جامعة الفرات الأوسط التقنية /كلية البوليتكنك –كربلاء /مجلة الفرات لتقنيات العلوم الإدارية FJAST: Vol. 1, No. 1, 2026,14-29

مجلة الفرات لتقنيات العلوم الإدارية

القياس المحاسبي لتكاليف دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت في ظل تطبيق الزراعة الذكية دراسة تطبيقية في الشركة الأهلية للإنتاج الزراعي

حوراء عبد الأمير احمد[1]، حسن هادي كهو [2]
[2,1]جامعة الفرات الأوسط التقنية – كلية البوليتكنك/ كربلاء – كربلاء – العراق
howra.ahmed.ikr@atu.edu.iq[1] ,hassanhadi87@atu.edu.iq[2]

المستخلص

هدف البحث إلى بيان دور القياس المحاسبي للتكاليف الخاصة بدورة حياة المنتج الموجهة بالوقت في ظل تطبيق الزراعة الذكية عبر دراسة تطبيقية في الشركة الأهلية للإنتاج الزراعي (عينة البحث) إذ ينطلق من مشكلة تمثلت في قصور الأنظمة المحاسبية التقليدية المطبقة في قياس التكاليف بصورة دقيقة وشاملة. نتيجة عدم ارتباطها بعنصر الزمن إضافة الى عدم تتبعها التكاليف خلال مراحل دورة حياة المنتج المختلفة الذي يحدّ من القدرة في كشف وتحديد الهدر وكذلك تحسين كفاءة الأداء. وقد اعتمد البحث على المنهج التحليلي الوصفي والمنهج التطبيقي إذ تم تحليل تكاليف الإنتاج الزراعي وفق مختلف مراحل دورة الحياة، والمقارنة مع النظام التقليدي وفي ظل الزراعة الذكية، مع قرن التكاليف بالزمن باستخدام مدخل تكلفة دورة حياة المنتج الموجه بالوقت وتم الحصول على البيانات من خلال المقابلات الميدانية وكذلك البيانات الفعلية والتقديرية التي تخص الشركة .وتوصل البحث إلى مجموعة من الاستنتاجات كان أبرزها أن القياس المحاسبي لتكلفة دورة حياة الموجه بالوقت في ظل الزراعة الذكية قد ساهم في انخفاض التكاليف وتقليل نسبة الهدر عبر تحسين كفاءة استخدام الزمن والموارد المستخدمة بالأخص في مراحل تشغيل رئيسة مثل الري والتسميد. وتوصل إلى مجموعة من التوصيات أهمها: أن الاعتماد على القياس المحاسبي لتكلفة دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت في ظل الزراعة الذكية، يمثل مدخلًا مهم وفعّال لتحسين الكفاءات التشغيلية وتعزيز القدرة التنافسية في القطاع الزراعي وعلى هذا الأساس أوصى البحث بأهمية تبني النماذج المحاسبية الحديثة وتطوير نظم المعلومات المحاسبية وبما يتلاءم مع متطلبات التقنيات الذكية.

كلمات مفتاحية: تكاليف دورة حياة المنتج، تكاليف دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت، الزراعة الذكية.

Abstract

The aim of the research is to demonstrate the role of accounting measurement of costs for the time-oriented product life cycle under the application of smart agriculture through an applied study at the National Company for agricultural production (research sample), as it proceeds from a problem represented in the failure of traditional accounting systems applied in measuring costs accurately and comprehensively. As a result of not being related to the element of time, in addition to not tracking costs during the various stages of the product life cycle, which limits the ability to detect and identify waste, as well as improve performance efficiency. The research was based on the descriptive analytical approach and the applied approach, as the costs of agricultural production were analyzed according to various stages of the life cycle, and compared with the traditional system and under Smart Agriculture, with the comparison of costs with time using the time-oriented product life cycle cost input .data were obtained through field interviews as well as actual and estimated data that belong to the company. The research reached a set of conclusions, the most prominent of which was that the accounting measurement of the cost of the time-oriented life cycle under Smart Agriculture has contributed to reducing costs and reducing waste by improving the efficiency of using time and resources used, especially in key operating stages such as Watering and fertilizing. He came to a set of recommendations, the most important of which are that relying on the accounting measurement of the time-oriented product life cycle cost under smart agriculture represents an important and effective input to improve operational efficiencies and enhance competitiveness in the agricultural sector.on this basis, the research recommended the importance of adopting modern accounting models and developing accounting information systems in line with the requirements of smart technologies
Keywords: product lifecycle costs, time-oriented product lifecycle costs, smart agriculture.

المقدمة

يشهد القطاع الزراعي حاليا العديد من التحولات الجوهرية وذلك نتيجة التطورات التكنولوجية المتسارعة وظهور العديد من المفاهيم الحديثة مثلاً الزراعة الذكية التي تعتمد في توظيف التقنيات الرقمية لتحسين كفاءة عملية الإنتاج وتعظيم استخدام الموارد، ونتيجة التحولات أصبح الاعتماد على الأنظمة التقليدية في وقياس وإدارة التكاليف كافيًا لمواكبة متطلبات هذه البيئة الإنتاجية الحديثة بالأخص في حالة تزايد الضغوط التنافسية وارتفاع التكاليف التشغيلية.

وخلال هذه الفترة برزت أهمية تطوير النظم المحاسبية لتواكب مثل هذه التغيرات من خلال ضرورة تبني المداخل الحديثة التي ترتكز على تحليل التكاليف بشكل شمولي واكثر ارتباط بالواقع التشغيلي، لذا فإن مدخل تكاليف دورة حياة المنتجات مهم كونه يمكن من تتبع التكاليف عبر مختلف مراحل الإنتاج يركز على الزمن بوصفه المحرك الرئيس في استهلاك الموارد هذا التكامل بين هذين المدخلين يعد خطوة متقدمة ومهمة نحو تحسينات دقيقة في القياس المحاسبي وكذلك تعزيز كفاءة الأداء.

تكتسب الزراعة الذكية في هذا السياق دور محوري في إعادة تشكيل العملية الإنتاجية وذلك بتقليل الزمن الضائع (الهدر)، والعمل على تحسين استخدام المدخلات وتخفيض الفاقد. وبالتالي ينعكس على هيكل التكاليف بشكل مباشر ، فظهرت الحاجة إلى البحث عن كيفية توظيف المداخل المحاسبية الحديثة في بيئة الزراعة الذكية وبما يساهم في تحقيق الاستخدام الكفئ للموارد وتخفيض التكلفة. يحاول هذا البحث تسليط الضوء على تطبيق القياس المحاسبي لتكاليف دورة حياة المنتجات والموجهة بالوقت وتبنيه في بيئة الزراعة الذكية. بهدف توفير إطار عملي نتيجته خفض التكلفة والمساهمة في دعم القرارات الإدارية.

المبحث الأول: منهجية البحث

أولا: مشكلة البحث

تواجه الشركات الزراعية اليوم بالأخص في البيئة العراقية مجموعة من التحديات المتزايدة يمكن تمثيلها في ارتفاع تكلفة الإنتاج، ضعف الكفاءة في استخدام الموارد وذلك نتيجة اعتماد نظم المحاسبة التقليدية التي لا تعكس التكاليف الحقيقية للمنتجات خلال مراحل دورة الحياة المختلفة، إضافة الى إغفالها لأهم عنصر وهو الزمن بوصفه محركًا أساس للتكلفة، وفي ظل التكنولوجيا المتقدمة والتوجه لتطبيق عدد من تقنيات الزراعة الذكية (الربورت المتقدم، الرش المحوري، إنترنت الأشياء) تظهر الحاجة إلى ضرورة الاعتماد على نموذج محاسبي يواكب الحداثة ويربط التكلفة بالزمن ويعمل على تحليلها خلال مراحل دورة حياة المنتج.

وعليه، فمشكلة البحث تتمحور في السؤال الرئيس الاتي:

هل إن القياس المحاسبي لتكاليف دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت في ظل تطبيق الزراعة الذكية قادر على تخفيض التكاليف والحد من الهدر في الشركة الأهلية للإنتاج الزراعي عينة البحث؟

ثانيا: أهمية البحث

تتوضح أهمية البحث من إمكانية تقديم إطار للمحاسبة حديث يجمع بين كلا من تكلفة دورة حياة المنتج وعنصر الزمن وفي ظل تطبيق الزراعة الذكية ليساهم في تحسين الدقة في قياس التكاليف والكشف عن مصادر الهدر، كما أنه يساعد في توفير نموذج عملي لدعم الشركات الزراعية في تقليل التكلفة والتحسين من كفاءة استخدام الموارد.

ثالثا: أهداف البحث

يهدف البحث الى القياس المحاسبي لتكاليف دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت في بيئة زراعية ذكية وذلك من أجل معرفة كيف يؤثر هذا القياس في خفيض التكاليف والتقليل من الهدر خلال مختلف مراحل الإنتاج، ويسعى الى تقييم الفعالية من ربط عنصر الزمن بالتكاليف التشغيلية وتحديد مدى مساهمة التقنيات الزراعية الذكية في التحسين من كفاءة استخدام الموارد في (عينة البحث) الشركة الأهلية للإنتاج الزراعي.

