# التقنيات الزراعية الحديثة ودورها في مواجهة استنزاف الموارد الزراعية في العراق

**Modern agricultural technologies and their role in addressing the depletion of agricultural resources in Iraq**

**ا. د. انتظار ابراهيم حسين  م. م. زهراء علي عبد الكاظم**
**جامعة القادسية - كلية الآداب - قسم الجغرافية**

**intidar.hussien@qu.edu.iq**

الملخص:

تناول البحث الدور المحوري الذي يمكن أن تؤديه التقنيات الزراعية الحديثة في مواجهة أزمة استنزاف الموارد الزراعية الحادة في العراق، والتي تتمثل بشكل رئيس في الانخفاض المقلق لإيرادات نهري دجلة والفرات، وتدهور مساحات شاسعة من الأراضي بفعل التملح والتصحر، مما يهدد استدامة الأمن الغذائي الوطني. إذ هدف البحث إلى تشخيص واقع هذه الأزمة بالأرقام والمؤشرات، واستعراض أبرز التقنيات الحديثة الملائمة للبيئة العراقية، وتحليل أثرها الفعلي والمحتمل في ترشيد استهلاك المياه والحفاظ على التربة، وتحديد المعوقات التي تحول دون تبنيها على نطاق واسع، ولتحقيق ذلك، اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، مستنداً إلى تحليل البيانات والمعلومات من المصادر العلمية والتقارير الحكومية الرسمية الصادرة عن وزارتي الزراعة والموارد المائية والمنظمات الدولية ذات الصلة. وقد توصل البحث إلى نتائج جوهرية، أهمها أن أزمة الموارد المائية وتدهور الأراضي في العراق،

قـد وصلـت إلى مسـتويات حرجـة تهـدد اسـتدامة القطـاع الزراعـي؛ وأن تقنيـات الـري الحديـث (التنقيـط والـرش) والزراعـة المحميـة تمتلـك كفـاءة عاليـة تتجـاوز (٩٠٪) في اسـتعمال الميـاه مقارنـة بالـري التقليـدي (٤٠٪)، مـما يتيـح إمكانيـة توفـير مليـارات الأمتـار المكعبـة مـن الميـاه سـنوياً. كـما أظهـرت النتائـج الجـدوى الاقتصاديـة العاليـة لهـذه التقنيـات مـن خـلال زيـادة الإنتاجيـة وخفـض تكاليـف المدخـلات. وفي المقابـل، تـم تحديـد معوقـات رئيسـة تتمثـل في ارتفـاع التكاليـف الأوليـة، وضعـف الدعـم التمويـلي، ونقـص الخـبرات الفنيـة وضعـف دور الإرشـاد الزراعـي، وتوصـل البحـث إلى أن تبنـي هـذه التقنيـات لم يعـد خيـاراً بـل ضرورة حتميـة للأمـن الغـذائي في العـراق. وتـم الاقـتراح بـضرورة وضـع برنامـج وطنـي متكامـل للدعم المـادي والفنـي، وتفعيل دور الإرشـاد الزراعـي، وتشـجيع الاسـتثمار في هذا المجـال لتسريـع هـذا التحـول الاسـتراتيجي.

**الكلـمات المفتاحيـة:** تقنيـات ، زراعيـة ، حديثـة ... في العـراق

Abstract:

The research addressed the pivotal role that modern agricultural technologies can play in confronting the acute crisis of agricultural resource depletion in Iraq, This is mainly manifested in the alarming decline in the water levels of the Tigris and Euphrates rivers, and the degradation of vast areas of land due to salinization and desertification, This threatens the sustainability of national food security, The research aimed to diagnose the reality of this crisis using figures and indicators, and to review the most prominent modern technologies suitable for the Iraqi environment, To analyze its actual and potential impact on rationalizing water consumption and preserving soil, and to identify the obstacles preventing its widespread adoption, the research adopted a descriptive analytical approach, based on the analysis of data and information from scientific sources and official government reports issued by the Ministries of Agriculture and Water Resources and relevant international organizations, The research reached significant conclusions, the most important of which is that the water resources crisis and land degradation in Iraq have reached critical levels that threaten the sustainability of the agricultural sector; and that modern irrigation techniques (drip and sprinkler) and protected agriculture have a high efficiency exceeding (90%) in water use compared to traditional irrigation (40%). This makes it possible to save billions of cubic meters of water annually. The results also demonstrated the high economic viability of these technologies through increased productivity and reduced input costs. Conversely, major obstacles were identified, including high initial costs, weak financial support, a lack of technical expertise, and a weak role for agricultural

extension services. The research concluded that adopting these technologies is no longer an option but an absolute necessity for food security in Iraq. It was suggested that a comprehensive national program for material and technical support should be put in place, the role of agricultural extension should be activated, and investment in this field should be encouraged in order to accelerate this strategic transformation.
Keywords: Technology, Agriculture, Modern... in Iraq

المقدمة:

