مجلـــة الجغرافيا الاقتصادية
ISSN: 2992-1333. IESSN : 2992-1724
المجلد 03/ العـــــــدد: 02 (2026)، ص 184- 216

مساهمة النظم الزراعية المتكاملة بين المحاصيل وتربية المواشي في تعزيز الإنتاج الزراعي وتحقيق الأمن الغذائي – مراجعة للأدبيات

The Contribution of Integrated Crop-Livestock Systems to Enhancing Agricultural Production and Achieving Food Security – A Literature Review

زرقي عمار[1]

zergui ammar[1]

[1] جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي، تبسة (الجزائر)، ammar.zergui@univ-tebessa.dz

تاريخ الاستلام: 2025/08/14 تاريخ القبول: 2026/04/03 تاريخ النشر: 2026/07/04

ملخص:

تتناول هذه الدراسة دور النظم المتكاملة للمحاصيل وتربية المواشي *(ICLS)* كخيار زراعي مستدام يسهم في تعزيز الأمن الغذائي ومواجهة التحديات البيئية والاجتماعية، خاصة في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل. وتبرز الدراسة الفوائد التي توفرها هذه النظم، مثل تحسين إنتاجية المحاصيل، وزيادة التنوع الغذائي، ورفع مؤشرات التغذية لدى الأسر الريفية، مع التأكيد على أهمية تبني سياسات داعمة لتوسيع تطبيقها على نطاق واسع.

خلصت الدراسة إلى أن اعتماد هذه النظم لا يزال يواجه تحديات كبيرة، منها ضعف الاستثمار، ونقص الوعي البيئي، وقلة المهارات الفنية لدى المنتجين، مما يتطلب تدخلًا حكوميًا من خلال تقديم الدعم المالي، والتكوين، وفتح فرص تسويقية جديدة. كما شددت على ضرورة مساهمة الباحثين في تقديم بيانات علمية دقيقة لدعم دمج نظم الإنتاج النباتي والحيواني كمسار نحو تحقيق الأمن الغذائي والاستدامة البيئية.

كلمات مفتاحية: النظم المتكاملة للمحاصيل وتربية المواشي ، الأمن الغذائي، المحاصيل، الثروة الحيوانية، اعتماد النظم المتكاملة

تصنيفاتJEL : Q01, Q12, Q16, Q57

Abstract:

This study addresses the role of Integrated Crop-Livestock Systems (ICLS) as a sustainable agricultural option that contributes to enhancing food security and tackling environmental and social challenges, particularly in low- and middle-income countries. The study highlights the benefits of these systems, such as improving crop productivity, increasing dietary diversity, and enhancing nutritional indicators among rural households, while emphasizing the importance of adopting supportive policies to scale up their implementation.

[1] **المؤلف المرسل:** زرقي عمار، **الإيميل:** zergui.ammar@univ-tebessa.dz

CC BY-NC 4.0
Attribution-NonCommercial 4.0 International

The study concludes that the adoption of ICLS still faces major challenges, including limited investment, lack of environmental awareness, and insufficient technical skills among producers. This calls for government intervention through financial support, training, and the creation of new market opportunities. The study also stresses the need for researchers to provide accurate scientific data to support the integration of crop and livestock production systems as a pathway toward achieving food security and environmental sustainability.

Keywords: Integrated Crop-Livestock Systems, Food Security, Crops, Livestock, ICLS Adoption.

JEL Classification Codes: Q01, Q12, Q16, Q57

1. المقدمة

1.1. خلفية الدراسة

يُعرّف الأمن الغذائي بأنه توفر كمية كافية من الغذاء بجودة مناسبة، يتم توفيرها من خلال الإنتاج المحلي أو الاستيراد، بحيث يصل الإنسان إلى حالة من الرفاهية الغذائية التي تلبي جميع احتياجاته الفسيولوجية في جميع الأوقات(Policy Brief, 2006) . يتكون الأمن الغذائي والتغذوي من أربعة أبعاد هي: (1) توفر الغذاء، (2) إمكانية الوصول إلى الغذاء، (3) استخدام الغذاء، و(4) استقرار الغذاء. توفر الغذاء وحده لا يضمن الوصول إلى غذاء يحتوي على سعرات حرارية وعناصر غذائية كافية لتلبية الاحتياجات الغذائية(Louise C. Ivers) . علاوة على ذلك، غالبًا ما تتسم الأغذية عالية الجودة بأسعار سوقية مرتفعة، مما قد يؤدي إلى تفاقم مشاكل التغذية العالمية، خاصةً لدى ذوي الدخل المنخفض الذين لا يستطيعون تحمل تكاليف هذه الأغذية (Sandy M & Camilla 2010) ,. تضاعف عدد سكان العالم من عام 1960 إلى 2010، ومن المتوقع أن يصل إلى نحو 9.7 مليار بحلول عام 2050، و10.9 مليار بحلول عام 2100 (Gilles & al, 2015)، مما يطرح تحديات كبيرة أمام الأمن الغذائي العالمي بسبب الزيادة الكبيرة في الطلب العالمي على الغذاء (Gilles & al, 2015). بالإضافة إلى نقص الإمدادات الغذائية والدخل المحدود من المزارع الصغيرة، فإن عدم أمان وتوفر العناصر الغذائية الكافية في الغذاء يعقد تحقيق الأمن الغذائي للأشخاص ذوي الدخل المنخفض.

حوالي 50% من الأشخاص الذين يعانون من نقص التغذية هم من صغار المزارعين المعتمدين على الكفاف، و20% هم عائلات بلا أراضٍ يعمل أفرادها غالبًا كعمال زراعيين في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل في آسيا(Ziegler & al, 2022) ، تمثل الصين حوالي 50% من صغار المزارعين في العالم، تليها الهند بنسبة 23%، ثم إندونيسيا، بنغلاديش، وفيتنام (Funes & al, 2012). ويشكل هؤلاء الصغار حوالي 380 مليون أسرة زراعية، ويمتلكون حوالي 30% من الأراضي الزراعية، ويساهمون بما يصل إلى 70% من السعرات الحرارية الغذائية المنتجة في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل، وهم مسؤولون عن 53% من الإنتاج العالمي للسعرات الحرارية الغذائية للاستهلاك البشري(Leah H & al, 2016) . وغالبًا ما يمارس هؤلاء الصغار الزراعة التقليدية سواء في إنتاج المحاصيل أو تربية المواشي باستخدام مدخلات خارج المزرعة قليلة وأراضٍ ضئيلة المساحة. وغالبًا ما تكون الأراضي ذات جودة منخفضة نتيجة لإدارتها دون المستوى الأمثل وتجزئتها على مدى أجيال متعددة(Miguel A & al, 2012)

على الصعيد العالمي، تحولت المصادر الرئيسية للغذاء خلال الخمسين عامًا الماضية من الحبوب إلى البروتين الحيواني، مما أدى إلى زيادة كبيرة في إنتاج الثروة الحيوانية (Food and Agriculture Organization, 2011)رغم أن ذلك يقلل من كفاءة استخدام الطاقة. مع الزيادة السريعة في أعداد السكان، تواجه الزراعة العالمية تحديًا كبيرًا في إنتاج كمية كافية من الغذاء لتلبية الطلب المتزايد في ظل تغير المناخ ونضوب الموارد الطبيعية(Katrien & al, 2016) . يؤدي سوء استخدام الموارد الطبيعية (الاستخدام المفرط والمدمر) إلى استنزاف أكبر وتلوث بيئي، مما يؤثر سلبًا على الأمن الغذائي في المدى القريب والبعيد لجميع المستهلكين. خلال السبعين عامًا الماضية، ازداد الضغط على الأراضي الزراعية بشكل كبير بسبب التحديث الزراعي، والتصنيع، والميكنة، ما أدى إلى تفاقم المشاكل البيئية. وقد أدى هذا التصنيع إلى ظهور أنظمة زراعية متخصصة ومكثفة، ودورات زراعية قصيرة، ورعي مكثف، واستخدام مفرط للآلات، وممارسات إدارة زراعية غير مناسبة يمكن أن تسبب تلوث المياه، وتآكل التربة، ونقص في موائل الملقحات، وتلوثًا في المواقع الأخرى.

الزراعة المتخصصة تشير إلى "نوع واحد فقط من الأعمال الزراعية مثل زراعة محاصيل الغذاء أو العلف أو تربية الأغنام أو الأبقار الحلوب"، ويكون "الدافع الأساسي هو تحقيق الربح لضمان البقاء ودعم الأسر"(U.S, 2021) . في الزراعة المتخصصة للمحاصيل، يُعتمد بشكل رئيسي على الأسمدة والمبيدات للحفاظ على صحة المحاصيل، وإذا تم استخدامها بشكل غير صحيح قد يؤدي ذلك إلى تلوث المياه والهواء والنظم البيئية الطبيعية (Tilman D, 1999) وتلوث المنتجات الغذائية. كما أن المزارع المتخصصة والمبسطة والمركزة للنباتات والحيوانات يمكن أن تسهم في تقليل سلامة الغلاف الحيوي (Matt Liebman & al, 2015)، وحدوث الرعي الجائر أو المكثف الذي قد يسبب تدهور التربة نتيجة دك المواشي (Thomas L, 1994)، ومشاكل بيئية ناجمة عن التخلص من فضلات الحيوانات واستخدام المضادات الحيوية والهرمونات. يمكن أن تزيد الملوثات والملوثات البيئية من مخاطر الصحة البشرية وتؤثر سلبًا على الأمن الغذائي.