رابعاً: فرضية البحث

يستند البحث على فرضية رئيسة مفادها: **إن قياس وتحليل تكاليف دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت في ظل الزراعة الذكية يساهم في تخفيض التكاليف وتقليل الهدر.**

خامسا: عينة البحث

تم تمثيل عينة البحث من قبل الشركة الوطنية للإنتاج الزراعي لغرض تطبيق القياس المحاسبي لتكاليف دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت في ضوء تطبيق الزراعة الذكية لعام 2024، لأن بياناتها المالية متاحة على الموقع الإلكتروني وهي تمثل عينة من النشاط الزراعي، والذي يعتبر أحد الأنشطة ذات التأثير المهم على الاقتصاد المحلي. وتم اختيار شركة واحدة كون هذا النوع من القياس يتطلب الدخول في تفاصيل دقيقة للسجلات والمستندات المحاسبية الداخلية للشركات وتتبع كل نشاط وكل مرحلة من مراحل

دورة حياة المنتج بالتفصيل على مستوى الطن الواحد وهو أمر يصعب تحقيقه بالعمق نفسه عند التوسع الأفقي لعدة شركات، وتم الاقتصار على مدة سنة واحدة فإن الباحثون يوضح أن الهدف من البحث لم يكن قياس **الأثر السببي طويل الأجل** لتطبيق الزراعة الذكية على التكاليف بمعزل عن المتغيرات الأخرى وإنما كان **قياسً محاسبيً مقارنً** بين نظامين إنتاجيين (تقليدي وذكي) ضمن الظروف التشغيلية والزمنية ذاتها.

المبحث الثاني: المرتكزات المفاهيمية للبحث

أولا: تكاليف دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت

تُعدّ دورة حياة المنتج من المفاهيم الرئيسة في إدارة الوحدات الاقتصادية، إذ إنها بمثابة الإطار الذي يوضح المراحل الأساسية التي يمر بها المنتج منذ نشأته كفكرة أولية وحتى خروجه من السوق. وهذه الدورة تبدأ بمرحلة (البحث والتطوير، مرحلة التقديم إلى السوق، النمو، النضج، وأخيرًا مرحلة التراجع أو الانسحاب). إن دراسة دورة حياة المنتج تكتسب أهمية كبيرة لدورها في توجيه القرارات الاستراتيجية المتعلقة: بالتسعير، الإنتاج، التسويق، وإدارة التكاليف، وبما يسهم في تعزيز القدرة التنافسية. كما تساعد هذه الدورة الوحدات الاقتصادية على التنبؤ بالتغيرات في الطلب، وكذلك تكييف مواردها بكفاءة لضمان تحقيق أقصى قيمة ممكنة طوال عمر المنتج.

وأشار (Franciele, et al., 2024) الى تاريخ ضهور هذا المفهوم في الأدبيات مع بداية الألفية الجديدة ومنذ ذلك الوقت تطور هذا المفهوم بالتزامن مع تطور الوحدات الاقتصادية التي بات من الضروري أن تتكيف مع هذه التغيرات وهذا التطور شمل جميع مراحل خط الإنتاج، والتي قد تختلف وتتباين من منتج الى آخر بالاعتماد على خصائصه مثل (المبيعات، والتسويق، والربحية) وغيرها. إن الوعي العالمي المتزايد بقضايا دورة حياة المنتج بالإضافة الى المزايا التنافسية لتطبيق استراتيجيات تخص استعادة المنتج في نهاية عمره مثلا إعادة الاستخدام وإعادة التصنيع، وإعادة التدوير، الذي يُعدّ شرطًا أساسيًا وجوهري لتعزيز ممارسات الأعمال المستدامة.

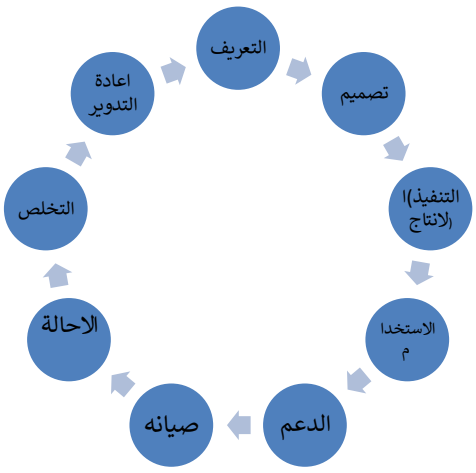
إما من ناحية المفهوم فدورة حياة المنتج تعرف وبقدر تعلق الأمر بالإنتاج، بانها المدة الزمنية (الفترة) التي يمر فيها المنتج بدءا من مرحلة البحث والتطوير وانتهاءً بالمرحلة التي يتم فيها تقديم الخدمات والدعم للزبون (Kompelli & T., June 2024,)

وتختلف دورة حياة المنتج أو الخدمة من منتج الى أخر بحسب طبيعة المنتج، فمثلا في صناعة الأدوية قد تكون دور حياة المنتج أكثر من سنة واحدة أما في صناعة الإلكترونيات فقد تستغرق اقل السنة، أيضا هنالك مجموعة من الأسباب التي ساهمت في جعل دورة حياة المنتج اقصر منها أتمتة عمليات الإنتاج، والمنافسة الشديدة بين المنشآت يضاف أيضا الانفتاح الدولي بين الأسواق، الى جانب زيادة وتنوع المتطلبات المتعلقة بالزبائن ، وهذا ما استوجب الوحدات الاقتصادية الى تصنيع منتجات متعددة ذات تكلفة منخفضة وجودة عالية تلبي هذه المتطلبات من خلال مواكبة التطورات واستخدام المعدات التكنولوجية إن قصر دورة حياة المنتج مع الأتمتة في العمليات الإنتاجية أدى الى ضرورة التخطيط للعملية الإنتاجية بصورة جيدة ودقيقة قبل بدء الوحدات الاقتصادية بالإنتاج مع متابعة استراتيجياتها بصورة دورية وان تكون لها القدرة (المرونة) على تغييرها تبعا لهذا لتغير الذي طرأ في بيئة الأعمال ذات المنافسة العالية كما يتطلب الأمر التخطيط لتكلفة دورة حياة منتجاتها بشكل دقيق جدا قبل أن تقوم بتقديم أي منتج من منتجاتها الى الأسواق ، لأن هذه الوحدات لا تملك الوقت الكافي لمعالجة منهجية الاستراتيجية الخاصة بها والتي تسير عليها أو طرق الإنتاج الخاصة بها وذلك بسبب قصر دورة حياة المنتج (Ali و Hashim ، 2023).

ثانيا:- مراحل دورة حياة المنتج

يمكن تمثيل دورة حياة المنتج بشكل دائري وتنقسم إلى ثلاث مراحل رئيسية وتضم كل مرحلة مجموعة من المراحل الفرعية وقبل التطرق الى شرح التفاصيل الخاصة بكل مرحلة سيتم توضيح هذه الدورة بالشكل (1)

شكل (1) دورة حياة المنتج



وفيما يلي شرح كل مرحلة من المراحل بالتفصيل: (Kun LU , Xueyuan) Xinxiang & Shiva , 2023) (Datar (2018 ،. و DENG , Xiaoyan JIANG ، 2022)

تتضمن دورة حياة المنتج إطار متكامل يشرح ويوضح المراحل التي يمر بها المنتج منذ نشأته (بدايته) الى خروجه من الاستخدام إذ تتكامل في هذه الدورة كافة الجوانب التصميمية ،الإنتاجية التشغيلية والبيئية، ضمن تسلسل منطقي واضح ليعكس تطور المنتج عبر الزمن، فتبدأ هذه الدورة بمرحلة **بداية الحياة** والتي تتكون من: مرحلة التعريف في هذه المرحلة يتم تحديد الفكرة الأولية للمنتج بالاعتماد على احتياجات السوق ومتطلبات الزبائن، ومن ثم تليها **مرحلة التصميم** والتي يتم فيها تحويل الأفكار إلى نموذج هندسي وتحديد مجموعة من الخصائص الفنية واختيار المواد والتقنيات المناسبة، بعد ذلك تأتي **المرحلة الخاصة بالتنفيذ أو الإنتاج** والتي يتم فيها تصنيع المنتجات واختبارها لضمان جودتها وجاهزيتها للاستخدام.

هذه المرحلة بمثابة الأساس الذي تبنى عليه دورة حياة المنتج وتتكون من المراحل الأتية:

1- مرحلة التعريف: هذه المرحلة تمثل نقطة البدء، إذ يتم فيها اتخاذ قرار بتطوير منتج من عدمه وتتكون من:

- خلق فكرة المنتج بالاعتماد على تحليل الاحتياجات المطلوبة من قبل السوق.
- عمل دراسات تخص الجدوى الاقتصادية والفنية.
- تحديد الفئة المستهدفة من الزبائن.
- تحليل المنافسين والمنتجات البديلة في السوق.
- وضع أهداف استراتيجية للمنتج.