يكتسب هذا البحث أهميته من خصوصية المكان والزمان؛ فالعراق، الذي عُرف تاريخياً بـ «بلاد ما بين النهرين»، لم يكن مهد الحضارات صدفةً، بل نتاجاً لعبقرية إدارة المياه والزراعة التي حولت سهله الرسوبي إلى سلة غذاء العالم القديم ، ولا تنبع أهمية هذا البحث من مجرد استذكار هذا الإرث، بل لكونه يناقش ركيزة أساسية للأمن القومي العراقي في حاضره ومستقبله، فالقطاع الزراعي يمثل الضمانة الحقيقية للأمن الغذائي، والبديل الاستراتيجي للخروج من نفق الاقتصاد الرجعي المعتمد على النفط، فضلاً عن دوره الاجتماعي الحاسم باعتباره المشغل الأكبر للقوى العاملة في الريف. إلا أن هذه الأهمية تصطدم اليوم بتحديات وجودية تضع مستقبل البلاد الغذائي على المحك حيث تكمن خطورة وأهمية المشكلة البحثية في التزامن الحرج بين تزايد الحاجة للغذاء وتناقص الموارد؛ حيث يواجه العراق استنزافاً غير مسبوق لموارده المائية، إذ تراجعت إيرادات دجلة والفرات بنسب خطيرة قد تتجاوز (٥٠٪) بفعل سياسات دول الجوار والتغير المناخي ، وتزداد الأهمية في الحلول التقنية نظراً لأن الهدر المائي الناتج عن طرائق الري التقليدية التي لا تتجاوز كفاءتها (٤٠٪) يُعد سبباً رئيسياً في تفاقم هذه الأزمة، حيث يضيع أكثر من (٦٠٪) من المياه هباء، نظراً لذلك، تظهر الأهمية البيئية والاقتصادية للموضوع في ظل تدهور «رأس المال الأرضي»؛ إذ تشير البيانات إلى خروج مساحات شاسعة من الأراضي الزراعية بسبب التملح الذي طال أكثر من نصف الأراضي الخصبة، مما يجعل البحث في سبل استدامة التربة مسألة مهمة للقطاع الزراعي، ومن هنا، تأتي الأهمية الجوهرية للبحث في تسليط الضوء على التقنيات الزراعية الحديثة، ليس كخيار ترفيهي، بل كطوق نجاة وحل استراتيجي وحيد، فهذه المنظومة التقنية (الري الدقيق، الزراعة الذكية، التحسين الوراثي) هي الأداة الفعالة لتعظيم كفاءة الموارد المتاحة وإنقاذ ما يمكن إنقاذه.

- مشكلة البحث: **تنطلق المشكلة من التساؤلات الاتية:**

١- ما هو الواقع الدقيق لأزمة استنزاف الموارد المائية وتدهور الأراضي الزراعية في

العراق بالأرقام والمؤشرات الحديثة؟
٢- ما أبرز التقنيات الزراعية الحديثة (في مجالات الري، الزراعة الدقيقة، والممارسات الزراعية) التي تتلاءم مع الظروف البيئية والاقتصادية للعراق؟
٣- ما المعوقات والتحديات التي تقف حاجزاً أمام تبني هذه التقنيات على نطاق واسع في القطاع الزراعي العراقي، وما الآليات المقترحة لتجاوزها؟

- فرضيات البحث:

١- توجد ازمة واضحة لاستنزاف الموارد المائية وتدهور الأراضي الزراعية في العراق تتجلى في مؤشرات حديثة لخفض مخزون المياه الجوفية وزيادة معدلات تملح وتدهور التربة.
٢- التقنيات الزراعية الحديثة في مجالات الري والزراعة الدقيقة والممارسات الزراعية تتلاءم مع الظروف البيئية والاقتصادية للعراق ويمكن ان تكون اكثر كفاءة من الممارسات التقليدية.
٣- المعوقات الاقتصادية والفنية والمؤسسية تمثل حاجزا أساسيا امام تبني هذه التقنيات على نطاق واسع في القطاع الزراعي العراقي ، ويمكن تجاوزه بتدخلات مؤسسية واقتصادية وفنية مهيكلة.

- أهداف البحث: يهدف هذا البحث بشكل أساس إلى تحقيق ما يأتي:

١- تشخيص واقع أزمة استنزاف الموارد الزراعية في العراق تشخيصاً دقيقاً، وتحديد أبعادها وحجمها الفعلي بالاعتماد على بيانات وإحصاءات حديثة وموثوقة.
٢- استعراض أبرز التقنيات الزراعية الحديثة القابلة للتطبيق في البيئة العراقية، وشرح آليات عملها ومميزاتها، خاصة تلك المتعلقة بترشيد استهلاك المياه والحفاظ على التربة.
٣- تحليل الدور الفعلي والمحتمل لهذه التقنيات في مواجهة مشكلة الاستنزاف، وتقييم جدواها البيئية والاقتصادية في السياق العراقي.
٤- تحديد العقبات الأساسية التي تعيق عملية التحول نحو الزراعة الحديثة في العراق، وتقديم مجموعة من المقترحات العملية والسياسات لصناع القرار والجهات المعنية بهدف تذليل هذه العقبات وتعزيز استعمال التكنولوجيا الزراعية.

- أهمية البحث: تكمن أهمية هذا البحث من كونه يتناول قضية استراتيجية وحيوية لمستقبل العراق:

١- يُسهم البحث في سد فجوة في المكتبة العربية والعراقية التي قد تفتقر إلى دراسات حديثة وشاملة تربط بشكل تحليلي متكامل بين ثلاثة محاور: أزمة الموارد الزراعية، والحلول التكنولوجية الحديثة، ومعوقات التطبيق في السياق العراقي تحديداً.
٢- يوفر البحث إطاراً نظرياً وتحليلياً منظماً يمكن للباحثين والدارسين الاستناد إليه في إجراء المزيد من الدراسات المتعمقة حول جوانب محددة من الموضوع (مثل

الجدوى الاقتصادية لتقنية معينة، أو الأثر الاجتماعي لتبني التكنولوجيا).

٣- يقدم تحليلاً قائماً على البيانات والمؤشرات، مما يضفي قيمة علمية وموضوعية على الاستنتاجات والمقترحات، ويبتعد عن الطرح العام.