تُعد الزراعة المستدامة بديلًا للزراعة المتخصصة المكثفة، حيث يمكن أن تزيد من الإنتاجية والأرباح دون التسبب في أضرار بيئية. ويُعتبر النظام المتكامل للمحاصيل وتربية المواشي (ICLS) نظامًا زراعيًا مستدامًا يمكن أن يساعد في تعزيز الأمن الغذائي، حيث يدير المحاصيل والماشية في مزرعة واحدة (Kathleen , 2011). أشار (S. Niggol Seo, 2010)إلى أن المزرعة التي تطبق هذا النظام تكون أكثر قدرة على الصمود في ظل الاحتباس الحراري مقارنة بالمزارع المتخصصة في المحاصيل أو الماشية. وتوقع أن صافي أرباح المزرعة المتخصصة قد ينخفض بنسبة تصل إلى 75% في ظل سيناريو تغير المناخ، في حين ينخفض صافي أرباح المزرعة المختلطة بنسبة 10% فقط لنفس السيناريو. على سبيل المثال، أجرى كلا من (Matthew W & al, 2009)تجربة على نظام ICLS ووجدوا أن دمج المحاصيل والماشية زاد من إنتاجية ذرة الحبوب (11.5 ميغاغرام/هكتار) مقارنة بزراعة الذرة المستمرة فقط (10.8 ميغاغرام/هكتار).

إجمالي الإنتاج من نظام ICLS يكون أكبر من مجموع مكوناته لأن ناتج وحدة الأرض يُستخدم كمدخل لجزء آخر من النظام، مما يزيد من كفاءة المزرعة والإنتاجية لكلا مكوني المحاصيل وتربية

الماشية(Jean-François & Gilles , 2014) . على سبيل المثال، يمكن لنظام ICLS أن يستخدم مخلفات المحاصيل كعلف للماشية بفعالية (H. Charles J & al, 2010)، بينما يمكن للماشية تحسين خصوبة التربة من خلال فضلاتها إذا أُديرت بشكل صحيح (Petersen & al, 2007) (انظر الشكل 1). أجرى (McKenzie & al, 2017) تجربة لمدة 3 سنوات لمقارنة تأثير رعي الأغنام على إنهاء زراعة المحاصيل التغطية كمصدر بديل للدخل، ووجدوا أن مزيج المحاصيل التغطية (الحنطة السوداء، الشمندر، البرسيم الحلو، والبازلاء) وفر علفًا عالي الجودة للأغنام بقيمة محتملة تتراوح بين 144.0 و481.80 دولار أمريكي للهكتار كإيجار للرعي المباشر. كما أن تطبيق فضلات الماشية في نظام ICLS يزيد من دوران العناصر الغذائية ويقلل الاعتماد على الأسمدة الصناعية داخل المزرعة(Michael P & al, 2007) . كما أن الحيوانات التي تستخدم في الجر تحسن ظروف العمل لصغار المزارعين، وتوفر وسائل النقل، وتزيد الإنتاجية الزراعية. يمكن لنظام ICLS أن يوفر تكثيفًا مستدامًا لكل من نظم إنتاج المحاصيل والماشية ويساهم في تخفيف حدة انعدام الأمن الغذائي (A. J, 2007).

يمكن تحقيق هذا التكامل الضروري بين إنتاج المحاصيل وتربية المواشي على مستويات الحقل، والمزرعة، والمنطقة، حيث تبدأ عملية ضمان الأمن الغذائي والتغذوي المستدام (Martin G & al, 2016). على مستوى الحقل، يسعى النظام المتكامل للمحاصيل وتربية المواشي (ICLS) إلى دورة مغلقة للعناصر الغذائية، حيث تُستخدم فضلات الحيوانات الراعية كمصدر للمواد العضوية والعناصر الغذائية لتحسين خصوبة التربة، في حين تنتج الأراضي الزراعية أنواعًا مختلفة من الأعلاف التي تستهلكها الماشية(Gilles Lemaire & al, 2014) . أما على مستوى المزرعة، فتكون المحاصيل وتربية المواشي منفصلة مكانيًا (Gilles & al, Grassland–Cropping Rotations: An Avenue for Agricultural Diversification to Reconcile High Production with Environmental Quality, 2015). وعلى المستوى الإقليمي، تتشارك المزارع المتباعدة العناصر الغذائية عن طريق نقل المحاصيل والروث بين المزارع (Katrien &

(al, 2016. عادةً ما يشمل نظام ICLS مجموعة متنوعة من الحبوب أو محاصيل التغطية، بالإضافة إلى المواشي مثل الأبقار اللاحمة والحلوب، والجاموس، والدواجن، والأغنام، والماعز (انظر الجدول 1)، ويعتمد ذلك على قدرات الشراء المختلفة، ومعرفة إدارة النظام من قبل المنتجين، وتوفر الموارد، ونوع التربة، والمناخ(Jean-Louis & al, 2014) .

كما يمكن أن يساهم تنويع الإنتاج في استخدام العمالة بشكل أكثر كفاءة على مستوى المزرعة أو المنطقة. وفقًا لـــ (T. W & al, 2006)، مقارنة بأنظمة الإنتاج الأحادية، يتميز نظام ICLS بتحسين جودة التربة، وزيادة غلة المحاصيل، والعوائد الاقتصادية (5179 و30802 دولارًا على التوالي) في جنوب الولايات المتحدة. أبلغ تراسي وتشانغ (Benjamin F & al, 2008) أن نظام ICLS زاد بشكل ملحوظ من إنتاج الذرة (11.6 ميغاغرام/هكتار) مقارنة بزراعة الذرة المستمرة (10.6 ميغاغرام/هكتار). واستنتج سوسانا وليماير (Jean-François & Gilles , 2014) أن تطبيق نظام ICLS يمكن أن يتجنب العواقب السلبية للإنتاج الزراعي مثل فقدان التنوع البيولوجي والبصمة الكربونية الكبيرة للتقنيات الصناعية. كما يمكن للنظام إنتاج مجموعة متنوعة من الأغذية، وزيادة أعداد الملقحات، والمساعدة في إدارة الآفات (Bale & al, 2007)، مما يزيد من المنتجات الغذائية دون الحاجة إلى زيادة مساحة الأرض. كما يقلل نظام ICLS من تآكل التربة، ويزيد النشاط البيولوجي للتربة، ويحافظ على خصوبتها(Sanjeev & Harsha , 2014) . على سبيل المثال، وجد كلا من (Allen & Baker, 2007) أن نظام ICLS خفّض مدخلات أسمدة النيتروجين بنسبة 40%، وزاد صافي العوائد بأكثر من 90%، وقلل من تآكل التربة (<7 ميغاغرام/هكتار/سنة) مقارنة بالنظام الأحادي (19 ميغاغرام/هكتار/سنة). **(الملحق رقم 01 ، الجدول رقم 01)**

شهدت إعادة دمج إنتاج المحاصيل وتربية المواشي اهتمامًا متجددًا في السنوات الأخيرة بهدف ابتكار أنظمة متكاملة حديثة (ICLS) قادرة على تقديم مخرجات اجتماعية واقتصادية عالية إلى جانب فوائد بيئية متعددة، وذلك بالاستناد إلى التقنيات الحديثة(Bell L.W & al, 2015) . تمت مراجعة العديد من جوانب أنظمةICLS ، بما في ذلك الدراسات الإقليمية والدولية الخاصة بها

(Funes & al, 2012). وأظهرت عمليات البحث في قاعدة بيانات Web of Science باستخدام مصطلح "أنظمة المحاصيل والماشية المتكاملة" وجود 1097 دراسة ذات صلة. وتم استخدام بعض المراجعات والدراسات الرئيسية ضمن هذه المراجعة لتوفير خلفية للدراسة الحالية. ومع ذلك، تتبع هذه المراجعة نهجًا مختلفًا بعض الشيء من خلال التركيز على الدور المحتمل لأنظمة ICLS في معالجة بعض قضايا الأمن الغذائي، خاصة في العالم النامي.

رغم أن مزايا وتحديات وفرص تطبيق أنظمة ICLS على مستوى المزرعة وما بعدها قد درست على نطاق واسع (Petersen & al, 2007)، إلا أن الدور الفعلي لهذه الأنظمة في تعزيز الأمن الغذائي العالمي لم يُقيَّم بالكامل بعد. ففي البحث بين 1097 دراسة باستخدام الكلمات المفتاحية "الأمن الغذائي" و"المرونة" تم العثور على 92 و15 دراسة فقط على التوالي. ولم نجد أي مقالة من ضمن دراسات ICLS تعالج بشكل حصري دور هذه الأنظمة في تعزيز الأمن الغذائي. لذلك، تهدف هذه المراجعة إلى تسليط الضوء على الدور المحتمل لأنظمة ICLS في معالجة قضايا الأمن الغذائي.

1.2. الاشكالية

مما سبق يمكن صياغة الاشكالية الرئيسية على التحو التالي:

إلى أي مدى يمكن لأنظمة المحاصيل وتربية المواشي المتكاملة أن تسهم في تحقيق الأمن الغذائي وتحسين الصحة البشرية، مع الحد من التحديات البيئية والاجتماعية والاقتصادية؟

وحتى نستطيع ان نناقش هذه الاشكالية ، تم تفصيلها الى الاسئلة الفرعية التالية:

- ✓ ما هي المكونات الرئيسية لأنظمة ICLS وكيف تتفاعل بشكل مفيد لمعالجة مشاكل الأمن الغذائي والتحديات البيئية؟
- ✓ هل يمكن لأنظمة ICLS أن تكون خياراً لتحقيق الأمن الغذائي لصحة بشرية أفضل؟
- ✓ ما هي الفوائد الاجتماعية والاقتصادية لأنظمةICLS ؟
- ✓ ما هي التحديات التي تواجه تبني أنظمة ICLS وما هي الاستراتيجيات الممكنة لتجاوز حواجز التبني في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل وكذلك البلدان ذات الدخل المرتفع؟

1.3. الفرضيات

انطلقت أنظمة المحاصيل وتربية المواشي المتكاملة (ICLS) كحل يجمع بين الإنتاجية والاستدامة، لكن تقييم تأثيرها على الأمن الغذائي والصحة والاقتصاد يتطلب دراسة شاملة تعتمد على فرضيات بحثية لفهم العلاقة بين تبني هذه الأنظمة والتنمية الزراعية المستدامة.