2- مرحلة التصميم: تهدف هذه المرحلة الى تحويل الفكرة إلى نماذج قابلة للتطبيق والإنتاج تتكون من مجموعة الأنشطة الفنية والهندسية ومنها:

- إعداد التصاميم الأولية والتفصيلية الخاصة بالمنتج.
- تحديد مجموعة المواصفات الفنية والوظيفية.
- اختيار المواد الخام (الأولية) والتقنيات المستخدمة.
- تصميم العمليات الإنتاجية.
- تحديد النمذجة والمحاكاة.
- تطوير النماذج الأولية وعمل الاختبارات اللازمة.

3- مرحلة التنفيذ (الإنتاج): في هذه المرحلة تتحول المنتجات من نماذج إلى سلع جاهزة للسوق تتمثل بـ:

- البدء في عمليات التصنيع الفعلي.
- اختبارات الجودة وضبط المواصفات المطلوبة.
- التحسين المستمر للعمليات الإنتاجية.
- إدارة سلاسل التوريد وتوفير المواد المطلوبة.
- تعبئة المنتجات وتجهيزها للتسويق.

بعد ذلك تنتقل دورة الحياة إلى **منتصف الحياة**، تعتبر مرحلة التشغيل الفعلي للمنتج في الأسواق، في هذه المرحلة يبدأ المنتج بتحقيق قيمته الفعلية بظل مرحلة الاستخدام يتم توظيف المنتج من قبل المستهلكين أو المستخدمين بما يساهم في توليد

الإيراد وتحقيق مجموعة من الأهداف الاقتصادية للوحدة، وهذه المرحلة تُدعم بعمليات الدعم الفني التي تتكون من خدمات ما بعد البيع (الضمان) وتوفير قطع الغيار، إضافة الى الصيانة التي تهدف إلى إصلاح الأعطال وتحسينات الأداء وإطالة العمر التشغيلي للمنتجات، وهو ما يعزز من رضا الزبائن ويحافظ على استمرارية استخدام المنتج، في هذه المرحلة تكون المراحل الفرعية الأتية استكمالاً للمراحل التي ذكرت أعلاه:

4- مرحلة الاستخدام: وهي الأهم من حيث تحقيق العائد المالي وتتكون من:

- استخدام المنتج من قبل الزبائن.
- تحقيق المنافع والقيمة الاقتصادية.
- توليد الإيراد والأرباح.
- المتابعة المستمرة لأداء المنتج في السوق.

5- مرحلة الدعم: الهدف من هذه المرحلة الحفاظ على رضا الزبائن وتعزيز الولاء للوحدة وفيها:

- خدمات مقدمة لما بعد البيع.
- تقديم الدعم الفني والإرشادات للمستخدمين.
- توفير قطع الغيارللمنتج.
- التعامل مع شكاوى الزبائن.
- (إن وجدت) تحديثات المنتج.

6- مرحلة الصيانة: ضرورية هذه المرحلة بالأخص في المنتجات الصناعية والتكنولوجية وتتكون من:

- صيانة المنتجات بشكل دوري أو عند الحاجة.
- إصلاح العطل الفني.
- تحسين من كفاءة الأداء.
- إطالة العمر التشغيلي للمنتجات.
- الحد من تكاليف الأعطال المستقبلية.

أما **نهاية الحياة**، فتعرض المرحلة التي يبدأ فيها المنتج بفقدان قيمته أو حتى خروجه من الخدمة إذ يتم إحالته إلى التقاعد لعدة أسباب منها التقادم أو ظهور بدائل أكثر كفاءة، يليها مرحلة التخلص والتي تشمل إزالة المنتج بعدة طرق مختلفة قد تكون تقليدية أو بيئية ثم بعدها تأتي مرحلة إعادة التدوير التي تُعد من ضمن أهم الممارسات الحديثة، إذ يتم استرجاع المواد وإعادة استخدامها بما يسهم في تقليل التكلفة والحفاظ على الموارد الطبيعية. وتكون أيضا على مراحل.

1- مرحلة الإحالة للتقاعد: تحدث لعدة أسباب منها التقادم أو التطورات التكنولوجية، تشتمل على:

- توقف تدريجي عن استخدام المنتج.
- استبدال المنتج بمنتجات أحدث.
- انخفاض الطلب والمبيعات من المنتج.
- اتخاذ قرار بسحب المنتج من الأسواق.

2- مرحلة التخلص: تمثل تحدياً بيئيًا كبير ومهمً للوحدات الاقتصادية وهذه المرحلة تتضمن:

- التخلص من المنتج بعدة طرق مختلفة منها (طمر، حرق، تفكيك).
- إدارة للنفايات الصناعية.
- الحد من الأثار البيئية السلبية
- الالتزام بالتشريعات واللوائح البيئية.

3- مرحلة إعادة التدوير: تمثل أهم الاتجاهات الحديثة في ظل الإدارة الصناعية المستدامة، وتتكون من:

- إعادة استخدام المواد الأولية.
- تفكيك المنتج واستخراج المكونات.
- الحد من الهدر والتكاليف.
- دعم الاستدامة المتعلقة بالبيئة.
- إدخال المواد التي تم إعادة تدويرها في منتجات أخرى جديدة.

وبما ذكر في أعلاه يعكس دورة حياة المنتج نظام ديناميكي يربط بين الأنشطة المختلفة داخل الوحدة، ابتداءً من التخطيط والتصميم، مرورًا بالإنتاج والتشغيل وانتهاءً بالإدارة البيئية مما يجعلها وسيلة أساسية في دعم اتخاذ القرارات الاستراتيجية وتحقيق الاستدامة في الوحدات الاقتصادية.

أما فيما يخص **تكلفة دورة حياة المنتج** فتعرف (Datar) (2024 ،Hiroki و .، 2018) بأنها احد الأساليب المحاسبية والإدارية الهدف منه قياس وتحليل كل التكاليف التي تتعلق ويتحملها المنتج خلال مختلف مراحل دورة حياته، من مرحلة البحث والتطوير والتصميم وبالمرور بالإنتاج والتشغيل والصيانة وصولاً الى مرحلة التخلص أو إعادة التدوير.

اذ يتميز هذا الأسلوب بالشمولية لكونه لا يقتصر على التكاليف الإنتاجية المباشرة فقط، بل يتضمن أيضًا التكاليف غير المباشرة مثال ذلك تكاليف الدعم الفني، وخدمة ما بعد البيع (الضمان مثلا) والتكاليف البيئية المتعلقة بنهاية عمر المنتج، هذا المدخل يساعد الإدارة في اتخاذ قرارات استراتيجية اثر كفاءة، وذلك من خلال تقييم التكاليف الكلية للمنتج بدلًا من التركيز على مرحلة واحدة فقط بما يساهم في تحسين تخصيص الموارد وتعزيز الربحية، وبالتالي دعم التوجه نحو الاستدامة. كما يُستخدم عند المفاضلة بين البدائل الإنتاجية والتكنولوجية وكذلك في تحديد السعر المناسب للمنتج بما يضمن تحقيق التوازن بين التكلفة والقيمة المقدمة للزبون.

بعد استعراض مفهوم الخاص بتكلفة دورة حياة المنتج التقليدية ظهرت هناك حاجة لتطوير هذا المدخل ليواكب البيئات الصناعية الحديثة (المتقدمة) التي من صفاتها سرعة التغير والتعقيد، والذي أدى إلى ظهور مفهوم **يسمى دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت،** والذي يُعد امتداد حديث يجمع بين تحليل دورة الحياة ومنهج **التكاليف على أساس الوقت،** ويرتكز المدخل هذا على اعتبار الزمن عنصر حاسم في قياس التكلفة أي يتم تحليل تكلفة المنتج بالاعتماد على الوقت المستغرق في كل نشاط من الأنشطة خلال المراحل المختلفة من دورة حياته.

وهذا المفهوم يقوم على مبدأ أن الموارد تُستهلك بمرور الوقت وبالنتيجة فإن التكاليف الحقيقية للمنتج تعتمد على المدة الخاصة باستخدام هذه الموارد في كل مرحلة (البحث والتطوير، التصميم والإنتاج، الاستخدام والصيانة ونهاية العمر) أي يتم تحديد التكلفة الخاصة بكل نشاط من خلال معادلة تجمع بين معدل تكلفة الموارد في وحدة الزمن والوقت اللازم لأداء النشاط مما يوفر قياسات أكثر دقة للتكاليف بالمقارنة مع الأساليب التقليدية التي قد تتضمن تقديرات عامة أو توزيعات نسبية (Franciele, et al., 2024).

ولهذا المدخل عدة مزايا منها: (Kompelli & T., June, 2024)

1- تحسين من دقة التكاليف المخصصة للأنشطة أو المنتجات .
2- اكتشاف الأنشطة غير ذات القيمة وتقليلها إذا أمكن.
3- دعم القرارات المتعلقة بالتسعير والإنتاج بالاعتماد على الوقت الفعلي المستغرق.
4- التعزيز من الكفاءة التشغيلية بتقليل الهدر الزمني.
5- المساهمة الفاعلة في تحقيق الميزة التنافسية بتسريع الدورة الخاصة بالإنتاج وتقليل التكاليف.

إضافة الى هذه المميزات التي ذكرت أعلاه، فان التركيز على الوقت يسمح بربط التكاليف بالأداء التشغيلي وبما يساعد الإدارة على التحسين من استغلال الموارد، وهو ينسجم الى حد كبير مع مفاهيم حديثة مثل الإدارة الرشيقة والتحسين المستمر.