٤- يقدم البحث لصناع القرار في الجهات الحكومية (وزارتي الزراعة والموارد المائية) قاعدة معلوماتية وتحليلية تساعد في رسم سياسات زراعية ومائية أكثر استدامة وواقعية، وتصميم برامج دعم فعالة للمزارعين.

٥- يعتبر بمثابة دليل استرشادي للمزارعين والمستثمرين في القطاع الخاص، حيث يوضح لهم الفوائد المحتملة للتحول نحو الزراعة الحديثة، ويساعدهم على اتخاذ قرارات استثمارية مستنيرة.

٦- يمكن أن تستفيد منه المنظمات الدولية والمحلية العاملة في مجال التنمية الزراعية والأمن الغذائي في العراق، وذلك عبر توجيه مشاريعها وبرامجها نحو دعم التقنيات الأكثر جدوى وملاءمة.

٧- على المستوى الاستراتيجي الأوسع، تساهم نتائج ومقترحات البحث في تعزيز قدرة العراق على مواجهة تحديات الأمن المائي والغذائي، والتكيف مع آثار التغير المناخي، وتحقيق أهداف التنمية المستديمة.

المحور الأول: تشخيص أزمة الموارد الزراعية في العراق : الأبعاد والمؤشرات

يُشكّل فهم الأبعاد الحقيقية للأزمة التي تعصف بالموارد الزراعية في العراق حجر الزاوية لأي محاولة جادة لوضع حلول مستديمة، هذه الأزمة ليست وليدة اللحظة، بل هي نتاج تراكمي لتحديات طبيعية وسياسات غير موفقة وممارسات خاطئة، وقد وصلت اليوم إلى مرحلة حرجة تهدد الوجود الفعلي للزراعة في مهدها الأول. إذ تتجلى هذه الأزمة في محورين رئيسين بينهما علاقة سببية جدلية؛ فأزمة المياه تغذي تدهور الأراضي، وتدهور الأراضي يزيد من صعوبة الإدارة الفعالة للمياه حيث يستعرض هذا المبحث بالبيانات والتحليل العميق واقع هاتين الأزمتين المتشابكتين.

أولاً : أزمة الموارد المائية : ندرة كمية وتدهور نوعي :

تُصنَّف أزمة المياه في العراق بأنها أزمة وجودية، حيث يقع البلد في نهاية مصب حوضي دجلة والفرات، مما يجعله تحت رحمة السياسات المائية لدول المنبع، ويزيد من هشاشته المائية في ظل متغيرات مناخية متسارعة[1]، وهذه الأزمة متعددة الأوجه، تشمل النقص الحاد في كمية المياه المتاحة، وسوء الإدارة الداخلية، والتلوث المتفاقم.

١- تحليل بيانات تدفق نهري دجلة والفرات وتأثير السدود الخارجية والتغير المناخي:

إن الحديث عن الموارد المائية في العراق

هو حديث عن وجوده ذاته، فنهري دجلة والفرات ليسا مجرد مصدرين للمياه، بل هما شريان الحياة الذي نحت جغرافية بلاد الرافدين ورسم هويتها الحضارية عبر آلاف السنين ولكن هذا الشريان الحيوي يشهد اليوم عملية اختناق مائي ممنهج وغير مسبوق، يُنذر بعواقب كارثية، هذه الأزمة ليست وليدة الصدفة أو نتاجاً حصرياً للطبيعة، بل هي في جوهرها أزمة جيوسياسية عميقة، تفاقمت بفعل التغيرات المناخية المتسارعة.

إن المصدر الرئيس لهذا الاختناق يكمن في السياسات المائية لدول المنبع، التي تعاملت مع الأنهار العابرة للحدود كملكية وطنية خاصة وليس كمورد دولي مشترك، حيث تقف في مقدمة هذه المشاريع، المشاريع المائية العملاقة التي أقامتها تركيا ضمن ما يُعرف بمشروع جنوب شرق الأناضول (GAP). هذا المشروع ليس مجرد سدود متفرقة، بل هو منظومة متكاملة للتنمية الإقليمية تضم (٢٢ سداً) و(١٩ محطة كهرومائية)، تهدف إلى ري ملايين الهكتارات من الأراضي التركية، ويُعد سد «أتاتورك» على نهر الفرات، أحد أكبر السدود في العالم، بمثابة الصنبور الرئيس الذي يتحكم بتدفق النهر نحو سوريا والعراق، ومؤخراً، جاء تشغيل سد «أليسو» الضخم على نهر دجلة عام ٢٠١٩ ليشكل مشكلة أخرى، حيث يمتلك القدرة على حجز كامل التدفق السنوي للنهر تقريباً، مما منح تركيا سيطرة شبه مطلقة على النهرين، وبالمثل، قامت إيران بتحويل مسار روافد حيوية متعددة التي كانت تغذي حوض دجلة، مثل أنهار سيروان والوند والكرخة، عبر إنشاء سدود وقنوات تحويل، مما أدى إلى جفاف شبه كامل لهذه الروافد داخل الأراضي العراقية، وألحق ضرراً بالغاً بمحافظات ديالى وواسط. وهذه الإجراءات الأحادية أدت إلى خفض جذري في حصة العراق المائية التاريخية، تشير البيانات الرسمية الصادرة عن وزارة الموارد المائية العراقية وتقارير البنك الدولي إلى أن متوسط الإيراد السنوي المجمع للنهرين عند دخول الأراضي العراقية قد انخفض من معدل تاريخي آمن يبلغ حوالي (٧٩ مليار متر مكعب) في مدة ما قبل الثمانينيات، إلى ما دون (٣٤ مليار متر مكعب) في السنوات الأخيرة، وهذا يعني أن العراق قد فقد بشكل دائم ما يزيد عن (٤٥ مليار متر مكعب) من المياه سنوياً[٢]، وهو ما يشكل عجزاً مائياً هيكلياً وليس مجرد انخفاض مؤقت. إذ نجد أن نهر الفرات هو الأكثر تأثراً فقد انخفضت إيراداته عند الحدود السورية-العراقية من معدل تاريخي كان يقارب (٣٠ مليار متر مكعب سنوياً)، إلى مستويات حرجة لا تتجاوز (٩ مليارات متر مكعب)، بل وصلت في سنوات الجفاف الشديد

