوحت بين 80–95% في تجربة النجف (شكل 11) وهو أثر غير مباشر لكنه بالغ الأهمية من ناحية الاقتصاد وحماية الصحة والبيئة. اذ ان انتظام الزراعة وتساوي الاعماق والمسافات يؤدي إلى تقليل فرص نمو الاعشاب وانخفاض الحاجة إلى مكافحة الآفات ما يقلل الكلف ويحسن جودة البيئة الزراعية.



شكل (11): مقارنة استخدام المبيدات بين الطريقة التقليدية وتقنية الشتال الميكانيكي بأعتماد خط اساس 100%

وتبرز تجربة النجف قيمة التجهيزات الداعمة مثل توفير الأطباق البلاستيكية الجاهزة، آلات الشتل، والتوجيه الفني من الدوائر الزراعية. وتشير نتائج التجربة إلى ان التقنية لا تحقق تأثيرها الكامل إلا إذا رافقها دعم مؤسسي يشمل التدريب وتوفير المعدات والارشاد الميداني وهي عوامل أكدت الدراسات الدولية انها شرط اساسي لنجاح التبني الواسع لتقنية الشتال الميكانيكي.

وتعكس نتائج النجف ايضا قابلية تكييف التقنية مع طبيعة الترب العراقية رغم تباين خصائصها مقارنة بترب جنوب آسيا. فوجود ترب ثقيلة في بعض مناطق الفرات الأوسط لم يمنع نجاح التجربة مما يفتح بابا لبحوث لاحقة لاجراء تجارب اعمق تشمل انواع مختلفة من الترب وطرق ري بديلة مشابهة لتجربة (الترب غير الموحلة) في بنغلادش التي حققت نجاحا كبيرا.

ومن خلال مقاربة النتائج المتاحة يتضح ان الشتال الميكانيكي لا يمثل مجرد تقنية جديدة للنقل بل مدخلًا متكاملا للزراعة الذكية مناخيا كونه يقلل استهلاك الماء والطاقة والعمالة ويرفع الانتاجية . وهذا يجعله خيارا استراتيجيا للعراق خصوصا مع توقّع الدراسة الستراتيجية لموارد المياه تقلص مساحات الشلب إلى النصف بحلول عام 2035 في ظل استمرار الشح المائي.

الاستنتاجات

وبناءً على ما سبق تظهر التجربة العراقية عند مقارنتها مع التجارب الدولية ان الشتال الميكانيكي يمثل خيارا قابلا للتطبيق والتوسع خاصة اذا ترافق مع تحسينات اضافية تشمل تطوير آلات تتناسب مع ظروف الحقول العراقية وادخال نظم ري حديثة وهو ما يمكن ان يرفع نسب التوفير المائي الى مستويات اعلى في المستقبل.حيث يتطلب تنظيم ورش عمل وحملات توعوية لتعريف المزارعين بفوائد الشتل الآلي (مثل توفير المياه وزيادة الانتاجية) كما حدث في مبادرة النجف بالعراق بدعم من منظمة الاغذية والزراعة.(FAO) وتوفير الدعم المالي والفني للمزارعين لاقتناء وصيانة آليات الشتل بالإضافة إلى توفير شتلات عالية الجودة من خلال وزارة الزراعة لضمان استمرارية التقنية.مع استخدام الذكاء الاصطناعي وأنظمة الري الذكية مع الشتل الآلي لتحسين ادارة المياه والتسميد وتقليل الهدر مما يعزز استدامة الموارد ويزيد من كفاءة الانتاج مع ضرورة التعاون بين (الحكومات، المنظمات الدولية والقطاع الخاص) لتطوير بنية تحتية زراعية متقدمة وتوفير التمويل اللازم لتوسيع نطاق التقنية مع التركيز على تحقيق اهداف التنمية المستدامة المتعلقة بالامن الغذائي والمياه. ان البحث والتطوير المستمر مطلوب ودعم الأبحاث لتحسين آليات الشتل وتكييفها مع الظروف المحلية بالاضافة إلى تطوير اصناف شتلات مناسبة للشتل الآلي تزيد من الانتاجية وتتحمل التغيرات المناخية.

المصادر

AMA. (2023). Mechanical transplanting of rice for reducing water, energy, and labor footprints with improved rice yields in the tropics. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America,* AMA-14-05-2023-12260.

Alzubaidi, A. A. J., Ahmad, S. A., & Galley, A. A. (2016). The effect of transplanting methods on field capacity and two rice cultivars yield. *Elixir Agriculture*, 95, 40772

Cereal Systems Initiative for South Asia (CSISA). (2015). Operational manual for mechanical transplanting of rice. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) and International Rice Research Institute (IRRI).

Jabbar, F. A., & Jasim, A. A. (2023) Evaluation of rice production in Iraq under subsurface drip irrigation system. *Journal of Water Resources and Geosciences*, 2(1), 41–52.

Jabbar, F. A., & Jasim, A. A. (2024).Effect of the distance between irrigation tubes in the subsurface drip irrigation system on rice crop production. *Journal of Water Resources and Geosciences,* 3(2), 1–17.

Hossain, M. A., Hossain, M. M., Hoque, M., & Bell, R. W. (2018). Planting rice in non-puddled soil using a small-scale mechanical transplanter reduces fuel, labor, and irrigation water requirements for establishment and increases yield. Field Crops Research, 225, 141-151

International Journal of Environmental and Rural Development (IJERD). (2012). Effects of transplanting methods on yield of different rice varieties under sandy soil condition.

PhilRice & IRRI. (2015). Rice mechanization: Mechanical rice transplanting. Philippine Rice Research Institute, Los Baños, Philippines.

Sajjad, A., et al. (2024). Assessment and the way forward of less adoption of mechanical rice transplanting in Gujranwala Zone. *Global Scientific Journal*.

Tupkar, A. B., et al. (2020). An approach on rice planting machine. *International Advanced Research Journal in Science*, Engineering and Technology, 7(1).

الدراسة الستراتيجية لموارد المياه والاراضي في العراق . وزارة الموارد المائية

جرجس، ن .ت (٢٠١٨) التقييم الاقتصادي لبعض نماذج تكنولوجيا الميكنة الزراعية المستخدمة في إنتاج محصول

الأرز :دراسة حالة بمحافظة الدقهلية .المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي ٢٨ (٤) ديسمبر(ب) ص٢٣٨٧-٢٤٢١

سوسة .احمد .(1945) في ري العراق نهر الفرات .بغداد

سوسة .احمد .(1946) تطور الري في العراق .بغداد

منظمة الاغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) .(2024) .تطبيقات الزراعة الذكية مناخيا :النماذج الحقلية لتعزيز انتاجية المياه والمحاصيل ,الشتال الميكانيكي للشلب ,محافظة النجف

وزارة الزراعة العراقية، الهيأة العامة للإرشاد والتعاون الزراعي ,نشرة فنية إرشادية : نظام التكثيف لمحصول الرز.

وزارة الزراعة العراقية (2022)http://www.zeraa.gov.iq .

.