ومن هنا فلا تقتصر دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت على قياس التكلفة فقط، بل هل بمثابة أداة استراتيجية لإدارة الزمن والتكاليف معًا وبما يساهم في تحقيق كفاءة أعلى واستدامة في الأداء داخل الوحدات الاقتصادية.

ثالثا:- الخطوات الرئيسة لتطبيق تقنية تكلفة دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت (TD-PLCC) (أسود المحنه و الكواز، 2020)

تبين الأدبيات المحاسبية أن تطبيق أسلوب تكلفة دورة حياة المنتج الموجه بالوقت يتم من خلال مجموعة من الخطوات والتي تعتمد على دمج عنصر الزمن في تحليل التكلفة، ويمكن الإشارة اليها كما يأتي:

1- تحديد المجموعات الخاصة بالموارد المتعلقة بدورة حياة المنتج

يتم تحديد مجموعة الموارد التي ستُستخدم في مراحل دورة حياة المنتج المختلفة، إذ يتم ربط كل مجموعة من هذه الموارد بالمرحلة التي تُساهم فيها بتداً من التطوير وحتى نهاية عمر المنتج.

2- تقدير إجمالي تكاليف الموارد لكل مرحلة من المراحل

في هذه الخطوة يتم احتساب التكلفة الإجمالية للموارد المستخدمة في كل مرحلة، وتتكون من تكاليف العناصر المباشرة كالأجور والمواد إضافة الى التكاليف غير المباشرة مثل التكاليف الصناعية والخدمية ذات العلاقة بالإنتاج.

3- تحديد الطاقة العملية للموارد

يشير مفهوم الطاقة العملية إلى عدد ساعات العمل الفعلي أو الوقت المتاح لإنتاج المنتج بعد استبعاد أوقات التوقف غير المنتجة مثلاً فترات الصيانة أو الأعطال أو الأنشطة غير المرتبطة مباشرة بالأداء وفي الأغلب يتم اعتماد نسبة من الطاقة النظرية مثل 80% لتمثيل الطاقة العملية.

4- احتساب التكاليف الخاصة بوحدة الزمن لكل مجموعة من الموارد

يتم تحديدها من خلال قسمة إجمالي تكاليف الموارد على الطاقة العملية ينتج عنه معدل تكلفة لكل وحدة زمنية وتُستخدم في قياس تكلفة الأنشطة.

5- تحديد الأنشطة وربطها بمراحل دورة حياة المنتج وتقدير الزمن الضروري لكل نشاط

يتم في هذه المرحلة جمع الأنشطة المرتبطة بكل مرحلة من مراحل دورة الحياة، ومن ثم تقدير الوقت اللازم (الضروري) لتنفيذ كل نشاط باستخدام معادلات زمنية تأخذ بعين الاعتبار مجموعة من محركات الوقت.

6- احتساب تكاليف الأنشطة

يتم احتساب تكاليف كل نشاط من خلال ضرب معدل تكلفة وحدة الزمن في الوقت اللازم للتنفيذ، وبهذا يتم تحديد التكاليف الفعلية لكل نشاط ضمن دورة حياة المنتج.

7- احتساب التكاليف الكلية لدورة الحياة

الخطوة النهائية يتم فيها تجميع تكاليف جميع الأنشطة عبر مراحل دورة حياة المنتج المختلفة، مما يؤدي الى توفير تقدير شامل ودقيق للتكاليف الكلية مع عدم تجاهل التكلفة التشغيلية والتكلفة المرتبطة بمراحل ما قبل وما بعد الإنتاج.

بعد الانتهاء من استعراض **تكلفة دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت** والتعرف على أهميتها في قياس إجمالي التكلفة لكل مرحلة زمنية من تطوير وإنتاج المنتج لنجد أن هذا المفهوم سيكون قابلاً للتطبيق بشكل عملي في قطاع الزراعة الذكية، ففي الزراعة الذكية العمليات تعتمد على استخدام تقنيات حديثة ومتقدمة مثل **(أجهزة الاستشعار، والري الذكي، ومصادر الطاقة المتجددة، وأنظمة المراقبة عبر الإنترنت)** للحد من الهدر وزيادة الكفاءة الإنتاجية، وعند تطبيق المفهوم **أعلاه** يمكن تقدير إجمالي التكلفة ولكل مرحلة زمنية من مراحل دورة حياة المنتج الزراعي وذلك ابتداءً من عملية التخطيط والبذور وانتهاءً بالحصاد والتوزيع مع زيادة التركيز على **تحليل التكلفة الحقيقية مقابل التكلفة المستهدفة لكل فترة زمنية.**

هذا الربط يتيح للمزارع أو المستثمر تقدير كل من **الاستثمارات المطلوبة، وتكاليف الصيانة، واستهلاك المعدات الذكية،** وبالنتيجة اتخاذ قرارات صحيحة تتعلق **بالجدوى الاقتصادية والتخطيط المالي طويل المدى** (Mohammad , Mihai, Lotfi , & Josiane , 2025) .

وباختصار فإن استخدام الزراعة الذكية يساعد في توفير بيانات زمنية دقيقة تخص الموارد والإنتاج، مما يمكن من تطبيق **تكلفة دورة الحياة الموجهة بالوقت** أكثر واقعية وفعالية في الحد من التكاليف وتحسين العوائد الاقتصادية.

رابعا: تطبيقات الزراعة الذكية

قبل التطرق الى موضوع الزراعة الذكية لابد من معرفة إن الزراعة نشاط لا يشبه غيره من الأنشطة له مجموعة من الخصائص الفريدة به واذا اردنا أن نختزل هذه الخصائص في خاصية واحدة فتكون التحول البيولوجي فكيف تطورت الزراعة ووصلت الى الزراعة الذكية فالزراعة هي من الركائز الأساسية التي قامت عليها الحضارات الإنسانية القديمة منذ آلاف السنين، إذ تطورت هذه الممارسات الزراعية من الاعتماد البسيط على الأدوات اليدوية والمعرفة التقليدية البسيطة المتوارثة، حتى الثورة الصناعية التي أدخلت المكننة والأسمدة الكيميائية وانتهاء بعصرنا الحالي الذي شهد ولادة ما يُعرف بـ الزراعة الذكية، والتي بمفهومها البسيط تعني دمج مجموعة من تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء (TOT) والاستشعار عن بُعد والبيانات الضخمة للوصول الى أعلى إنتاجية وبأقل هدر ممكن في الموارد، هذا التحول لم يكن صدفة او مجرد تطور تقني، بل ضرورة لابد منها فرضتها مجموعة من الأسباب منها التغير المناخي وتنامي أعدد السكان وشُحة المياه، مما أدى الى جعل الزراعة الذكية اليوم هي الخيار المستقبلي لضمان الأمن الغذائي العالم. (Abdul Hadi و Flayih، 2024)

وكما للنشاط الزراعي مزايا هناك مجموعة من المشكلات الناتجة عن هذا القطاع الحيوي إذ يساهم بشكل كبير في انبعاث الغازات الدفيئة، وخاصة ثاني أكسيد الكربون، أكسيد النيتروز ، الميثان إذ يمثل نحو ثلث من إجمالي الانبعاثات، ومن المتوقع حسب الدراسات أن يزداد تأثيره بالتزامن مع ارتفاع الطلب على الغذاء لتلبية احتياجات السكان والتي أيضا يتوقع أن يصل عددهم إلى 9.7 مليار نسمة بحلول عام 2050 (، Sangeetha ، UmaMaheswari Gunasekaran، و Meenakshi ، 2025) فقد يؤدي ذلك الى زيادة الطلب العالمي على المنتجات الزراعية، بسبب النمو السكاني المتسارع، وإلى توسيع الأراضي الزراعية والاعتماد على نظم إنتاجية كثيفة الطاقة، وكذلك زيادة الاعتماد على المدخلات الكيميائية والعضوية وهذه الممارسات تسهم في التوسع الزراعي والاستخدام الغير مستدام للموارد، في ظل دورة متزايدة من انبعاث غازات دفيئة وتدهور التربة.

ولكي يتم مواجهة هذه التحديات أو المشاكل، أثمرت الجهود الدولية من إطلاق مبادرات مناخية كبيرة ، من ضمنها بروتوكول كيوتو 1997 واتفاقية باريس 2015، والتي هدفت إلى الحد من الاحتباس الحراري والحد من آثار تغير المناخ، وتوفر هذه الاتفاقية إطار عالمي للدول من اجل تحديد أهداف تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة (Climate-Smart Agriculture Sourcebook. Food and Agriculture Organization of the United Nations.، 2017) ولان اتفاقية باريس تحدد أهداف طموحة للتخفيف من الاحترار العالمي فمستويات الانبعاثات الحالية من هذه الغازات الدفيئة توضح أن الارتفاع في درجات الحرارة سيتجاوز هذه الأهداف، وهذا التباين يشير إلى فبالرغم من نية اتفاقية باريس، ألا إن هناك حاجة ضرورية لاتخاذ إجراءات أكثر صرامة للحد من آثار المتفاقمة لتغير المناخ.