المتعاقبة إلى أقل من ذلك بكثير[٣]، وهذا الانخفاض الذي يتجاوز (٧٠٪) ليس مجرد رقم في تقرير، بل هو واقع يتجسد في تحول مساحات زراعية خصبة على ضفاف النهر في محافظات الأنبار وبابل وكربلاء والمثنى والديوانية وذي قار إلى أراضٍ بور قاحلة، وهجرة آلاف المزارعين، وتهديد مباشر لمياه الشرب في المدن الواقعة عليه[٤].

أما نهر دجلة، الذي كان العراق يعتمد عليه كخيار أكثر أمناً لوجود روافد داخلية تغذيه (الزاب الكبير، الزاب الصغير، العظيم، ديالى)، فقد تآكلت ميزته الاستراتيجية هذه. فمن جهة، أدى تشغيل سد أليسو التركي إلى تقليص تدفقات النهر الرئيسة بنسبة تقارب (٥٠٪) عن معدلاتها التاريخية، ومن جهة أخرى، أدى تحويل إيران شبه الكامل للروافد الشرقية إلى تجفيف أحد أهم مصادر تغذيته، مما جعل النهر يعاني من عجز كبير لأول مرة في تاريخه الحديث[٥]، ويأتي تأثير التغير المناخي كدور مضاعِف لهذه الأزمة، فارتفاع درجات الحرارة المتسارع في المنطقة يزيد من معدلات التبخر من المسطحات المائية والسدود والأراضي الزراعية، مما يعني أن كمية أكبر من المياه النادرة أصلاً تُفقد قبل أن يتم استعمالها. والأخطر من ذلك، هو انخفاض معدلات هطول الأمطار والثلوج على مرتفعات الأناضول وجبال زاكروس، التي تمثل الخزانات الطبيعية التي تغذي النهرين، فبدلاً من الذوبان التدريجي للثلوج الذي كان يضمن تدفقاً مستقراً للمياه خلال فصلي الربيع والصيف، أصبحت مواسم الجفاف أطول وأكثر حدة، مما يقلل من التغذية الطبيعية للنهرين ويزيد من تفاقم الأزمة بشكل لا يمكن السيطرة عليه، وإن تضافر الإجراءات البشرية مع القسوة المناخية قد وضع العراق في وسط مشكلة مائية تهدد أسس وجوده.

٢- كفاءة استعمال المياه في الزراعة: هدر منظم للموارد القليلة:

إن المفارقة في أزمة المياه العراقية هي أنه في مقابل النقص الخارجي الحاد، يوجد هدر داخلي هائل للموارد المتاحة، تتضاعف خطورة هذا النقص بسبب انعدام شبه كامل للكفاءة في إدارة واستعمال المياه داخل العراق، مما يحول ندرة المياه إلى أزمة عميقة من صنع ادارة غير كفوءة بقدر ما هي من صنع الطبيعة والسياسة. إذ يستأثر القطاع الزراعي بحصة الاكبر من إجمالي استهلاك المياه في العراق، حيث تشير التقديرات الرسمية وتقارير المنظمات الدولية إلى أن هذه النسبة تتراوح بين (٨٥٪) إلى (٩٠٪) من كامل الموارد المائية المتاحة[٦]، وهذا الرقم الهائل يضع القطاع الزراعي في مركز المسؤولية المباشرة عن الأمن المائي الوطني؛ فأي هدر أو سوء استعمال

في هـذا القطـاع يعنـي بالـضرورة ضياعـاً للمـورد الأكـثر اسـتراتيجية في البـلاد. ولكـن الممارسـات الزراعيـة السـائدة لا تـزال طرائق التقليديـة بالغـة الهـدر، وفي مقدمتهـا نظـام الـري السـطحي أو «الغمـري». هـذا النظـام، الـذي يغطـي أكـثر مـن (٩٠٪) مـن الأراضي المرويـة في العـراق، هـو المسـؤول الأكـبر عـن هـذا الهـدر المـائي المنظـم.

تُجمـع الدراسـات الفنيـة التـي أجرتهـا وزارة المـوارد المائيـة ومنظمـة الأغذيـة والزراعـة (FAO) عـلى أن كفـاءة اسـتعمال الميـاه في هـذه الطريقـة وفي الظـروف العراقيـة لا تتجـاوز في أفضـل الأحـوال (٣٥٪ - ٤٠٪)[٧]، وهـذا الرقـم يعنـي مشـكلة بـكل المقاييـس؛ فهـو يعنـي أن مـا يقـارب (٦٠٪) إلى (٦٥٪) مـن كل مـتر مكعـب مـن الميـاه يتـم سـحبه مـن النهـر يُفقـد تمامـاً قبـل أن يـؤدي وظيفتـه الحيويـة في تغذيـة النبـات، وهـذا الهـدر الهائـل لا يذهـب سـدى، بـل يتـم عـبر ثـلاث قنـوات رئيسـة مدمـرة هـي[٨]:

أ. الفواقـد في شـبكات النقـل والتوزيـع : قبـل أن تصـل الميـاه إلى الحقـل، يُفقـد جـزء كبـير منهـا في شـبكة القنـوات الرئيسـة والفرعيـة. تقـدر بعـض الدراسـات أن مـا يصـل إلى (٢٥٪-٣٠٪) مـن الميـاه تُفقـد في هـذه المرحلـة وحدهـا بسـبب التسـرب مـن القنـوات الترابيـة غـير المبطنـة والتبخـر مـن أسـطحها الواسـعة. ب. التبخـر السـطحي المبـاشر مـن الحقـل: عنـد غمـر الحقـل بطبقـة مـن الميـاه، تتعـرض مسـاحة مائيـة واسـعة لأشـعة الشـمس المبـاشرة والريـاح الجافـة، خاصـة في منـاخ العـراق الحـار الـذي تتجـاوز فيـه درجـات الحـرارة (٤٥ م°). يـؤدي هـذا إلى تبخـر كميـات هائلـة مـن الميـاه مبـاشرة إلى الغـلاف الجـوي قبـل أن تتـاح لهـا فرصـة التغلغـل في التربـة.

ج. التـسرب العميـق والجريـان السـطحي: بسـبب صعوبـة التحكـم في كميـة الميـاه المضافـة وسـوء تسـوية الأراضي، يتـم تطبيـق كميـات ميـاه تفـوق بكثـير قـدرة التربـة عـلى الاحتفـاظ بهـا.

**يذهـب هـذا الفائـض في اتجاهـين:**

جـزء يتـسرب عميقـاً إلى مـا تحـت منطقـة الجـذور، حاملاً معـه الأسـمدة وملوثـاً الميـاه الجوفيـة، وجـزء آخـر يجـري عـلى السـطح ليخـرج مـن نهايـة الحقـل، مسـبباً في طريقـه انجرافـاً للتربـة السـطحية الخصبـة، وإن هـذا الهـدر لا يمثـل فقـط ضياعـاً لمـورد ثمـين لا يمكـن تعويضـه، بـل إنـه يخلـق حلقـة مفرغـة ومدمـرة تقتـل الأرض ببـطء، وهـو مـا يمكـن تسـميته بـ «الحلقـة الجهنميـة للـري الغمـري»، والتـي تتكـون مـن الخطـوات الآتيـة[٩]:

١. يقـوم المزارعـون بتطبيـق كميـات مفرطـة مـن ميـاه الـري عـلى أرضـه .

٢. جـزء كبـير مـن هـذه الميـاه يتـسرب عميقـاً (Deep Percolation)، مـما يـؤدي إلى ارتفـاع منسـوب الميـاه الجوفيـة الضحلـة، والتـي غالبـاً مـا تكـون عاليـة الملوحـة في معظـم أراضي وسـط وجنـوب العـراق.

٣. بفعل درجات الحرارة العالية ، تبدأ عملية تبخر مكثفة من سطح التربة. تعمل هذه العملية كـ «فتيل» يسحب المياه الجوفية المالحة إلى الأعلى عبر الخاصية الشعرية للتربة.

٤. تتبخر المياه النقية من السطح، تاركة وراءها الأملاح التي كانت ذائبة فيها، والتي تتراكم تدريجياً لتشكل طبقة بيضاء قاتلة على سطح التربة وفي منطقة الجذور.

٥. مع تزايد ملوحة التربة، يصبح من الصعب على النبات امتصاص المياه، فيظهر عليه الإجهاد والعطش حتى لو كانت الأرض رطبة، مما يدفع المزارعين (عن طريق الخطأ) إلى الاعتقاد بأن الحل هو إضافة المزيد من المياه، وهو ما يفاقم الحلقة ويسرّع من تدمير الأرض بشكل كامل.

وبهذا، يتحول الري الغمري من مجرد ممارسة زراعية غير فعالة إلى محرك نشط لعمليتي استنزاف المياه وتملح الأراضي في آن واحد، مما يضع مستقبل الزراعة في العراق أمام تحدٍ وجودي مزدوج.

٣- تحديات تلوث المياه وأثرها على صلاحيتها للزراعة :

لا تقتصر الأزمة على الكمية، بل تمتد لتشمل النوعية حيث تتعرض مياه نهري دجلة والفرات لتلوث شديد ومتعدد المصادر، مما يقلل من صلاحيتها للزراعة ويزيد من تكلفة الإنتاج. تشمل مصادر التلوث الرئيسة[١٠]:

أ. مياه الصرف الصحي: حيث تُلقى كميات هائلة من مياه الصرف الصحي والصناعي من المدن الكبرى مباشرة في مجرى النهرين دون معالجة كافية.

ب. مياه البزل الزراعي: وهي المياه الراجعة من الأراضي الزراعية، والتي تكون عالية الملوحة ومحملة ببقايا الأسمدة والمبيدات، ويتم تصريفها مرة أخرى إلى النهر الرئيس، مما يؤدي إلى زيادة تدريجية في ملوحة مياه النهر كلما اتجهنا جنوباً. على سبيل المثال، تصل ملوحة مياه شط العرب في بعض الأحيان إلى مستويات تجعلها غير صالحة حتى لأكثر المحاصيل تحملاً للملوحة وسبب هذه الملوحة هو دخول مياه الخليج العربي المالحة لقلة تغذية نهر شط العرب من دجلة والفرات خلال المدة الأخيرة.