- ف1: تتسم أنظمة ICLS بقدرة تكاملية ترفع الإنتاجية الزراعية وتحد من الآثار البيئية السلبية مقارنة بالزراعة الأحادية.
- ف2: تسهم أنظمة ICLS في تحسين الأمن الغذائي ونوعية الغذاء، ما يعزز الصحة العامة.
- ف3: تحقق أنظمة ICLS منافع اقتصادية واجتماعية واضحة لصغار المزارعين والمجتمعات المحلية.
- ف4: يمكن التغلب على معوقات تبني أنظمة ICLS من خلال سياسات داعمة، وحوافز اقتصادية، ونقل التكنولوجيا الملائمة.

1.4. متغيرات الدراسة

- المتغير المستقل: نوع النظام الزراعي) متكامل / ICLS متخصص أحادي.(
- المتغيرات التابعة:الأمن الغذائي (التوفر، الوصول، الاستخدام، الاستقرار)، الصحة البشرية، الأثر البيئي، الأثر الاقتصادي والاجتماعي.
- المتغيرات الوسيطة:السياسات الزراعية، مستوى الدخل، التكنولوجيا، المعرفة والخبرة لدى المزارعين.

2. مزايا وعيوب أنظمة المحاصيل والماشية المتكاملة (ICLS) وتطورها

2.1 مزايا وعيوب أنظمةICLS

يشهد القطاع الزراعي تغييرات كبيرة استجابةً للطلب المتزايد على الغذاء، وارتفاع تكاليف الإنتاج، وزيادة المنافسة في السوق، مما يتطلب رفع مستويات الغلة والجودة والربحية دون الإضرار

بالبيئة. ومن بين البدائل التي حظيت باهتمام متزايد في السنوات الأخيرة هو العودة إلى الأنظمة المتكاملة التي تجمع بين إنتاج المحاصيل وتربية المواشي في إطار زمني ومكاني(Katrien & al, 2016) . تسعى هذه الأنظمة إلى تحقيق تكامل وتآزر بين مكونات النظام الزراعي البيئي لضمان استدامة المزرعة، وتوفير خدمات النظام البيئي والبيئة، وتقييم رأس المال الطبيعي(Funes & al, 2012) . بالإضافة إلى الفوائد العامة لتنويع نظم الإنتاج الزراعي وتصعيده، تقدم أنظمة ICLS مزايا مرتبطة بالأمن الغذائي والتغذية، منها:

✓ زيادة العائد الاقتصادي، حيث أظهرت دراسة في الهند أن تبني عدة أنشطة زراعية مثل المحاصيل، والألبان، والدواجن، وصيد الأسماك زاد صافي الربح السنوي للمزرعة بمقدار 660 دولاراً مقارنة بأنظمة المحاصيل فقط(Benjamin F & al, 2008)

✓ استقرار الدخل من خلال تقليل المخاطر الاقتصادية عبر تنويع نظم الإنتاج.

✓ تقليل استخدام الأسمدة الكيميائية والمبيدات ومدخلات أخرى، حيث أظهرت دراسة أن إدخال الغنم في مزارع الكروم قلل من الحاجة للجز واستخدام المبيدات، مما وفر 64 دولاراً للهكتار الواحد(Gilles Lemaire & al, 2014) . كما يساهم استخدام روث الحيوانات كمصدر للمواد الغذائية المعاد تدويرها وتقليل تكلفة الأسمدة.(A. J, 2007)

✓ تحسين التغذية البشرية، حيث تساعد أنظمة ICLS على توفير الغذاء اللازم من الحبوب والبروتين الحيواني لأسر المزارعين الصغار في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل، إذ يوفر الغذاء الحيواني بروتين عالي الجودة ومغذيات دقيقة سهلة الامتصاص.

✓ تعزيز صحة التربة من خلال زيادة مخزون الكربون العضوي وتحسين استدامة الزراعة وتقليل التأثيرات البيئية(Gilles Lemaire & al, 2014)

بيئيًا، تزيد أنظمة ICLS من تراكم الكربون والتنوع البيولوجي (Bell L.W & al, 2015) ولديها القدرة على تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة، مما يعزز الاستدامة البيئية .(H. Charles J & al, 2010). أظهرت دراسة في تكساس أن أنظمة ICLS زادت الكتلة الحيوية

الميكروبية للتربة بشكل ملحوظ مقارنة بالزراعة المستمرة للقطن، كما زادت محتوى الكربون العضوي في التربة(Petersen & al, 2007) . غالبًا ما تحسن أنظمة ICLS دخل المزارعين وتوفر فرص عمل في المناطق الريفية(Udayakumar & al, 2021) . ومع ذلك، فإن فوائد النظام تعتمد على نوع المحاصيل، والثروة الحيوانية، والتربة، والظروف المحلية، وطرق الإدارة.

تشكل أنظمة ICLS فرصة لإعادة إدخال تربية المواشي في المزارع، وخلق نظام تكميلي يوفر مصدر دخل مزدوج للمزارعين، ويساعد في تغيير دورات المحاصيل لتقليل مخاطر الخسارة الكاملة للمحاصيل بسبب تغيرات الطقس المرتبطة بتغير المناخ (انظر الجدول 2).

رغم المزايا المتعددة لأنظمةICLS ، قد تواجه بعض العيوب في مواقف معينة، منها:

✓ تعقيد التشغيل والإدارة، حيث يتطلب النظام معرفة واسعة بمجالي المحاصيل والماشية والتزامًا مستمرًا بالرعاية الحيوانية.(Bell L.W & al, 2015)

✓ حدوث تربة مضغوطة بسبب رعي الماشية خاصة في التربة الرطبة، ما يقلل نمو المحاصيل المستقبلية، ولذا ينصح بالرعي فقط عندما تكون التربة جافة (Food and Agriculture Organization, 2011)

✓ تنافس على استخدام مخلفات المحاصيل بين تغذية الحيوانات، واستخدامها كغطاء للتربة أو كوقود أو مواد بناء، مما يخلق موازنات تعتمد على الظروف الاجتماعية والاقتصادية للمزارعين وتفضيلاتهم.(Matt Liebman & al, 2015)

✓ الرعي المكثف قد يؤدي إلى سيطرة أنواع نباتية ذات إنتاجية منخفضة ودورة نمو قصيرة، مما يقلل إنتاج الماشية ويؤثر على نقل المغذيات إلى الأراضي الزراعية، وبالتالي يقلل توفر مخلفات المحاصيل لتغذية الماشية(Sulc & al, 2014)

✓ زيادة الطلب على الأعلاف مع محدودية الأراضي الصالحة للزراعة والمياه يزيد الضغط على الموارد العلفية(Thomas L, 1994)

✓ توزيع غير متوازن للعناصر الغذائية من الروث والبول قد يؤدي إلى نمو غير متساوٍ للمحاصيل.

✓ تتطلب أنظمة ICLS عمالة مستمرة وبنية تحتية عالية، واستثمارات رأسمالية كبيرة، وقد تؤدي إعادة تدوير المغذيات المكثفة إلى خسائر غذائية أكبر.

باختصار، بالرغم من المزايا العديدة لأنظمة المحاصيل والماشية المتكاملة، فإنها تواجه تحديات تقنية واجتماعية واقتصادية تتطلب إدارة دقيقة واستراتيجيات مناسبة للتغلب عليها.

2.2 تطور أنظمة المحاصيل والماشية المتكاملة(ICLS)

يختلف تطور أنظمة ICLS عبر العالم، حيث كانت هذه الأنظمة شائعة في معظم المناطق وتم تطويرها قبل 8 إلى 10 آلاف سنة(Paul , 2010) . في الشرق الأوسط وجنوب آسيا، استُخدمت الحيوانات الجرارة في الفلاحة والنقل وسحب الزلاجات وزيادة الإنتاج الزراعي بين 6000 و4000 قبل الميلاد(Gupta A.K, 2004) . أما في الصين، فالتوثيقات الأولى لأنظمة الزراعة المتكاملة التي تشمل المحاصيل، والأشجار، والماشية، وتربية الأسماك تعود إلى سلالات شانغ وزو الغربية بين 1600 و800 قبل الميلاد. في أو(Li, 2001) روبا، شكلت ممارسات ICLS الأساس التاريخي للثورة الزراعية في العصور الوسطى، مثل تدوير المحاصيل لمدة عامين مع رعي المواشي خلال فترة البذر الخامل في القرن السادس عشر.