وكاستجابةً لذلك، ظهر مفهوم الزراعة الذكية مناخيًا كمنهج استراتيجي يهدف لإعادة تشكيل الأنظمة الخاصة بالإنتاج الزراعي وسلاسل إمداد الغذاء للتأكد من ضمان الاستدامة والأمن الغذائي في مواجهة تغيرات المناخ وهذا النهج يركز على ثلاث محاور رئيسة (Singh ، Abid ، Mohd، و Rajiv ، 2021):

- زيادة الإنتاجية الزراعية والدخل بشكل مستدام.

- تعزيز القدرة على التكيف والمرونة تجاه تغيرات المناخ

- الحد من أو القضاء على انبعاثات الغازات الدفيئة كلما أمكن ذلك

وترتبط بهذا الاطار عدة ممارسات زراعية منها: **الزراعة الدقيقة** (الزراعة التي تعتمد على التكنلوجيا لمراقبة المحاصيل وإدارتها بدقة كبيرة بدلا من معاملة الحقل بشكل موحد كله)، **والزراعة الحديثة** (زراعة النباتات بدون تربة خصوصا في المناطق ذات الموارد المحدودة) ، **والزراعة الحراجية** (دمج الأشجار مع الزراعة او الرعي في ارض واحدة)، وإدارة المغذيات المتكاملة (الأسمدة العضوية) ، وإدارة موارد المياه بكفاءة (Abdul Hadi و Flayih، 2024) وبالاستفادة من التكنولوجيا والابتكارات تعمل الزراعة الذكية على زيادة إنتاجية الغذاء فحسب، بل يتعداه لتقلل من البصمة البيئية للزراعة أيضًا، هذا يجعلها استراتيجية حيوية لمواجهة تغيرات المناخ.

بالتالي يمكن تعريف الزراعة الذكية بأنها الزراعة التي يستخدم المزارعون فيها الهواتف الذكية إضافة الى مجموعة من التقنيات الرقمية بهدف الوصول إلى معلومات زراعية دقيقة متخصصة وقابلة للتنفيذ العملي (الدليمي، 2023).

خامسا:- اهمية الزراعة الذكية

هناك مجموعة من الاسباب التي تجعل الزراعة الذكية مهمة وهي:

1- تسهم **الزراعة الدقيقة** في تخفيض التكلفة الإجمالية بجعل العملية الزراعية أكثر كفاءة وذكاء بما يحسن الجودة والكمية للمنتجات الزراعية وكذلك يعزز صمود النشاط الزراعي ويعطي تجربة أفضل للمستخدم كذلك فالمراقبة **المستمرة للعملية الإنتاجية** تمكن من إدارة التكلفة بشكل أفضل وتقليل الفاقد الى حد ما، إضافة الى توفر قدرة مبكرة للكشف أي قصور في نمو المحاصيل أو مشاكل صحية متعلقة بالحيوانات.

2- توفر **تقنيات الزراعة الذكية** للمزارع التعرف بدقة على احتياجات كل حيوان من الحيوانات، وتكييف غذائه بما يسهم في وقايته من الأمراض وتحسين صحة القطاع الحيواني.

وكذلك تظهر أهمية الزراعة الذكية بشكل أوضح وفق التقرير الذي أصدرته **المنظمة العربية للتنمية الزراعية لسنة 2018**

من خلال ما يأتي : (Abdul Hadi & Flayih, 2024)

1- رصد التغيرات المناخية ومراقبة حالة الحقل بدقة وفعالية بما يعزز القدرة على التكيف في ظل الظروف البيئية المتغيرة.

2- الإشراف على استخدام المدخلات الزراعية بالخصوص المبيدات والأسمدة والتخفيف من استهلاك الطاقة، وهو ما تكون نتيجته تقليل التكاليف التشغيلية وتقليل الحاجة للعمال.

3- تسهم الإدارة الفعّالة للمزارع بالتقنيات الحديثة في المساعدة على توفير بيانات ومعلومات فورية ودقيقة تساعد متخذ القرار على صنع قرارات صحيحة وفي الوقت المناسب.
4- تجهيز خرائط ثلاثية الأبعاد بدقة عالية مما يساعد عمليات زراعة البذور وكذلك تحليل التربة والاستفادة منها في عمليات التسميد والري بإحكام.
5- الحفاظ على مستويات إنتاجية عالية وتحسين جودة المنتج من خلال القدرة على التحكم في المخاطر الإنتاجية والتقليل من الخسائر المحتملة.

من خلال تطبيق مجموعة متكاملة من الاستراتيجيات والتقنيات بهدف رفع الكفاءة وتحسين الإنتاج مع هدف الحفاظ على الاستدامة يتم **تحقيق الزراعة الذكية**. وهذا يشتمل على: (Climate-Smart Agriculture Sourcebook. Food and Agriculture Organization of the United Nations.، 2017)

1- استخدام مجموعة من التقنيات الرقمية وأجهزة الاستشعار لمراقبة (حالة التربة، نمو المحاصيل، وصحة الحيوانات في الوقت الفعلي) مما يمكّن المزارع من صنع قرارات أدق وأسرع بخصوص الري، فضلا عن التسميد، وإدارة الآفات.
2- تطبيق أنظمة تخص الري الذكي وإدارة المياه بكفاءة للحد من الهدر والعمل على تحسين استهلاك الموارد الطبيعية.
3- الزراعة الدقيقة وهذا النوع من الزراعة يعتمد على تحليل البيانات المكانية والزمانية لتحديد الأفضل من المواقع للزراعة، وكمية المدخلات المطلوبة لكل منطقة من المناطق، وبالنتيجة تحسين الجودة والكمية الإنتاجية وتقليل التكلفة.
4- الاستعانة بالطائرات بدون طيار والخرائط التي تدعى ثلاثية الأبعاد لتحليلات التربة وتقييم نمو المحصول والاستفادة منها بعملية التخطيط للعمليات الزراعية والتسميد عالي الدقة.
5-الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة مثل طاقة الرياح لتهوية المخازن الزراعية والطاقة الشمسية لتشغيل المعدات التقنية الذكية والحد من الانبعاثات، وبما يحقق أهداف الاستدامة الاقتصادية والبيئية.
6- إدارة البيانات الزراعية وتدريب المزارعين للتأكد من الاستخدام الأمثل للتقنيات الذكية وتحليل النتائج بشكل فعال وكاف لتحسين جودة الإنتاج والتقليل من المخاطر.

بالنتيجة هذه الممارسات تجعل الزراعة أكثر **ذكاءً واستدامة**، مع العمل على تعزيز القدرة لمواجهة تحديات المناخ والاستفادة من زيادة العائد الاقتصادي للمزارعين [FAO, 2017].

بعد إيضاح مفهوم **تكلفة دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت** بوصفه أسلوب حديث يرتكز على تحليل التكلفة خلال سلسلة من المراحل الزمنية المختلفة للمنتجات يتضح لنا أن هذا الأسلوب لا يقتصر فقط على القطاعات الصناعية، بل يتعداه ويمتد ليشمل مجموعة من القطاعات الحيوية المختلفة ومن ضمنها القطاع الزراعي، كون الطبيعة للإنتاج الزراعي تعتمد بشكل رئيسي على الزمن: مواسم الزراعة، فترات النمو، توقيت الحصاد، وهذا يجعله بيئة مناسبة لتطبيق هذا النهج.

وفي سياق التسارع التكنلوجي ظهرت **الزراعة الذكية** كواحدة من أهم الاتجاهات المعاصرة والتي تعتمد على توظيف (استخدام) التقنيات الرقمية المتعددة مثل (إنترنت الأشياء، أجهزة الاستشعار، وتحليل البيانات) كل هذا بهدف التحسين من كفاءة استخدام الموارد والعمل على زيادة الإنتاجية. يوفر هذا التحول الرقمي بيانات زمنية عالية الدقة وبصورة مستمرة، وهو ما يتوافق الى حد كبير مع المتطلبات الخاصة بتطبيق **التكلفة الموجهة بالوقت**.

ومن هذا المنطلق، فالربط بين هذين المفهومين لا يقتصر على الجانب النظري فحسب، بل يمتد إلى التطبيق العملي للبحث عبر إمكانية قياس وتحليل التكلفة لكل مرحلة زمنية من دورة حياة المنتجات الزراعية باستخدام مجموعة من البيانات الفعلية التي يتم الحصول عليها من الأنظمة الخاصة بالزراعة الذكية الأمر الذي يساهم في تعزيز الدقة في التقدير واتخاذ قرارات كفؤة أكثر. ويمكن تمثيل ذلك بالجدول أدناه:

جدول (1) دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت مع الزراعة الذكية

المرحلة في دورة الحياة الموجهة بالوقت	التطبيق في الزراعة الذكية	نوع التكلفة المحتملة	أمثلة تطبيقية عملية
التخطيط والتحليل	تحليلات التربة، تحديد المحصول المناسب، وضع خطط الزراعة الذكية.	تكلفة الاستشارات، برنامج التخطيط، وأجهزة قياس التربة.	شراء مجموعة من أجهزة الذكية لقياس الرطوبة والأسمدة، وشراء برامج تحليل التربة.