ثانياً: أزمة تدهور الأراضي الزراعية: فقدان بطيء للثروة الوطنية :

تمثل الأراضي الزراعية في العراق، ولاسيما في السهل الرسوبي الخصب تاريخياً الثروة الإنتاجية الحقيقية، إلا أن هذه الثروة تتعرض لتدهور منهجي ومتسارع يهدد بخروج مساحات شاسعة من دائرة الإنتاج الزراعي بشكل دائم ولأسباب تتمثل بالآتي:

١- انتشار التملح في العراق للتربة : يعد التملح (Salinization) التحدي البيئي الأخطر الذي يواجه الزراعة المروية في

العراق. ينشأ التملح من تفاعل مركب بين المناخ الحار والجاف، وسوء إدارة مياه الري، وعدم كفاءة شبكات الصرف (البزل) حيث تُشير أحدث الدراسات والمسوحات التي أجرتها منظمات دولية بالتعاون مع وزارة الزراعة العراقية إلى أن أكثر من (٥٠٪) من الأراضي ضمن السهل الرسوبي تعاني من درجات ملوحة تؤثر سلباً على الإنتاجية، وأن حوالي (٢٥٪-٣٠٪) من هذه الأراضي وصلت إلى مستويات تملح حرجة جعلتها غير منتجة بالكامل[١١]، **إذ** يؤدي تراكم الأملاح على السطح وفي منطقة الجذور إلى ما يعرف بـ «الإجهاد الأزموزي»، حيث يصبح من الصعب على النبات امتصاص المياه حتى لو كانت متوفرة، مما يؤدي إلى تقزم النباتات واحتراق أوراقها وانخفاض حاد في المحصول.

٢- مؤشرات التصحر: زحف الرمال وتراجع المساحات الخضراء: يتسارع زحف التصحر في المناطق الهامشية والغربية من العراق، مهدداً الأراضي الزراعية والرعوية. تتجلى هذه الظاهرة في مؤشرات متعددة، أهمها[١٢]:

**أ. زحف الكثبان الرملية:** حيث تتحرك الرمال بمعدلات سنوية مقلقة في محافظات مثل الأنبار والمثنى وذي قار، طامرةً الأراضي الزراعية وقنوات الري والطرق.

**ب. تزايد وتيرة العواصف الترابية:** أصبح العراق يشهد عدداً أكبر من الأيام المغبرة سنوياً مقارنة بالعقود الماضية، مما يؤثر على عملية التمثيل الضوئي للنباتات ويلحق أضراراً مادية بالبيوت البلاستيكية والمعدات الزراعية.

**ج. تراجع الغطاء النباتي الطبيعي:** نتيجة للجفاف والرعي الجائر، مما يجعل التربة السطحية عارية وأكثر عرضة للانجراف بفعل الرياح.

٣- تدهور خصوبة التربة: استنزاف المادة العضوية: على مدى سنوات طويلة، أدت الممارسات الزراعية التقليدية غير المستديمة إلى استنزاف المكون الأساسي لخصوبة التربة، وهو «المادة العضوية»، فالحراثة العميقة والمتكررة، والزراعة الأحادية لمحاصيل الحبوب (القمح والشعير)، وحرق بقايا المحاصيل، مع غياب شبه تام لاستعمال الأسمدة العضوية، كلها عوامل أدت إلى انخفاض محتوى المادة العضوية في معظم الأراضي العراقية إلى أقل من (١٪)، وهو مستوى منخفض جداً[١٣]، وهذا الانخفاض يترتب عليه نتائج وخيمة، منها: ضعف قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه والمغذيات، وتدهور بنيتها الفيزيائية فتصبح أكثر انضغاطاً وأقل تهوية، مما يعيق نمو الجذور ويقلل من كفاءة الأسمدة الكيميائية، ويدخل المزارعين في حلقة مفرغة من زيادة التكاليف وتناقص

الإنتـاج.

المحـور الثـاني: التقنيـات الزراعيـة الحديثـة كحلـول مقترحـة

لمواجهـة ابعـاد أزمـة المـوارد التـي تـم تشـخيصها، يصبـح مـن البديهـي أن الممارسـات الزراعيـة الموروثـة لم تعـد قـادرة عـلى الصمـود، بـل إنهـا تسـهم في تعميـق الأزمـة. لـذا، يمثـل التحـول نحـو منظومـة زراعيـة حديثـة ضرورة اسـتراتيجية لا مجـرد خيـار تكميـلي. إذ يقـدم هـذا المحـور تحليـلاً معمقـاً لحزمـة متكاملـة مـن التقنيـات التـي تشـكل حلـولاً جذريـة ومبـاشرة لتحديـات شـح الميـاه وتدهـور التربـة، مؤكـداً عـلى أنها ليسـت حلـولاً منعزلـة، بـل تمثـل منظومـة تكنولوجيـة متكاملـة (Ecosystem) يعـزز بعضهـا بعضـاً.

إن المدخـل الرئيـس لإصـلاح القطـاع الزراعـي العراقـي يكمـن في إحـداث ثـورة شـاملة في إدارة المـوارد والعمليـات الزراعيـة. فـكل قطـرة مـاء يتـم هدرهـا اليـوم هـي خسـارة صافيـة للأمـن الغـذائي الوطنـي، مـما يحتـم الانتقـال مـن الـري السـطحي التقليـدي -الـذي يهـدر أكـثر مـن نصـف الميـاه المتاحـة إلى أنظمـة الـري الحديثـة بمفاهيمهـا المتقدمـة. ولا يقتـصر هـذا التحـول عـلى الميكانيكيـة فقـط، بـل يشـمل تبنـي الـري الـذكي (Smart Irrigation) والـري المغنط، اللذيـن يعمـلان عـلى رفـع كفـاءة الامتصـاص وتقليـل الفاقـد[١٤].