ومع ذلك، شهد القرن الماضي تغيرات جذرية حيث أدت التقدمات التكنولوجية والاقتصادات الحجمية إلى تخصص المزارع بشكل سريع على مستوى العالم، مما قلل من حصة أنظمةICLS ، خصوصًا في الدول ذات الدخل المرتفع. إلا أن الاهتمام بهذه الأنظمة قد ازداد مؤخرًا مع سعي الباحثين لتحقيق توازن بين الاستدامة والمرونة في الإنتاج الزراعي في ظل ظاهرة الاحتباس الحراري (Anibal de Moraes & al, 2014). فعلى سبيل المثال، في الولايات المتحدة الأمريكية خلال التسعينيات، كانت أنظمة ICLS تمارس على أقل من 10% من الأراضي الزراعية (James M. Krall & al, 1996). وفي عام 2010، أفادت وزارة الزراعة الأمريكية أن رعي مخلفات الذرة شكل 12% من إجمالي مساحة الذرة في 19 ولاية، وكان هذا الأمر أكثر شيوعًا في منطقة حزام الذرة الغربي(Marty R & al, 2025) . وبحسب مسح آخر عام 2015، حوالي 70% من

المزارع في سهول الشمال الكبرى مارست رعي مخلفات المحاصيل) وهي إحدى طرق ICLS (Asem-Hiablie & al, 2016) في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل، تعد أنظمة ICLS ممارسة زراعية مهمة ولا تزال في ازدياد في بعض الدول ,Thornton & M Herrero) (2001. ففي معظم أنظمة الزراعة في الأراضي الجافة في أفريقيا جنوب الصحراء، تستخدم أنظمة ICLS [65]، وفي جنوب شرق آسيا يتم تربية نحو 75-90% من المواشي المجترة ضمن أنظمة ICLS (C. Devendra & al, 2002). كما تضاعفت مساحة الأراضي التي تستخدم ICLSفي البرازيل خلال العشر سنوات الماضية .

لذا، فإن فهم التأثير التكاملي لأنظمة ICLS على الأمن الغذائي مهم، ويتطلب المزيد من الجهود البحثية لدراسة تأثير هذه الأنظمة على تحقيق الأمن الغذائي.

مساهمات أنظمة ICLS في تحقيق الأمن الغذائي

3.1 دور التفاعل بين المحاصيل والماشية في الإنتاج الغذائي المستدام والأمن الغذائي

في البيئات الهامشية، يمكن لتفاعل المحاصيل والماشية أن يساهم في زيادة مستقرة في إنتاج المحاصيل الغذائية والماشية معًا (C. Devendra & al, 2002). حالياً، يوفر الحليب واللحوم المنتجان من الحيوانات 13% من السعرات الحرارية و28% من البروتين المستهلك عالميًا. بالإضافة إلى احتياجات النظام الغذائي من اللحوم والحليب، تنتج أنظمة ICLS حوالي 50% من الحبوب. في معظم هذه الأنظمة، تعتمد الأعلاف الحيوانية بشكل رئيسي على مخلفات المحاصيل. إنتاج المزيد من مخلفات المحاصيل ضمن أنظمة ICLS يمكن استخدامها كعلف للماشية دون التنافس مع الإنسان على الغذاء(Bluemmel, 2010) . فعلى سبيل المثال، في أفريقيا وآسيا، يستخدم المزارعون الصغار مخلفات حبوبهم كعلف للماشية ويتركون جزءًا منها كغطاء للتربة ,N. Andrieu & al) (2015. في الأسر الريفية الفقيرة، تعتبر المواشي عادةً من الأصول المهمة التي تُمكن هذه الأسر من الاستثمار في مشاريع صغيرة وتنويع مصادر دخلها مما يسهم في تقليل الفقر وتعزيز الأمن الغذائي والتغذوي(Ellis F & al, 2004) .

جدول 2:تقارير عن فوائد أنظمة المحاصيل والماشية المتكاملة (ICLS) في أوروبا الغربية وأمريكا الجنوبية

أمريكا الشمالية	أستراليا الجنوبية	أوروبا الغربية وأمريكا الجنوبية
-تحسين استخدام السماد: النيتروجين والفوسفور يمكن أن يسببا مشاكل بيئية عند الإفراط في تطبيقهما.	-نظام تكميلي: يمكن للماشية والمحاصيل توفير دخل مزدوج للمزرعة لتخفيف المخاطر في المواسم السيئة أو ظروف السوق الصعبة.	-فرصة جديدة: إعادة إدخال الماشية إلى المزارع أو الأراضي المتخصصة في إنتاج الحبوب.
-التكامل داخل المزرعة وعلى المستوى الإقليمي: اختيار أفضل نوع تكامل حسب طبيعة وحجم التكامل.	-تثبيت النيتروجين ونقله: تعتمد أنظمة المحاصيل والمراعي على البقوليات لتثبيت وتوفير النيتروجين.	-استخدام المراعي لإعادة تدوير المغذيات وتنظيم التدفقات البيئية.
-دمج الماشية يمكن أن يزيد العائد الاقتصادي ومعدل تراكم الكربون في التربة ويقلل من حمولة الرواسب في الجداول المائية.	-أنظمة ICLS التي تحتوي على نباتات معمرة توفر استخدامًا مستمرًا للأمطار والإشعاع الشمسي والماء والمغذيات مع الحفاظ على تغطية التربة.	-استخدام الأعلاف والبقوليات لزيادة كفاءة النيتروجين والطاقة.
-تحسين خصوبة التربة (زيادة المسامية الكبرى للتربة) وزيادة غلة المحاصيل التالية.	-تقليل الضرر لتجمع التربة وتماسكها مقارنة بالرعي المستمر، وزيادة الكتلة الميكروبية، وتراكم المادة العضوية، وتعزيز التنوع الميكروبي، وتوفير بيئة مناسبة لتعايش الكائنات الدقيقة في التربة.	-استخدام محاصيل القبض والزراعة الدائمة لتحسين إدارة النيتروجين.
-تغيير تدوير المحاصيل: التدوير السنوي الثابت قد يعاني من ضعف في ظروف الطقس القاسية وانتشار الآفات.	-مكافحة الأعشاب الضارة والآفات والأمراض.	-إعادة تدوير فعّالة لنفايات الحيوانات لتقليل استخدام النيتروجين المعدني.
-تقليل مخاطر الضرر البيئي خلال مرحلة الزراعة الدائمة عبر تقليل خسائر النترات.	-توفير استمرارية أكبر في إنتاج النبات وفرصة لسد فجوات الأعلاف؛ المراعي المعمرة ذات الجذور العميقة تتحكم بفعالية في مشاكل التصريف والملوحة الأرضية.	-نقل المغذيات بين المزارع المجاورة لإدارة السماد السائل.

-تقليل خسائر الغلة الناتجة عن الحشرات والأمراض.	-التوازن بين الربح والنتائج البيئية موجود دائماً؛ يمكن تحقيق وضع مربح للطرفين؛ أظهرت العديد من الدراسات فوائد اقتصادية من أنظمة.ICLS	-إمكانية النظر في التكامل بين أنظمة تربية الماشية المتخصصة (خاصة الخنازير) ومزارع الحبوب على نطاق جغرافي أوسع.
-تحسين مرونة نظم الزراعة باستخدام البقوليات العلفية.		-تجفيف المخلفات السائلة (السماد الصلب) يمكن أن ينتج أسمدة معيارية.
-أهمية خاصة في الإنتاج العضوي للمحاصيل.		

المصدر: مقتبس من المرجع (Jean-Louis & al, 2014)، أستراليا الجنوبية [مقتبس من المرجع (Zhongnan & al, 2016)]، وأمريكا الشمالية [مقتبس من المرجع (Michael P & al, 2025)].

3.2 .تنوع المحاصيل في أنظمة المحاصيل والماشية المتكاملة لتحقيق الأمن الغذائي وتحسين صحة الإنسان

يمكن لأنظمة المحاصيل والماشية المتكاملة (ICLS) التي تعتمد على تنوع المحاصيل أن تحسن إنتاجية المحصول الرئيسي وتعزز مؤشرات الأمن الغذائي والتغذية مثل مؤشر استهلاك الغذاء وتنوع النظام الغذائي للأسر. يشمل هذا التنوع تدوير محاصيل الغطاء والمحاصيل المثبتة للنيتروجين، مما يزيد من محتوى البروتين في النباتات ويحسن تغذية الماشية، وبالتالي يعود بالنفع على صحة الإنسان. أظهرت دراسة من المنطقة شبه الاستوائية في البرازيل نجاح نظام ICLS بتدوير محاصيل الصويا والذرة أو الأرز كمحاصيل صيفية مع الرعي السنوي الشتوي. كما أن دمج الأعشاب والبقوليات مع المحاصيل يزيد من إنتاجية النظام ومرونته ويحسن سبل العيش.

من منظور صغار المزارعين في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل، يؤثر تنويع المحاصيل في ICLS بشكل مباشر على توفر الغذاء والتغذية من خلال زيادة غلة المحاصيل واستقرارها، إضافة إلى تأثيرات التأمين الزراعي. على سبيل المثال، أظهرت دراسة في مالاوي أن استخدام البقوليات المتداخلة

أدى إلى تحسن في نمو الأطفال مقارنة بالأسر التي لم تتبع هذه الاستراتيجية. كما أن تنوع الأنواع داخل المزرعة له تأثير تغذوي أكبر من التنوع داخل نفس النوع. يضيف تنويع الإنتاج النباتي والحيواني قيمة متعددة مباشرة عبر تحسين الجودة وتنوع النظام الغذائي، وغير مباشرة عبر زيادة الدخل للمزارع. تشير الدراسات إلى أن الأسر التي تمارس نظام ICLS تستهلك أنواعاً غذائية متنوعة تشمل الحبوب والخضروات والأسماك والبقوليات والفواكه والحليب واللحوم والبيض. بالإضافة إلى تحقيق متطلبات النظام الغذائي، تعمل هذه التنويع الغذائي كأداة لإدارة المخاطر، تحمي المزارع من تغير المناخ وتقلبات السوق، مما يعزز من مرونة المزارع. كما تبين أن وجود المواشي ضمن نظام الزراعة له علاقة إيجابية بتنوع النظام الغذائي للأسرة، بينما يؤثر الوصول إلى السوق والدخل خارج المزرعة بشكل أكبر على هذا التنوع الغذائي مقارنة بزيادة تنوع الإنتاج الزراعي فقط. وأظهرت الدراسات أن الأسر في المناطق النائية تتمتع بتنوع غذائي أقل من تلك القريبة من الأسواق، وأن زيادة إنتاج نوع إضافي من المحاصيل أو الماشية يمكن أن تزيد التنوع الغذائي بنسبة 0.9%. كما أن الدخل النقدي من الأنشطة خارج المزرعة يعزز قدرة الأسر على شراء أغذية متنوعة من الأسواق.