المرحلة في دورة الحياة الموجهة بالوقت	التطبيق في الزراعة الذكية	نوع التكلفة المحتملة	أمثلة تطبيقية عملية
التصميم / الإعداد	تركيب أنظمة خاصة بالري الذكي، وكذلك تثبيت أجهزة الاستشعار، وأنترنت الأشياء.	تكلفة المعدات، تركيبها، برمجتها.	شراء حساسات للرطوبة، تركيب مضخات ذكية تتطلب انظمة للرقابة عن بعد.
الإنتاج / الزراعة	المتابعة المستمر لنمو النباتات، والري والتسميد الذكي، إضافة الى مراقبة الآفات.	تكلفة التشغيلية اليومية، كذلك الطاقة، والصيانة.	تشغيل أنظمة الري الذكي في المزرعة، صيانة الحساسات (إصلاح)، استخدام مصادر الطاقة المتجددة
الحصاد والمعالجة	جمع المحصول باستخدام أداة ذكية، ومراقبة الجودة.	تكلفة العمالة، وصيانة المعدات، التعبئة والتغليف للمنتج.	آلات جمع المحصول الذكية، أنظمة تعزز الجودة.
التوزيع / البيع	مراقبة عملية التخزين، عملية الشحن، المراقبة المستمرة لدرجة الحرارة والرطوبة في المزرعة.	تكلفة النقل والتخزين، وخسائر الهدر.	مستودعات خزن ذكية، شاحنات لمراقبة الحرارة، تقليل فقد المحصول.
إعادة التقييم والتحسين المستمر	تحليل البيانات دوريا لتحسين الإنتاج في المواسم التالية.	تكلفة تحليل البيانات، تدريب العاملين.	استخدام برامج لتحليل البيانات الخاصة بالزراعة، تطوير مجموعة من استراتيجيات الري والتسميد.

المصدر: إعداد الباحثان

يلاحظ من الجدول أعلاه تم استبعاد مجموعة مراحل من المراحل التسعة التي ذكرت في دورة حياة المنتج الصناعي لخصوصية القطاع الزراعي وتم الاكتفاء بستة مراحل فقط.

المبحث الثالث: الجانب العملي للبحث

أولا: نبذة مختصرة عن الشركة الأهلية للإنتاج الزراعي عينة البحث

هي إحدى الشركات العراقية المساهمة المدرجة في سوق العراق للأوراق المالية بالرمز (AAHP) وقد أدرجت في عام 2004 وتعمل ضمن قطاع الزراعة والمنتجات الغذائية تركز الشركة على الأنشطة المرتبطة بالإنتاج الزراعي وتسويق المنتجات وتخضع لإشراف هيئة الأوراق المالية العراقية، كما تلتزم بتقديم القوائم المالية الدورية وفق متطلبات الإفصاح المعتمدة في السوق المالي العراقي.

ثانيا: أسباب اختيار الشركة الأهلية للإنتاج الزراعي عينة للبحث

تم اختيار الشركة الأهلية للإنتاج الزراعي لتطبيق الجانب العملي من البحث للأسباب الآتية:

1- يُعد اختيار هذه الشركة لكونها تنتمي إلى القطاع الزراعي، وهو أكثر ارتباط بطبيعة دورة الحياة المنتج، إذ يمر المنتج الزراعي بمراحل متعددة تبدأ بالزراعة ثم النمو بعدها الحصاد وأخيرا التسويق) وهذا يجعلها عينة تناسب تطبيق تكاليف دورة الحياة المنتج الموجهة بالوقت الذي يعتمد على تحليل التكلفة خلال فترات زمنية مختلفة.

2- أن الشركة مدرجة في سوق العراق للأوراق المالية وهذا بدوره يعزز من خاصية موثوقية القوائم المالية، فالشركات المدرجة ملزمة بتوفير متطلبات الإفصاح، وتقوم الشركة بنشر تقاريرها المالية دوريا ويمكن الاعتماد عليها في التحليلات المحاسبية، ويدعم دقة النتائج التي يتوصل لها البحث.

3- يتمثل نشاط الشركة بالإنتاج الزراعي وتسويق المنتجات الغذائية وحسب قوائمها المنشورة لديها مساحات كافية تستخدم في الزراعة وهذا ما يجعلها قريبة من تطبيق مفاهيم الخاصة بالزراعة الذكية، بالأخص في ظل مع التوجه العالمي نحو اعتماد التقنيات الحديثة في تحسين الإنتاج والكفاءة في استخدام الموارد مما يساعد في توفير إمكانية البحث في مدى قابلية استخدام هذه التقنيات مع أساليب القياس المحاسبي.

ثالثا: أهداف الشركة عينة البحث

جدول (2) أهداف الشركة الأهلية للإنتاج الزراعي

ت	الأهداف
1	تربية وتسويق الأسماك
2	إنتاج الإعلاف والدواجن والمجترات
3	توفير المحاصيل الحقلية

المصدر : القوائم المالية المنشورة لعام 2024

سيتم اختيار مزرعة أعلاف الأهلية الواقعة في اليوسفية وبمساحة زراعية تقدر (150) دونم ليتم تطبيق عليه متغيرات البحث

رابعا: تحليل الإيرادات في الشركة

الجدول (3) يوضح الإيرادات الخاصة بكل نشاط:

ت	اسم الحساب	المبلغ (دينار عراقي)
1	إيراد النشاط النباتي	225585000
2	إيراد النشاط الحيواني	45600000
3	إيراد الموجودات الثابتة (عدا الأراضي)	16000000
4	فوائد دائنة	180000
الإجمالي		246325000

المصدر: القوائم المالية المنشورة لعام 2024

خامسا: واقع نظام التكلفة والتسعير في الوضع التقليدي والتطبيق بالزراعة الذكية في الشركة عينة البحث

جدول (4) مقارنة بين الوضع التقليدي وبعد تطبيق التقنيات الحديثة

ت	المرحلة	الوضع التقليدي قبل تطبيق التقنيات	الوضع الجديد بعد تطبيق التقنيات (الزراعة الذكية)
1	التخطيط والتحليل	استشارات، تحليل التربة التقليدي وبرامج إدارة عادية	استخدام برامج الذكاء الاصطناعي، أجهزة متقدمة لقياس تربة متقدمة، وضع مجموعة من الخطط ذكية
2	التصميم/الإعداد	تركيب انظمة الري تقليدية، أجهزة مراقبة غير ذكية	أنظمة ري ذكية (الري المحوري)، حساسات لقياس الرطوبة ، أجهزة إنترنت الأشياء
3	الإنتاج/الزراعة	العمالة مكثفة، طرق ري غير ذات كفاءة، طاقات مرتفعة وصيانة دورية تقليدية	ري الذكي موجه بالحساسات، المراقبة الألية للنباتات، طاقة متجددة (استخدام الخلايا الشمسية) استبدال الوسائل التقليدية بالتكنولوجيا (الأيدي العاملة)

4	الحصاد والمعالجة	شكل الحصاد يدوي كذلك تعبئة تقليدية، فقدان نسبة عالِية من المحاصيل	آلات حصاد ذكية (روبوتات زراعية)، مراقبة الجودة آلية
5	التوزيع/البيع	نقل غير مجدول (لم يخطط له)، الخزن تقليدي، هدر بسب ارتفاع الحرارة	شاحنات ذكية (ذاتية القيادة)، مخازن مبردة تلقائية
6	إعادة التقييم والتحسين المستمر	تقارير يدوية بسيطة، تدريب للعمال والموظفين تقليدي وتحسين موسمي بطيء جداً.	تحليل للبيانات آلي دوري ومستمر، تدريب إلكتروني (عن بعد)

المصدر: إعداد الباحثين

لم يقتصر إعداد الجدول أعلاه على المعطيات المالية المستخرجة من **القوائم المالية وقوائم التكاليف الخاصة بالشركة بل تم إعداده عبر سلسلة من الاستشارات مع مجموعة من المهندسين ذوي الاختصاص في الشركة** بموجب الخطوات الآتية:

الخطوة 1: توثيق التكاليف التقليدية (قبل الزراعة الذكية)

في هذه الخطوة فقد تم الاعتماد على (مهندسي الشركة) ذوي الخبرة الطويلة لتوثيق تكاليف الأساليب التقليدية المستخدمة وقبل إدخال التقنيات الذكية والنتائج كانت كما يأتي:

- متوسط زمن الري التقليدي يبلغ حوالي (18 ساعة) لكل دورة إنتاج.
- التكلفة الخاصة بوقود المضخات التقليدية بلغت تقريبا (15000 دينار) لكل طن.
- نسبة الفاقد في المياه وصلت تقريبا إلى ما نسبته 30%.
- الاعتماد المتزايد على العمالة اليدوية إذ بلغت تكلفة العمل تقريبا 35000 دينار

وبذلك بلغ الإجمالي التقريبي للتكلفة الخاصة بالإنتاج التقليدي (للطن الواحد) 180000 دينار عراقي مع زمن تقريبي إجمالي يصل إلى (48 ساعة).