ويتسـع أفـق المعالجـة ليشـمل تطبيـق مفاهيـم الزراعـة الذكيـة (Smart Agri-culture) والزراعـة الدقيقـة (Precision Agriculture)، التـي تعتمـد عـلى نظـم المعلومـات الجغرافيـة (GIS) ونمـاذج التنبـؤ لإدارة الحقـول بدقـة متناهيـة. كـما تتضمـن هـذه المنظومـة حلـولاً مبتكـرة لتعزيـز الإنتاجيـة واسـتدامة المـوارد، مثـل اسـتعمال البوليمـرات (Polymers) لتحسـين احتفـاظ التربـة بالميـاه، والمكافحـة الحيويـة لتقليـل الاعتـماد عـلى الكيماويـات، وتوظيـف الإضـاءة المتوازنـة في الزراعـة المحميـة، فضـلاً عـن الاعتـماد عـلى الطاقـة الشمسـية كمصـدر نظيـف للطاقـة، واسـتعمال المكننـة الإلكترونيـة لتقليـل الخطـأ البـشري. يبـين الجـدول (١) مقارنـة تحليليـة مفصلـة توضـح الفجـوة الهائلـة في الأداء بـين الأنظمـة التقليديـة وهـذه التقنيـات الحديثـة، تمثـل كاشـف عـن الآثـار العميقـة لهـذا التحـول الشـامل عـلى كافـة جوانـب العمليـة الزراعيـة. يمكـن تحليـل دراسـة حالـة افتراضيـة مبنيـة عـلى بيانـات وكـما يوضـح الجـدول (٢)، الـذي يقيـس الأثـر المـائي والإنتاجـي لتطبيـق الـري بالتنقيـط عـلى محصـول اسـتراتيجي مثـل الطماطـم في جنـوب العـراق. تمثـل البيانـات تحـولاً جذريـاً في كفـاءة اسـتعمال المـوارد، حيـث أن كل مـتر مكعـب مـن الميـاه ينتـج أكـثر مـن ثلاثـة أضعـاف كميـة المحصـول مقارنـة بالطريقـة التقليديـة[١٥]

جدول (١) مقارنة تحليلية شاملة بين أنظمة الري الرئيسة وتأثيراتها في البيئة العراقية

| معيار المقارنة | الري بالرش المحوري (Center-Pivot) | الري بالتنقيط (Drip Irrigation) |
|---|---|---|
| **المعايير الفنية والكفاءة** | | |
| كفاءة توصيل المياه | متوسطة إلى عالية (٧٥٪ - ٨٥٪) <br> • فواقد رئيسة بالتبخر من الرذاذ وتأثير الرياح. | عالية جداً (أكثر من ٩٥٪) <br> • فواقد شبه معدومة؛ توصيل مباشر لمنطقة الجذور(*). |
| حجم توفير المياه (مقارنة بالري الغمري) | يوفر ٣٠٪ - ٥٠٪ | يوفر ٥٠٪ - ٧٠٪ (الأعلى على الإطلاق) |
| **التأثيرات الزراعية والبيئية** | | |
| التأثير على إنتاجية المحصول | زيادة ملحوظة في الإنتاج (١٥-٢٥٪) وتجانس في نمو المحصول. | زيادة كبيرة في الإنتاج (٣٠-١٠٠٪ وأكثر) كماً ونوعاً وجودة ثمار. |
| التأثير على التربة والملوحة | أفضل من الغمر، لكن قد يسبب تراكم الأملاح على أوراق النباتات. | إيجابي جداً (الحل الأمثل): <br> • يغسل الأملاح باستمرار بعيداً عن منطقة الجذور. <br> • لا يساهم في رفع الماء الأرضي. |
| نمو الأعشاب الضارة | متوسط؛ يروي معظم المساحة. | منخفض جداً؛ يروي فقط محيط النبات المستهدف. |
| **المتطلبات الاقتصادية والتشغيلية** | | |
| التكاليف الاستثمارية الأولية | متوسطة إلى مرتفعة (تعتمد على حجم الجهاز). | مرتفعة نسبياً (تحتاج شبكة أنابيب مفصلة). |
| تكاليف التشغيل (طاقة، عمالة) | مرتفعة للطاقة (تحتاج ضغطاً عالياً). | منخفضة للطاقة والأيدي العاملة بعد التركيب (يمكن أتمتتها بالكامل). |
| ملاءمة المحاصيل والأراضي | مثالي للمحاصيل الحقلية الاستراتيجية (القمح، الذرة) في المساحات الكبيرة والمستوية. | مثالي للخضر والبساتين والزراعة المحمية. مناسب لجميع أنواع الأراضي (الرملية، المائلة، الهامشية). |
| خلاصة التقييم للعراق | حل استراتيجي للمشاريع الزراعية الكبرى في الصحراء والمناطق المستصلحة. | الحل الأمثل والأكثر فعالية لمشكلة العراق المزدوجة (شح المياه والملوحة)، خاصة لصغار ومتوسطي المزارعين. |

**المصدر: بالاعتماد : على بيانات مجمعة من دائرة الإرشاد والتدريب الزراعي، وزارة الزراعة العراقية، ٢٠٢٢، ودراسات منظمة الأغذية والزراعة (FAO) في العراق.**