3.3 .دور الثروة الحيوانية في الأمن الغذائي والتغذوي ضمن نظم المحاصيل والماشية المتكاملة (ICLS)

تلعب الثروة الحيوانية دورًا أساسيًا في عمل مزارع نظم المحاصيل والماشية المتكاملة من خلال توفير مصادر غذائية حيوانية مباشرة مثل اللحوم والحليب. تُعد هذه المصادر من أهم الأغذية التي تلبي حاجة الإنسان للبروتين، حيث تُعتبر مصادر غنية للطاقة والبروتين والعديد من المغذيات الدقيقة الأساسية، في حين تميل الأنظمة الغذائية النباتية إلى نقص بعض الأحماض الأمينية الضرورية مثل الليسين، الميثيونين، والثريونين. كما تحتوي المصادر الغذائية الحيوانية على مغذيات دقيقة ذات توفر حيوي أعلى مثل الحديد، فيتامين أ، فيتامين ب12، والكالسيوم، والتي ترتبط بتحسين الجهاز المناعي وتعزيز الاستجابات المناعية الصحية. أظهرت الدراسات أن استهلاك كميات حتى صغيرة من هذه المصادر يساهم بشكل كبير في ضمان كفاية النظام الغذائي والوقاية من نقص التغذية والمشكلات المرتبطة بها.

كما تؤثر إيجابيًا على نمو الأطفال، وظائفهم العقلية، نشاطهم البدني، وتحسن نتائج الحمل، وتقلل من الأمراض.

اقترح روميو وميرمان أن دعم الاستثمارات في نظم المحاصيل والماشية المتكاملة التي تشمل مواشي مثل الماعز والأغنام يعد تدخلًا فعالًا لتعزيز الأمن الغذائي والتغذوي للأسر. تمثل هذه النظم معظم إنتاج الحبوب واللحوم والحليب في آسيا، و40-60% من إنتاج لحوم الأبقار والأغنام والماعز والدواجن في أفريقيا جنوب الصحراء. أجرى أودو وأكليلو دراسة حالة حول تأثير تكثيف إنتاج الثروة الحيوانية في نظم المحاصيل والماشية الصغيرة، وأظهرت النتائج أن دمج أبقار الألبان ضمن هذه النظم يوفر أكبر الفوائد المالية (400 إلى 1030 دولار سنويًا) مقارنة بإنتاج الدواجن (70 دولار سنويًا) والأنظمة الصغيرة لتربية المجترات الصغيرة (120 إلى 165 دولار سنويًا). ويرجع ذلك بشكل رئيسي إلى الطلب المرتفع على الحليب في الأسواق، مما يشجع على دمج أبقار الألبان في نظم المحاصيل والماشية الصغيرة.

3.4 .الفوائد الاجتماعية والاقتصادية لنظم المحاصيل والماشية المتكاملة (ICLS) ودورها في الأمن الغذائي

تهدف نظم المحاصيل والماشية المتكاملة إلى تعزيز التنمية المستدامة وضمان أن تكون هذه الأنظمة صديقة للبيئة، مجدية اقتصاديًا، ومناسبة اجتماعيًا. كما أُشير في القسم 2، فإن نظم ICLS يمكن أن تحقق أرباحًا أكبر بكثير مقارنة بالإنتاج المتخصص في المحاصيل أو الثروة الحيوانية فقط. مع ذلك، تعتمد الفوائد على استقرار الأسواق، التكنولوجيا، الثقافة الاجتماعية، البنية التحتية، توفر اليد العاملة، السياسات، والعوامل المناخية والبيئية. على سبيل المثال، في ولاية نورث داكوتا بالولايات المتحدة، بلغ دخل العمل والإدارة 12,304 دولارًا للمزارع المتخصصة في المحاصيل فقط، و18,063 دولارًا (أي بزيادة 46.8%) لنظم ICLS التي تدمج المحاصيل والثروة الحيوانية. أظهرت بيانات العقد الأول من الألفية أن نظم ICLS المتنوعة حسنت إجمالي إيرادات المزرعة إلى 330 دولارًا للهكتار

مقارنة بـــ170 دولاراً للنظم المتخصصة فقط. وفي تكساس، أدى دمج تربية الماشية مع زراعة القطن إلى توفير كبير في مياه الري والأسمدة، مع تحقيق ربحية أعلى بنسبة 90% مقارنة بزراعة القطن فقط.

تُعتبر تربية المجترات الصغيرة (الأغنام والماعز) استراتيجية تنويع دخل مهمة، حيث تُستخدم كأصول مالية يمكن الاستفادة منها في حال فشل المحاصيل. في السودان، على سبيل المثال، أدى وجود سوق متنامٍ للأغنام الحية واللحوم إلى دمج نظم إنتاج المحاصيل مع تربية الأغنام، ما يموّل إنتاج المحاصيل. كما أن لهذه الحيوانات أهمية اجتماعية وثقافية؛ ففي غانا مثلاً تُستخدم لحوم الماعز والأغنام والدجاج في المناسبات التقليدية والاحتفالات، مما يعزز قيمتها الاجتماعية.

في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل، تساهم نظم ICLS بشكل رئيسي في الأمن الغذائي من خلال زيادة دخل المجتمعات الزراعية الفقيرة. حيث يعيش حوالي 70% من الفقراء في مجتمعات زراعية معيشية تعتمد على الزراعة. ترفع هذه النظم دخل هذه المجتمعات عبر خلق فرص عمل ضمن سلاسل القيمة الغذائية الحيوانية. في أفريقيا، يشكل دخل صغار المزارعين من الثروة الحيوانية ضمن نظم ICLSما بين 34% و87% من إجمالي دخل المزرعة. يدعم هذا الدخل شراء أغذية عالية الجودة، ومدخلات زراعية، وأصول لتجديد الثروة الحيوانية، ومتطلبات أسرية أخرى. كما يضمن التنوع الغذائي في المزارع توفير الغذاء للعائلة بشكل شبه مضمون ويُسهم في تلبية الاحتياجات الأساسية للأسرة.

أظهرت الدراسات أن الإنفاق على الغذاء في نظم ICLS أعلى من النظم المتخصصة، مع نسبة أعلى من الغذاء المنتج محليًا، مما يدل على أمان أكبر في إمدادات الغذاء. التفاعل التكاملي بين المحاصيل والماشية يزيد من كفاءة استخدام الموارد والإنتاجية، مما يرفع دخل الأسر ويضمن توفر الغذاء وإمكانية الوصول إليه. يميل أفراد الأسر في نظم ICLS لأن يكونوا أكثر تغذية بسبب تنوع النظام الغذائي، كما أن الدخل الذي تتحكم به النساء من هذه النظم يُنفق غالبًا على تغذية الأطفال والأسرة. في أفريقيا، تلعب النساء اللاتي يمتلكن غالبية الثروة الحيوانية دورًا هامًا في دعم الأمن الغذائي عبر بيع المواشي الصغيرة في الأزمات المالية أو نقص الحبوب. ووفقًا لمنظمة الأغذية والزراعة(FAO) ، فإن

تحسين وصول النساء إلى المدخلات والخدمات يمكن أن يقلل من عدد الأشخاص الذين يعانون من سوء التغذية بنسبة 12 إلى 17%، أي ما يعادل 100 إلى 150 مليون شخص.

لذلك، لا توفر نظم المحاصيل والماشية المتكاملة تنوعًا غذائيًا هامًا فحسب، بل تعزز أيضًا دخل المنتجين، وخاصة الفقراء منهم، مما يحسن القدرة الشرائية للأسر لاقتناء أغذية ذات جودة أعلى، مما يجعل نظم ICLS خيارًا حيويًا لتحسين الأمن الغذائي.

4. نظم المحاصيل والماشية المتكاملة (ICLS) والمرونة المناخية

عرف (James M & al, 2017) المرونة في سياق الأمن الغذائي بأنها القدرة على الحفاظ على إنتاج غذاء كافٍ ومغذي في مواجهة الاضطرابات البيئية المزمنة والحادة. في العقود القادمة، من المتوقع أن تشهد المناطق، خاصة ذات الظروف المناخية الجافة، ارتفاعًا في درجات الحرارة، وجفافًا متكررًا، ونقصًا متزايدًا في الموارد المائية. تعتبر المناطق الجافة وشبه الجافة أكثر عرضة للظروف الجوية القاسية والنشاطات البشرية (V. G. Allen & al, 2007)، مما قد يؤدي إلى تراجع الإنتاجية الزراعية، وقصر مواسم النمو، وتقلص الأراضي الصالحة للزراعة(Jack Durrell, 2018) . على سبيل المثال، تتوقع بعض النماذج أن ارتفاع درجة حرارة الهواء بمقدار 4 درجات مئوية قد يقلص مواسم النمو في المناطق الجافة بنسبة 20%. وتشمل التداعيات الأخرى لتغير المناخ زيادة الفقر، وانعدام الأمن الغذائي والتغذوي، وعدم استقرار الإنتاج الغذائي، والاعتماد الأكبر على واردات الغذاء من الخارج.