الخطوة 2: تحديد التكاليف لمراحل دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت للزراعة الذكية

بالاعتماد على المقابلات مع مهندسي الإنتاج الزراعي في الشركة لمعرفة المراحل التي يمر بها محصول الأعلاف ّإذ تم التوصل إلى ستة مراحل أساسية تبدأ بـ **تحضير التربة** وتنتهي في **إعادة التقييم والتحسين المستمر**. وتم التأكد من توافق هذه المراحل المذكورة مع الواقع الفعلي للشركة وهذه المراحل كما تأتي مع تقدير زمني وكلفوي لكل مرحلة من المراحل (لكل طن إنتاج):جدول (5):

جدول (5) تحديد التكاليف لدورة حياة المنتج الزراعي (العلف) في الشركة عينة البحث وفق التقنيات الحديثة

ت	المرحلة	الوقت (ساعة)	التكلفة (طن)
1	تحضير التربة	6	26000
2	الزراعة	4	19000
3	التسميد والري	12	45000
4	الحصاد	5	23000
5	المعالجة والتخزين	7	35000
6	التقييم والتحسين	3	11000
الإجمالي (زمن دورة الحياة)		**37**	
إجمالي الكلفة التقديرية للطن الواحد			**159000**

المصدر: إعداد الباحثين

الخطوة 3: تحديد الفرق في التحولات باستخدام تكلفة دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت لتعزيز الزراعة الذكية أي بين الوضع التقليدي والمُقترح

قدم مهندسو الميكنة الزراعية وصف بالتفاصيل للتقنيات المستخدمة (التقليدية) والمقترحة والتي شملت التقديرات الاتي:

- أنظمة الري المحوري خفض من نسبة استهلاك المياه تقريبا 40%.

- حساسات رطوبة التربة تقلل زمن الري من 18 الى 12 ساعة.
- استخدام الطائرات الادرون للمتابعة تساهم في تخفيض الزمن الخاص بالمراقبة بنسبة 50%.
- أنظمة التسميد الذكي تقلل الهدر بنسبة 25%.

وقد انعكس كل ذلك على المؤشرات التشغيلية الخاصة بالشركة وكما يأتي:

- انخفاض الزمن إجمالي من 48 ساعة الى 37 ساعة.
- انخفاض إجمالي التكلفة الكلية من 180000 دينار الى 159000دينار
- زيادة الإنتاجية بنسبة 20%

الخطوة التالية سيتم إعداد جدول لتوضيح الفرق في التكاليف قبل وبعد

جدول (6) مقارنة التكاليف التقديرية لدورة حياة المنتج الموجهة بالوقت التقليدي وحسب التقنيات الزراعية الذكية

ت	المرحلة	التكلفة التقليدية للطن الواحد	بعد تطبيق التقنيات للطن الواحد	الفرق للطن الواحد	التكاليف الكلية (التقليدية)	التكلفة (الجديدة) بعد تطبيق التقنيات	التوفير الكلي
1	تحضير التربة	28000	25000	3000	6300000	5625000	675000
2	الزراعة	20000	18000	2000	4500000	4050000	450000
3	الري والتسميد	60000	40000	20000	13500000	9000000	4500000
4	الحصاد	25000	22000	3000	5625000	4950000	675000
5	المعالجة والتخزين	32000	30000	2000	7200000	6750000	450000
6	التقييم والتحسين	15000	10000	5000	3375000	2250000	1125000
الإجمالي		**180000**	**145000**	**35000**	**40500000**	**32625000**	**7875000**

المصدر: إعداد الباحثين

الجدول أعلاه يوضح فروقات التكاليف بموجب النظام التقليدي وبين الزراعة الذكية على وفق نموذج (تكاليف دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت) إن نموذج تكلفة دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت يهدف الى قياس وتحليل التكلفة خلال مراحل الإنتاج الزراعي المختلفة وبالتركيز على الدور الأساسي عنصر الزمن في التأثير على هيكل التكلفة، والنموذج يفترض أيضا أن التكاليف تفهم بشكل أدق عندما يتم تحليلها ضمن سياق الزمن إذ يُعد الوقت محرك أساس لاستهلاك الموارد وبالنتيجة فإن أي من التحسينات في كفاءة الزمن تنعكس مباشرة في تخفيض التكاليف.

نتائج المقارنة بين النظام التقليدي ونظام الزراعة الذكية اظهرت لمساحة (150 دونم بإنتاج إجمالي قدره 225 طن من الأعلاف وجود العديد من الفروقات الجوهرية في هيكل التكاليف خلال مختلف مراحل دورة حياة المنتج.

إذ بلغت التكاليف الإجمالية في النظام التقليدي مبلغ 40500000 دينار عراقي في حين انخفضت هذه التكاليف في ظل تطبيق تقنيات الزراعة الذكية إلى تقريبا 32,625,000 دينار عراقي محققة مع توفير كلي قدره 7875000 دينار وبنسبة تخفيض إجمالية بلغت 19.4%. ويُعد هذا التخفيض مؤشر واضح على الكفاءة في استخدام الموارد في ظل تبني التقنيات الذكية.

ومن خلال الجدول نلاحظ إن الري والتسميد المرحلة الأكثر تأثير في هيكل التكلفة، إذ بلغت أعلى فرق في التكاليف بين النظامين إذ بلغ التوفر الكلي مبلغ 4,500,000 دينار، ويرجع ذلك إلى استخدام تقنيات الذكية في الري التي ساهمت في تقليل استهلاك الأسمدة والمياه، إضافة الى تخفيض الزمن المطلوب لتنفيذ العمليات والذي أدى إلى خفض التكاليف التشغيلية بشكل ملحوظ.

أما المرحلة الثانية (التقييم والتحسين المستمر) أظهر الجدول () تفاصيل التكاليف إذ هناك فرق ملحوظ أيضا في التكاليف بلغ 1125000 دينار عراقي بسبب الاعتماد على نظم تحليل البيانات واستخدام التقنيات الذكية في اتخاذ القرارات بدلًا من الاعتماد

على الأساليب التقليدية القائمة على التجربة والخطأ الأمر الذي يسهم في اتخاذ قرارات أكثر كفاءة وتخفيض التكاليف غير الضرورية.
أما المراحل التشغيلية فقد اشتملت هذه المراحل على تحضير التربة وكذلك الزراعة الحصاد والمعالجة والتخزين وقد حققت وفورات معتدلة تراوحت تقريبا بين (450000 – 675000 دينار) لكل مرحلة من المراحل، ويُعزى ذلك إلى تقليل الاعتماد على العمل اليدوي والتحسينات في كفاءة الأداء والتوجه باستخدام المعدات الذكية مما يؤدي إلى خفض التكاليف التشغيلية تدريجياً.
وفي الأخير لابد من ذكر إن الزمن الإجمالي اللازم لإتمام دورة الإنتاج في (النظام التقليدي) بلغ 48 ساعة في حين انخفض تقريبا إلى 37 ساعة في نظام الزراعة الذكية أي بفارق وقدره 11 ساعة. هذا الانخفاض في الزمن يعد عامل حاسم في تفسير لماذا انخفضت التكاليف، إذ أدى الى (تقليل استهلاك الوقود، خفض تكاليف العمالة،تقليل معدلات اندثار المعدات).
فنتائج التحليل تشير إلى الى مجموعة من المفاهيم منها إن تطبيق الزراعة الذكية لا يقتصر دورها على تحقيق الوفورات المالية الأنية فحسب بل تمتد لتشمل التحسينات الاستراتيجية طويلة الأمد من أهمها: (رفع الكفاءة لاستخدام الموارد الزراعية، تقليل الهدر والفاقد في العملية الإنتاجية، تحسين جودة القرارات الإداريةالمتخذة، وتعزيز القدرة التنافسية للشركة في الأسواق.
ومما تجدر الإشارة اليه أن الجدول أعلاه (6) لم يقصد به عرض التكلفة الكلية لدورة حياة المنتج بجميع عناصرها الرأسمالية والتشغيلية وإنما اقتصر على قياس أثر التقنيات الزراعية الذكية على التكاليف التشغيلية للطن الواحد في كل مرحلة من مراحل الدورة الإنتاجية بوصف ذلك أحد الأبعاد الجزئية لمفهوم تكلفة دورة حياة المنتج لا الأبعاد الكلية له أما التكاليف الرأسمالية والمتمثلة بتكلفة اقتناء هذه التقنيات والاندثار والصيانة فتعد عناصر تراكمية تتوزع تكلفتها على العمر الإنتاجي للأصل بأكمله وليس على الموسم الإنتاجي الواحد الذي اعتمده الباحثون في المقارنة. وبناءً عليه، فإن ما ورد في الجدول لا يمثل تناقضًا مع مفهوم تكلفة دورة حياة المنتج الشامل بل هو جزء من تحليل أوسع ينبغي أن يستكمل فيه بحث أو دراسة التكاليف الرأسمالية ويقصد بها الاندثار والصيانة في جدول منفصل والذي يوازن بين الوفر التشغيلي المتحقق والعبء الرأسمالي المترتب على اقتناء هذه التقنيات وهو ما يوصي به الباحثون كامتداد طبيعي لهذا البحث في بحوث لاحقة.

ثالثا: اختبار الفرضيات إحصائيا

عند تحليل التكاليف وحسب دورة حياة المنتج الذي اعتمده البحث في الجانب العملي تبيّن تحقق فرضية البحث الرئيسة والتي انطلق منها البحث والتي كان مفادها أن "قياس وتحليل تكاليف دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت في ظل تطبيق الزراعة الذكية يسهم في تخفيض التكاليف وتقليل الهدر".
أظهرت النتائج العملية للبحث وجود انخفاض يمكن ملاحظته في إجمالي التكلفة عند التحول والانتقال من النظام التقليدي إلى النظام الزراعي الذكي نتيجة الاعتماد على تحليل الدقيق للتكاليف عبر مراحل دورة الحياة المختلفة وربطها بالزمن المطلوب لكل نشاط، الأمر الذي ينسجم مع ما تم افترضه من قبل البحث.
والجدير بالذكر ولان طبيعة هذا البحث بوصفه دراسة تطبيقية ذات طابع محاسبي تحليلي أُجريت في شركة واحدة وهي الشركة الأهلية للإنتاج الزراعي بأسلوب دراسة الحالة والتي تختلف جوهريًا عن البحوث الوصفية التي تعتمد بالأساس على العينات الإحصائية واختبار الفرضيات بالأساليب الإحصائية فالموضوع البحث ينصب على القياس المحاسبي لتكاليف دورة حياة المنتج، وهو إجراء محاسبي فني قائم على التوثيق والتبويب والتحليل الكمي المباشر للبيانات الفعلية المستخرجة من السجلات والدفاتر المحاسبية للشركة عينة البحث لا على قياس اتجاهات أو آراء أو سلوكيات عينة من الأفراد تستوجب استخدام أدوات القياس الإحصائي مثل الاستبانة ومقاييس ليكرت واختبارات الفرضيات الإحصائية. ولذلك فإن التحقق من فرضية البحث تم بأسلوب المقارنة المحاسبية المباشرة بين التكلفة الفعلية قبل تطبيق التقنيات الزراعية الذكية وبعدها، خلال مراحل دورة حياة المنتج المعتمدة وهو أسلوب علمي معتمد في البحوث المحاسبية والتطبيقية التي تعتمد على دراسة حالة واحدة، وينسجم مع طبيعة البيانات (المالية والمحاسبية) المستخدمة في هذا النوع من البحوث.

المحور الثالث: الاستنتاجات والتوصيات

أولا: الاستنتاجات

1- أن دمج نموذج تكاليف دورة حياة المنتج مع الوقت يساعد على توفير إطار ذات دقة أكثر وشمول في قياس التكلفة بالمقارنة مع الأساليب التقليدية عبر ربط التكاليف بعنصر الزمن خلال مراحل الإنتاج المختلفة.

2- اظهر الإطار النظري للبحث أن عنصر الزمن يعتبر من العوامل المهمة والمحرك الرئيس للتكاليف وأن أي تحسن الكفاءة في استخدام الوقت سيؤدي بالمباشر إلى تخفيض ملموس (مادي) في التكاليف التشغيلية.

3- الجانب العملي للبحث وجد إن تطبيق بعض من التقنيات الزراعية الذكية قد حقق انخفاض في التكلفة الكلية وبنسبة تصل الى (19.4%) إضافة الى تحقيق أكبر توفير في مرحلة الري والتسميد وهذا يدل على أن هذه المرحلة هي نقطة تحكم أساسية في هيكل التكلفة.

4- النتائج أوضحت أن الزمن الكلي لدورة الإنتاج قل من 48 إلى 37 ساعة مما ساهم بشكل مباشر في تخفيض تكلفة العمالة والصيانة والتشغيل.

5- بيّن البحث أن لغياب التوثيق الدقيق الخاص بالتكاليف في ظل النظام التقليدي يحدد من قدرات الإدارة على اتخاذ قرارات فعّالة وتحليل الأداء.

ثانيا: التوصيات

1- من الضروري تبني النموذج المتكامل في عمل الدراسات المحاسبية المستقبلية وتطبيقه على قطاعات أخرى غير الزراعة لما له من أهمية في توفير قدرة تفسيرية أكبر في تحليل سلوك التكلفة وتعزيز الدقة في القياس المحاسبي.

2- التأكد من دمج عنصر الزمن كمكوّن رئيس في نماذج القياس المحاسبي والعمل على تطوير مؤشرات أداء قائمة على الزمن للمساعدة في اتخاذ القرارات وتحسين الكفاءة التشغيلية.

3- ضرورة توجيه التركيز نحو الاستثمار في تقنيات الري الذكية والأنظمة الخاصة بإدارة المياه لما لها من أثر جوهري ومباشر في تحسين كفاءة استخدام الموارد وتخفيض التكلفة.

4- التأكيد على إعادة تصميم للعمليات الإنتاجية وبما يحقق تخفيض الزمن الضائع (الهدر) بالاعتماد على الأتمتة والتقنيات الذكية وإقامة الدورات لتدريب الكوادر المعنية لتحسين من كفاءة الأداء الزمني.

5- لا بد من تصميم نظام للمعلومات المحاسبية متكامل يعتمد بالدرجة الأساس على التقنيات الرقمية والبيانات الفعلية ويمكن من تتبع التكلفة حسب المرحلة والزمن ويساعد في تطبيق نموذج تكاليف دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت بشكل دوري ومستمر.

المراجع

[1] F. L. M. C. G. O. C. J. I. C. P. D. G. B. B. L. B. B. and E. O. B. N. , "A Systemic Approach to the Product Life Cycle for the Product," sustainability, 17 5 2024.

[2] K. B. and T. . R. , "A STUDY ON PRODUCT LIFE CYCLE," INTERNATIONAL JOURNAL OF PROGRESSIVE , no. 4, pp. 1190-1194 , 1 6 June 2024, .

[3] A. A. K. and H. A. Z. S. , "Reducing the Cost of Production by Using the Product Life Cycle ltechnology," Al-Qadisiyah Journal of Administrative and Economic Sciences ISSN Online:2312-9883, 2023.

[4] X. J. and . S. A. , "Challenges and Opportunities in Product Life Cycle Management in the," ScienceDirect, pp. 29-34, 2023.

[5] Kun LU , Xueyuan DENG , Xiaoyan JIANG , "A REVIEW ON LIFE CYCLE COST ANALYSIS OF BUILDINGS BASED ON BUILDING INFORMATION MODELING," Journal of Civil Engineering and Management, 14 1 2022.

[6] Datar and S. M. .. &. R. M. V. ., Horngren's cost Accounting A managerial Emphasis, vol. 16, 2018.

[7] H. . M. "Product life cycles, product innovation and firm growth," Annals of Operations Research, p. :873–890, 2024.

[8] ص. م. الكواز, تكامل تقنيتي الكلفة المستهدفة وكلفة دورة حياة المنتج الموجهة بالوقت وأثره في ادارة and ق. ع. ا. أسود المحنه الكلفة, 2020.

[9] M. E. S. M. . I. L. C. and J. M. , "A Review of CNN Applications in Smart Agriculture Using Multimodal Data," p. 472, 15 1 2025.

[10] A. J. M. l-Dulaimi, "Climate-smart agriculture and its role in achieving food security in the Arab world," Kirkuk University Journal of Humanities Studies, 2023.

[11] N. . S. Abdul Hadi and M. A. Flayih, "The role of advanced smart technologies in rationalizing water consumption and reducing costs in the agricultural sector in Iraq," Iraq Journal For Economic Sciences, 23 9 2024.

[12] U. G. S. V. P. K. Gunasekaran and M. A. , "IMPACT OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN AGRICULTURE SUPPLY CHAIN ACOMPREHENSIVE REVIEW OF APPLICATIONS, CHALLENGES, AND FUTURE DIRECTIONS," Journal of Sustainable Competitive Intelligence, 8 9 2025.

[13] "Climate-Smart Agriculture Sourcebook. Food and Agriculture Organization of the United Nations.," 2017. [Online]. Available: https://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/en/.

[14] M. J. A. H. R. P. Singh and R. S. , "Substantial capabilities of robotics in enhancing industry 4.0 implementation," Cognitive Robotics, 2021.

[15] أ. ج. م. الدليمي, "الزراعة الذكية مناخيا و دورها في تحقيق االمن الغذائي في الوطن العربي," مجلة جامعة كركوك/ للدراسات االنسانية , 2023.

[16] M. Javaid, A. H. R. P. Singh and R. S. , "Substantial capabilities of robotics in enhancing industry 4.0 implementation," Cognitive Robotics, 2021.

[17] O. Riemer, T. M. Shah and A. Müller, "The role of true cost accounting in guiding agrifood businesses and investments towards sustainability," 2023.

[18] R. Fayyad, "The role of climate-smart agriculture in adapting to climate change," Syrian Journal of Agricultural Research, 2025.

[19] S. A. R. A. Hassan, "Climate-smart agricultural policies," Management and Economics Journal, 2025.

[20] E. Verhaegen1, H. Wustenberghs, L. Lauwers and E. Mathijs, "Integrated Economic and Environmental Accounting for Agriculture," National Institute for Statistics, 2023.