مع ذلك، يمكن أن تكون نظم ICLS المستدامة، خصوصًا في الدول منخفضة ومتوسطة الدخل، ذات توجه سوقي قوي، محركًا رئيسيًا لزيادة إنتاجية المحاصيل والحيوانات تحت ظروف المناخ المتغيرة. يكمن مفتاح نجاح هذه النظم في الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية، مما يحسن سبل العيش والأمن الغذائي والتغذوي (Smith P. & al, 2010).

قد تتأثر استدامة إنتاج الثروة الحيوانية أيضًا بتغير المناخ، لذا فإن الفهم الواضح للتحديات الطويلة الأمد لتغير المناخ ضروري للإدارة الناجحة(Michel & al, 2014) . من المشاكل الرئيسية التي

قد تواجه الثروة الحيوانية انخفاض إنتاجية المراعي، زيادة حدوث الأمراض، الطلب المتزايد على الأراضي، والضغط على الموارد المائية. تعمل نظم ICLS على حماية كل قطاع من الضغوط الخارجية الناتجة عن تغير المناخ وتحسين الظروف الاجتماعية والاقتصادية والبيئية في المناطق ذات الموارد المحدودة.

تعزز نظم ICLS مرونة المزارع تجاه تغير المناخ من خلال آليات التخفيف على مستوى الحقول والمزارع، مثل تحسين إنتاجية المحاصيل، تدوير المغذيات، التخفيف من المخاطر الاقتصادية، وتنويع سبل العيش. أظهرت دراسة في أفريقيا توقّعات بزيادة حادة في تطبيق نظم ICLS بحلول عام 2060 (S. Niggol Seo, 2010). يمكن للمزج بين المحاصيل وأنواع متعددة من الثروة الحيوانية تحقيق مرونة إنتاجية أكبر مقارنة بالإنتاج المتخصص سواء في المحاصيل أو الحيوانات . كما توفر نظم ICLSمرونة في اختيار المحاصيل، الأعلاف، وتربية الحيوانات، ويمكن تحسينها أكثر عبر تطبيق التقنيات الحديثة لمواجهة الظروف المتغيرة.

على المستوى العالمي، يمكن تحقيق مرونة المزارع من خلال نقل المعرفة حول نظم ICLS بين المزارعين، تعزيز الشبكات الاجتماعية، وتمكين التنظيم الذاتي للمزارعين للتعامل مع تحديات مرونة الزراعة بشكل تكيفي(James M & al, 2017) .

5. استراتيجيات تبني نظم المحاصيل والماشية المتكاملة(ICLS)

تساهم نظم ICLS بشكل كبير في الأمن الغذائي العالمي، مما يتيح فرصًا واسعة لتبني مجموعة متنوعة من ممارسات هذه النظم (Liz Carlisle, 2014) (R. Mark Sulc & al, 2014). مع ذلك، تواجه عملية التبني تحديات عدة يجب معالجتها، لذا من الضروري اختيار استراتيجيات تبني ملائمة لتجاوز هذه العقبات.

5.1 .استراتيجيات تبني ICLS لصغار المزارعين في الدول منخفضة ومتوسطة الدخل (LMICs)

يحاول صغار المزارعين في هذه الدول دمج إنتاج المحاصيل والماشية لتحقيق أقصى استفادة من الأراضي والموارد المحدودة(Assefa , 2005) . ومع ذلك، يواجهون عدة تحديات منها:

✓ انخفاض غلة الحبوب عند استخدامICLS ، خاصة في حالة التداخل بين المحاصيل والمراعي، حيث تتنافس المحاصيل السنوية مع المراعي على الموارد تحت وتحت الأرض خلال فترة النمو. لذلك، تم تطوير أنظمة زراعة المراعي بهدف تحقيق تكامل بين المحاصيل التي تنمو في الشتاء والمراعي الصيفية (Philip K & al, 2017)

✓ تعقيدات اتخاذ القرار والإدارة اللازمة لتحقيق الاستفادة الكاملة من نظمICLS ، والتي تتطلب فهمًا جيدًا للعناصر المتفاعلة ضمن النظام، وهو ما قد يكون صعبًا بسبب الفجوات المعرفية (Michael A & al, 2005)

✓ رفض المنتجين المتخصصين في المحاصيل لتحمل التعقيدات الإضافية المرتبطة بأنظمة الزراعة المتنوعة.

✓ عدم قدرة صغار المزارعين على تلبية الطلب المتزايد على المنتجات الحيوانية، بسبب زيادة السكان، وتقليص الأراضي الزراعية والمراعي، وهو ما يحد من قدرتهم على زيادة الإنتاج للبيع.

✓ سيطرة الإنتاج الصناعي على الأسواق وتلبية الطلب المتزايد على منتجات الثروة الحيوانية، مما يقيد مبيعات صغار المزارعين

✓ محدودية وصول صغار المزارعين إلى المحاصيل والحيوانات المعدلة وراثيًا ودمجها مع نظم ICLS

للتغلب على هذه التحديات، يجب أن توفر الحكومات دعمًا وسياسات خاصة لصغار المزارعين تشمل:

✓ دعم رأس المال مثل القروض الصغيرة، والقروض العينية للماشية، والإعانات الحكومية.

✓ زيادة الاستثمار في البحوث المتعلقة بتقنيات وإدارة الإنتاج الحيواني.

✓ إنشاء أسواق وخدمات مساندة لتسهيل بيع المنتجات الزراعية.

- ✓ رفع الوعي بأهمية ومرونة نظم.ICLS
- ✓ تقديم تأمينات زراعية لحماية المزارعين.

ينبغي تطوير استراتيجيات إدارية تعزز التكامل والتآزر بين المحاصيل والماشية بهدف:

- ✓ دمج المحاصيل والماشية بشكل فعال في نفس المزرعة.
- ✓ زيادة إنتاجية نظم.ICLS
- ✓ تسهيل التوسع في إنتاج الغذاء والبنية التحتية مع تقليل الأثر البيئي.
- ✓ تطوير إدارة مستدامة لسماد الماشية للحد من التلوث.
- ✓ تحسين استخدام الموارد الطبيعية داخل نظم.ICLS

بدون دعم لوجستي وسياسي مدروس، قد تُستبعد العديد من صغار المزارعين من الاستفادة من نظم ICLS وفرص السوق المتزايدة.

5.2 .استراتيجيات تبني ICLS في الدول ذات الدخل العالي

تواجه نظم ICLS في الدول الغنية تحديات مختلفة مثل:

- ✓ ارتفاع التكاليف الأولية مقارنة بأنظمة متخصصة منفردة، مما يثني المنتجين عن التبني.
- ✓ تطلب نظم ICLS بنية تحتية لسلسلة التوريد، وكثافة إدارية ومعرفية ومهارات ورأس مال أكبر مقارنة بالزراعة أو الإنتاج الحيواني المستمر(Gilles Lemaire & al, 2014)
- ✓ قلة الوعي والمعرفة بممارسات ICLS مع وجود مواقف اجتماعية وبيئية محافظة.
- ✓ سياسات إدارة الأراضي التقليدية التي تحد من تحويل الأنظمة الزراعية إلى نظم متكاملة.

عادةً ما يقتصر التبني على المنتجين الذين يمتلكون مهارات في الإنتاج النباتي والحيواني معًا (James M & al, 1996). من جهة أخرى، يميل المستهلكون إلى البحث عن منتجات أرخص ولا يرغبون بدفع سعر أعلى مقابل المنتجات المستدامة، مما يحد من توسع نظم.ICLS

لزيادة معدلات التبني، يتطلب الأمر:

- ✓ إدراك المنتجين للفوائد الشاملة لنظم ICLS ودورها في الأمن الغذائي.

- ✓ تطوير مهارات متخصصة في الإنتاج المتكامل.
- ✓ برامج توعية وتدريب وتقديم عروض توضيحية.
- ✓ بحوث وتجارب ميدانية تعزز الفوائد والاستدامة وتعالج التحديات.

بهذه الإجراءات يمكن تعزيز تبني نظم ICLS في الدول ذات الدخل العالي، مما يحقق توازنًا بين الإنتاجية والاستدامة.

6. الخلاصات

يمكن أن يضمن تبني نظام متكامل للمحاصيل والماشية في المشاريع الزراعية توليد دخل كبير وتنويع الأغذية للحفاظ على سبل عيش المزارعين، لا سيما في الدول منخفضة ومتوسطة الدخل (LMICs)، إذا ما تم إدارته بشكل صحيح. يساهم نظام ICLS في زيادة تنوع الحمية المترلية، ودعم دخول صغار المزارعين المعتمدين على الكفاف، وتقليل المخاطر الاقتصادية. إعادة دمج المحاصيل والماشية يمكن أن توفر فوائد كثيرة مثل إنتاج اجتماعي-اقتصادي مرتفع وتحسين البيئة.

ومع ذلك، يتطلب اعتماد نظم ICLS التزامًا كبيرًا ومعرفة متعمقة بالمحاصيل والماشية. كما أن مشاركة النساء في هذه النظم في الدول منخفضة ومتوسطة الدخل حسنت من توليد الدخل وزادت من القدرة الشرائية للأغذية ذات الجودة لأطفالهن وأسرهن.

في الختام، من المهم إدراك أن التوسع في الأراضي الزراعية ليس خياراً واقعيًا، خصوصًا بالنسبة لصغار المزارعين المعتمدين على الكفاف. إذ يعد التكامل داخل المزرعة بين المحاصيل والماشية مفيداً للصحة البشرية من خلال توفير غذاء مغذي، وله أهمية اجتماعية وثقافية من خلال مساهمته في الأمن الغذائي.

ولتعزيز تبني نظمICLS ، يجب على السياسات الحكومية دعم الاستثمارات الرأسمالية والبنية التحتية وعقد عروض ميدانية تطبيقية، خاصة لصغار المزارعين والمزارعين في المناطق الهامشية، مع إيلاء اهتمام أكبر لإدماج الحيوانات الصغيرة، والمحاصيل الغنية بالبروتين، والفواكه، والخضروات ضمن هذه النظم.

7.المراجع

Bale, J., & al. (2007, 9 6). Biological control and sustainable food production. biological science, 363(1492). doi:https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2182

Food and Agriculture Organization. (2011). *World livestock 2011 - livestock in food security.* Italy: Viale delle Terme di Caracalla.

Louise C. Ivers. (n.d.). *Food Insecurity and Public Health.* New York.

Maughan, M., & al. (2009). Soil Quality and Corn Yield under Crop–Livestock Integration in Illinois. *Agronomy Journal, 101*(6), 1503-1510. doi: https://doi.org/10.2134/agronj2009.0068

Petersen, S., & al. (2007). Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. *Livestock Science, 112*(3), 180-191. doi:https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.09.001

Thornton, P., & M Herrero. (2001). Integrated crop–livestock simulation models for scenario analysis and impact assessment. *Agricultural Systems, 70*(2-3), 581-602. doi:https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00060-9

U.S, W. (2021). *Crop Management .* india: Scientific Publishers.

A. J, F. (2007). Integrated Crop–Livestock Systems in the Southeastern USA. *Agronomy Journal, 99*(2), 361-372. doi: https://doi.org/10.2134/agronj2006.0076

Allen, V., & Baker, M. (2007). Integrated Irrigated Crop–Livestock Systems in Dry Climates. *Agronomy Journal, 99*(2), 346-360. doi: https://doi.org/10.2134/agronj2006.0148

Anibal de Moraes, & al. (2014). Integrated crop–livestock systems in the Brazilian subtropics. *European Journal of Agronomy, 57*, 4-9. doi:https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.004

Asem-Hiablie, S., & al. (2016). Management characteristics of beef cattle production in the Northern Plains and Midwest regions of the

United States. *The Professional Animal Scientist, 32*(6), 736-749. doi:https://doi.org/10.15232/pas.2016-01539

Assefa , A. (2005). Forage availability and livestock performance at farm level. In *Submitted: Agricultural Systems* (p. 84).

Bell L.W, & al. (2015). Dual-purpose cropping-capitalising on potential grain crop grazing to enhance mixed-farming profitability. *Crop and Pasture Science, 66*(4), 1-17. doi:10.1071/CPv66n4_FO

Benjamin F, T., & al. (2008). Soil Compaction, Corn Yield Response, and Soil Nutrient Pool Dynamics within an Integrated Crop-Livestock System in Illinois. *Crop Science, 48*(3), 1211-1218. doi: https://doi.org/10.2135/cropsci2007.07.0390

Bluemmel, . (2010). *Food feed crops.* india: Indian Veterinary Research Institute.

C. Devendra, & al. (2002). Crop–animal interactions in mixed farming systems in Asia. *Agricultural Systems, 71*(1-2), 27-40. doi:https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00034-8

dfgf. (fgf). *gdf.* fdg: dfg.

Ellis F, & al. (2004). Rural livelihoods and poverty reduction strategies in four African countries. *Journal of Development Studies, 40*(4), 1-30. doi: 10.1080/00220380410001673175

Funes, M., & al. (2012). Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development, 32*, 1-13. doi:https://doi.org/10.1007/s13593-011-0065-6

Gilles , L., & al. (2015). Grassland–Cropping Rotations: An Avenue for Agricultural Diversification to Reconcile High Production with Environmental Quality. *Environmental Management, 56*, 1065-1077. doi:https://doi.org/10.1007/s00267-015-0561-6

Gilles , L., & al. (2015). Grassland–Cropping Rotations: An Avenue for Agricultural Diversification to Reconcile High Production with Environmental Quality. *Environmental Management, 56*, 1065-1077. doi:https://doi.org/10.1007/s00267-015-0561-6

Gilles Lemaire, L., & al. (2014). Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 190*(1), 4-8. doi:https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009

Gupta A.K. (2004). Origin of agriculture and domestication of plants and animals linked to early Holocene climate amelioration. *Current Science, 87*(1), 54-59. doi:2-s2.0-6444233186

H. Charles J, G., & al. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science, 327*(5967), 812-818. doi:10.1126/science.1185383

J. Ryschawy, & al. (2012). Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming? *animal, 6*(10), 1722-1730. doi:https://doi.org/10.1017/S1751731112000675

Jack Durrell. (2018). *Pathways to impact for building thriving and resilient communities in dry areas.* Lebanon: ICARDA Annual Report. doi:https://hdl.handle.net/20.500.11766/8319

James M, B., & al. (2017). Resilience and food security: rethinking an ecological concept. *Journal of Ecology, 105*(4), 880-884. doi: https://doi.org/10.1111/1365-2745.12791

James M, K., & al. (1996). Integrated Dryland Crop and Livestock Production Systems on the Great Plains: Extent and Outlook. *Journal of Production Agriculture, 9*(2), 187-191. doi: https://doi.org/10.2134/jpa1996.0187

James M. Krall, & al. (1996). Integrated Dryland Crop and Livestock Production Systems on the Great Plains: Extent and Outlook. *Journal of*

Production Agriculture, 9(2), 187-191. doi: https://doi.org/10.2134/jpa1996.0187

Jean-François , S., & Gilles , L. (2014). Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 190*(1), 9-17. doi:https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.012

Jean-Louis , P., & al. (2014). Integrated crop and livestock systems in Western Europe and South America: A review. *European Journal of Agronomy, 57*, 31-42. doi:https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.02.005

Jean-Louis , P., & al. (2014). Integrated crop and livestock systems in Western Europe and South America: A review. *European Journal of Agronomy, 57*, 31-42. doi:https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.02.005

Kathleen , H. (2011). Integrated Crop/Livestock Agriculture in the United States: A Review. *Journal of Sustainable Agriculture, 35*(4), 376-393. doi:https://doi.org/10.1080/10440046.2011.562042

Katrien , D., & al. (2016). Climate change adaptation and mitigation in smallholder crop–livestock systems in sub-Saharan Africa: a call for integrated impact assessments. *Regional Environmental Change, 16*, 2331-2347. doi:https://doi.org/10.1007/s10113-016-0957-8

Kumar, S., & Patel, H. (2014). Morphological transitions in aqueous CTAB–NaDC system: Macroscopic and microscopic studies. *Journal of Molecular Liquids, 190*, 74-80. doi:https://doi.org/10.1016/j.molliq.2013.10.020

Leah H , S., & al. (2016). Subnational distribution of average farm size and smallholder contributions to global food production. *Environmental Research Letters, 11*(12). doi:10.1088/1748-9326/11/12/124010

Li, W. (2001). *Agro-ecological farming systems in China.* chicago: Taylor & Francis.

Liz Carlisle. (2014). Diversity, flexibility, and the resilience effect: lessons from a social-ecological case study of diversified farming in the

northern Great Plains, USA. *Ecology and Society, 19*(3), 1-45. doi:https://www.jstor.org/stable/26269620

M , N., & al. (2018). Farmers share their perspectives on California water management and the Sustainable Groundwater Management Act. *agricultural management, 72*(1). doi:https://doi.org/10.3733/ca.2017a0040

M.A , L., & al. (2012). Integrated crops and livestock in central North Dakota, USA: Agroecosystem management to buffer soil change. *Renewable Agriculture and Food Systems, 27*(2), 115-124. doi:10.1017/S1742170511000172

M.A Mohamed Saleem, M. (1998). Nutrient balance patterns in African livestock systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 71*(1-3), 241-254. doi:https://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00144-3

Martin G, & al. (2016). Crop–livestock integration beyond the farm level: a review. *Agronomy for Sustainable Development, 36*(3), 50-62. doi:10.1007/s13593-016-0390-x

Marty R, S., & al. (2025). Corn Residue Use by Livestock in the United States. *Agricultural & Environmental Letters, 10*(2).

Matt Liebman, & al. (2015). Enhancing agroecosystem performance and resilience through increased diversification of landscapes and cropping systems. *Elementa: Science of the Anthropocene, 3*. doi:https://doi.org/10.12952/journal.elementa.000041

Matthew W, M., & al. (2009). Soil Quality and Corn Yield under Crop–Livestock Integration in Illinois. *101*(6), 1503-1510. doi: https://doi.org/10.2134/agronj2009.0068

McKenzie , u., & al. (2017). Integration of sheep grazing for cover crop termination into market gardens: Agronomic consequences of an ecologically based management strategy. *Renewable Agriculture and Food Systems, 32*(5), 389-402. doi:10.1017/S1742170516000326

Michael A, E., & al. (2005). The benefits and challenges of crop-livestock integration in Australian agriculture. West Australian, University of Western .

Michael P, R., & al. (2007). Reconsidering Integrated Crop–Livestock Systems in North America. *Agronomy Journal, 99*(2), 325-334. doi: https://doi.org/10.2134/agronj2006.0139

Michael P, R., & al. (2025). Reconsidering Integrated Crop–Livestock Systems in North America. *Agronomy Journal, 99*(2), 225-234. doi: https://doi.org/10.2134/agronj2006.0139

Michel , D., & al. (2014). Livestock system sustainability and resilience in intensive production zones: which form of ecological modernization? *Regional Environmental Change, 15*, 1651-1665. doi:https://doi.org/10.1007/s10113-014-0722-9

Miguel A, A., & al. (2012). Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development, 32*, 1-13. doi:https://doi.org/10.1007/s13593-011-0065-6

N. Andrieu, & al. (2015). From farm scale synergies to village scale trade-offs: Cereal crop residues use in an agro-pastoral system of the Sudanian zone of Burkina Faso. *Agricultural Systems, 134*, 84-96. doi:https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.08.012

P. Veysset, & al. (2014). Mixed crop–livestock farming systems: a sustainable way to produce beef? Commercial farms results, questions and perspectives. *Animal, 8*(8), 1218-1228. doi:https://doi.org/10.1017/S1751731114000378

Paul , H. (2010). Pastoralism or household herding? Problems of scale and specialization in early Greek animal husbandry. *World Archaeology, 28*(1), 20-42. doi:https://doi.org/10.1080/00438243.1996.9980329

Petersen, s., & al. (2007). Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. *Livestock Science, 112*(3), 180-191. doi:https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.09.001

Philip K, T., & al. (2017). A Qualitative Evaluation of CSA Options in Mixed Crop-Livestock Systems in Developing Countries. *Climate Smart Agriculture*, 385-423. doi: http://www.springer.com/series/6360

Philip K. Thornton, P., & al. (2015). Adapting to climate change in the mixed crop and livestock farming systems in sub-Saharan Africa. *Nature Climate Change, 5*, 830-836. doi:https://doi.org/10.1038/nclimate2754

Policy Brief. (2006). *Food security exists when all people, at all times, have physical and economic access to sufficient, safe and nutritious food that meets their dietary needs and food preferences for an active and healthy life.* FAO's Agriculture and Development Economics Division (ESA) with support from the FAO Netherlands Partnership .

R. Mark Sulc, & al. (2014). Exploring integrated crop–livestock systems in different ecoregions of the United States. *European Journal of Agronomy, 57*, 21-30. doi:https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.007

S. Niggol Seo. (2010). Is an integrated farm more resilient against climate change? A micro-econometric analysis of portfolio diversification in African agriculture. *Food Policy, 35*(1), 32-40. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2009.06.004

S. Niggol Seo. (2010). Is an integrated farm more resilient against climate change? A micro-econometric analysis of portfolio diversification in African agriculture. *Food Policy, 35*(1), 32-40. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2009.06.004

Sandy M, T., & Camilla , T. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science, 327*(5967), 812-818. doi: 10.1126/science.1185383

Sanjeev , K., & Harsha , P. (2014). Morphological transitions in aqueous CTAB–NaDC system: Macroscopic and microscopic studies.

Journal of Molecular Liquids, 190, 74-80. doi:https://doi.org/10.1016/j.molliq.2013.10.020

Smith P., & al. (2010). Synergies between the mitigation of, and adaptation to, climate change in agriculture. *Journal of Agricultural Science, 148*(5), 543-552. doi:10.1017/S0021859610000341

Sulc, R., & al. (2014). Exploring integrated crop–livestock systems in different ecoregions of the United States. *European Journal of Agronomy, 57*, 21-30. doi:https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.007

T. W, K., & al. (2006). Sod–Livestock Integration into the Peanut–Cotton Rotation: A Systems Farming Approach. *Agronomy Journal, 98*(4), 1156-1171. doi: https://doi.org/10.2134/agronj2005.0088

Thomas L, F. (1994). Ecological Costs of Livestock Grazing in Western North America. *8*(3), 629-644. doi:https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08030629.x

Tilman D. (1999). Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices. *Scopus Preview, 96*(11). doi:10.1073/pnas.96.11.5995

Udayakumar , S., & al. (2021). Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security – A review. *Journal of Agriculture and Food Research, 5*. doi:https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100190

V. G. Allen, & al. (2007). Integrated Irrigated Crop–Livestock Systems in Dry Climates. *Agronomy Journal, 99*(2), 346-360. doi: https://doi.org/10.2134/agronj2006.0148

Zhongnan , N., & al. (2016). Benefits, challenges and opportunities of integrated crop-livestock systems and their potential application in the high rainfall zone of southern Australia: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 235*, 17-31. doi:https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.002

Ziegler, J., & al. (2022, jul 15). *Peasant farmers and the right to food: A History of discrimination and exploitation.* Retrieved from Human Rights Council: http://icsfarchives.net/id/eprint/15275

8. الملاحق

الملحق رقم 01

الجدول 1: أنواع مختلفة من المحاصيل والثروة الحيوانية المستخدمة في نظام المحاصيل وتربية المواشي المتكامل (ICLS)في مناطق مختلفة من العالم.

المنطقة البيئية / المناخية	الموقع / المكان	المحاصيل	الثروة الحيوانية	أهم المنتجات الحيوانية	المراجع
رطبة	إفريقيا جنوب الصحراء، غرب إفريقيا	كاسافا، ذرة، موز، أرز، فول سوداني، نخيل الزيت	أبقار، أغنام، ماعز	لحم، حليب، قوة جر	(M.A Mohamed Saleem, 1998)
شبه رطبة	—	ذرة، دخن، فول سوداني، كاسافا، فاصوليا، أرز، سورغم	—	—	—
جافة / شبه جافة / شبه رطبة	—	دخن، موز، فاصوليا، ذرة	—	—	—
جافة	—	سورغم، دخن، فاصوليا	—	—	—
مدارية باردة	—	تف، قمح، شوفان، ذرة، بقوليات	—	—	—
رطبة وشبه جافة	منطقة دلتا كافيري، شمال غرب تاميل نادو، شمال غرب	أرز مغمور، قصب السكر، خضروات، أزهار	بقر، جاموس، ماعز، خنازير، أغنام، دواجن،	حليب، عجول، دجاج،	(Philip K. Thornton & al, 2015)

	هاريانا – الهند		أسماك	أسماك، لحم	
شبه جافة	شمال غرب الهند	أرز، قمح	جاموس، أبقار، ماعز	حليب، لحم	(Kumar & Patel, 2014)
معتدلة	بانا، إلينوي – الولايات المتحدة	ذرة، شوفان، شيلم حبّي، لفت	أبقار لحم	لحم	(Maughan & al, 2009)
معتدلة	بوزمان، مونتانا – الولايات المتحدة	كولرابي، سبانخ، خس، محاصيل تغطية (حنطة سوداء، شمندر، برسيم حلو، بازيلاء)	أغنام (رعي)	لحم، صوف	(Allen & Baker, 2007)
معتدلة	جورجيا – الولايات المتحدة	ذرة، فول صويا، قمح (غطاء شتوي)	أبقار	لحم	(Sulc & al, 2014)
شبه جافة	السهول الجنوبية العليا – تكساس – الولايات المتحدة	عشبة البلوستم، قطن، شيلم، قمح	عجول	لحم	(Allen & Baker, 2007)
معتدلة	السهل الساحلي الجنوبي – جورجيا – الولايات المتحدة	قطن، فول سوداني، شيلم أو قمح أو برسيم قرمزي (غطاء)	عجول وإناث بقر	لحم	(A. J, 2007)
معتدلة	بيدمونت الجنوبية – الولايات المتحدة	سورغم، قمح، شيلم، دخن لؤلؤي أو برسيم قرمزي (غطاء)	أبقار، دجاج لاحم	لحم	—
معتدلة	حزام الذرة – بانا، إلينوي – الولايات المتحدة	ذرة، شوفان، شيلم، لفت	أبقار لحم	لحم	(Sulc & al, 2014)
معتدلة	ميسيسيبي – الولايات المتحدة	أشجار، ذرة، أعلاف معمرة (زراعة غابية رعوية)	أبقار حليب	حليب	(A. J, 2007)
شبه جافة	داكوتا الشمالية –	شوفان/برسيم/فيتش	أبقار	لحم	(M.A & al,

	الولايات المتحدة	مشعر/برسيم أحمر، سورغم–سودان ساق بني/برسيم حلو/برسيم أحمر، ذرة			2012)
معتدلة	جنوب الولايات المتحدة	فول سوداني، قطن، عشبة بمبا/برمودا	أبقار	لحم	(T. W & al, 2006)
معتدلة رطبة	أستراليا (المناطق الجنوبية والشمالية الشرقية عالية الأمطار)	قمح، كنولا (ثنائي الغرض)	أبقار لحم، أغنام	لحم، صوف	(Bell L.W & al, 2015)
شبه استوائية / استوائية	جنوب البرازيل، ماتوجروسو دو سول	فول صويا، ذرة، أرز، فاصوليا، كافور، قطن، قمح (غطاء شتوي)، عشبة الإشارة	أبقار لحم، أبقار حليب، أغنام	لحم، حليب، صوف	de Faccio Carvalho وآخرون
معتدلة	كوتو دو غاسكون – فرنسا	حبوب ومحاصيل نقدية	أبقار لحم وحليب	لحم، منتجات ألبان	(J. Ryschawy & al, 2012)
معتدلة	وسط فرنسا	حبوب، عباد الشمس، بذور اللفت	أبقار لحم	لحم	(P. Veysset & al, 2014)
معتدلة	كانتربري – نيوزيلندا	قمح، نباتات كرنبية، كرنب العلف، شمندر العلف، شوفان، شعير، بازلاء، فاصوليا، لفت، بذور اللفت	أبقار لحم، أبقار حليب، أغنام، أيل	حليب، شحم، لحم مملح، صوف، جلود	(Udayakumar & al, 2021)
معتدلة	مارلبورو – نيوزيلندا	عنب النبيذ (كروم العنب)	أغنام	لحم، صوف	(M & al, 2018)