**(*) طاهر محمد احمد عبدو، الزراعة الذكية في السودان الفرص المتاحة الممهدات الحلول الواقع الراهن والتطبيق، المجلة العربية العلمية للفتيان، العدد السادس والثلاثون، ٢٠٢١، ص ٤٥ - ٥٨.**

جدول (٢) تحليل مقارن للأثر المائي والإنتاجي لتطبيق الري بالتنقيط على محصول الطماطم في جنوب العراق (بيانات تقديرية لكل هكتار)

| المؤشر | الزراعة التقليدية (ري سطحي) | الزراعة الحديثة (ري بالتنقيط) | نسبة التغير |
|---|---|---|---|
| كمية مياه الري المستعملة (م³/موسم) | ١٢,٠٠٠ م³ | ٥,٥٠٠ م³ | - ٥٤٪ (توفير) |
| كمية الأسمدة النيتروجينية المستعملة (كغم) | ٤٠٠ كغم | ٢٥٠ كغم | - ٣٧,٥٪ (توفير) |
| متوسط إنتاجية المحصول (طن/هكتار) | ٣٥ طن | ٨٠ طن | + ١٢٨٪ (زيادة) |
| كفاءة استعمال المياه (كغم محصول/م³ ماء) | ٢,٩ كغم/م³ | ١٤,٥ كغم/م³ | + ٤٠٠٪ (زيادة) |
| تكاليف الأيدي العاملة لممارسات الري (تقريبي) | مرتفعة | منخفضة جداً | - ٧٥٪ (توفير) |

**المصدر: بيانات تقديرية مبنية على دراسات الجدوى لمشاريع التنمية الزراعية في العراق، وزارة الزراعة، ٢٠٢٣.**

وتتعاظم هذه الكفاءة عند دمجها مع أنظمة الزراعة المحمية، التي توفر بيئة معزولة عن المناخ الخارجي القاسي، مما يقلل من عمليات النتح-التبخر بشكل كبير ويحمي النباتات من العواصف الترابية والآفات، مضاعفاً الإنتاجية عدة مرات[١٦]، أما تقنية الزراعة بدون تربة، فتمثل الحل النهائي للمناطق ذات التربة الميتة أو المياه الشديدة الملوحة، حيث تسمح أنظمتها المغلقة بإعادة تدوير المياه والمغذيات بكفاءة تقترب من (١٠٠٪)، مما يجعل الزراعة ممكنة في أكثر البيئات تحدياً[١٧]، ومع ذلك، فإن إدارة المياه بكفاءة لا تكتمل إلا بمعالجة صحة التربة المتدهورة. وهنا يأتي دور الزراعة الدقيقة كثورة إدارية، فهي تحول الزراعة من فن يعتمد على التقدير إلى علم يعتمد على البيانات. من خلال توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد (Re-mote Sensing – RS) والطائرات المُسيّرة (Drones)، ويمكن رسم خرائط دقيقة لاحتياجات الحقل، كما يوضح الجدول (٣)، وتطبيق المدخلات حصراً في الأماكن التي تتطلبها، وهو ما يُعرف تقنياً بـ التطبيق متغير المعدل Variable Rate Application - VRA))[١٨].

جدول (٣) أمثلة على تطبيقات الزراعة الدقيقة وأثرها المتوقع في الزراعة العراقية

| التقنية | التطبيق العملي | الأثر المباشر المتوقع |
|---|---|---|
| صور الأقمار الصناعية (NDVI) | مراقبة صحة الغطاء النباتي وتحديد مناطق الإجهاد في الحقول الكبيرة. | توجيه عمليات التسميد والري للمناطق الضعيفة، وتوفير ٢٠-٣٠٪ من الأسمدة. |
| الطائرات بدون طيار (الدرونز) | الكشف المبكر عن بؤر الإصابات الحشرية والمرضية بدقة عالية. | تقليل استخدام المبيدات عبر تطبيقها بشكل موجه بدلاً من الرش الشامل. |
| مستشعرات رطوبة التربة | جدولة الري بناءً على حاجة النبات الفعلية في منطقة الجذور. | منع الري الزائد، وتوفير ١٥-٢٥٪ إضافية من المياه، ومنع غسل الأسمدة(*). |

**المصدر: بالاعتماد على مراجعة الأدبيات العلمية المتخصصة في الزراعة الدقيقة.**

**(*) على حدادة، الزراعة الذكية ومجالات تطبيقها في العالم العربي، دائرة البحوث الاقتصادية اتحاد غرف العربية، ٢٠١٨، ص ١ - ١٨.**

ويكتمل هذا النهج التكنولوجي مع ممارسات بيولوجية مثل الحراثة المحافظة، التي تقوم على ترك بقايا المحصول السابق لتغطية التربة. هذه الطبقة الواقية تقلل من تبخر المياه، وتزيد من محتوى المادة العضوية، وتعزز النشاط البيولوجي في التربة، وتحميها من الانجراف، وهي ممارسة منخفضة التكلفة وعالية التأثير يمكن أن تحدث فرقاً كبيراً في خصوبة الأراضي العراقية[١٩]. وأخيراً، يكتمل هذا النظام بتبني أصناف المحاصيل المحسنة وراثياً، والتي تمثل خط الدفاع البيولوجي ضد الملوحة والجفاف. فمراكز الأبحاث الدولية تعمل على تطوير سلالات من القمح والشعير قادرة على النمو في ظروف كانت تعتبر مستحيلة في السابق[٢٠]، مما يفتح الباب لإعادة إحياء ملايين الدونمات التي هُجرت وإن هذا التوجه نحو الأصناف المقاومة للإجهادات، مقترناً بالإدارة المتكاملة لخصوبة التربة التي تشمل استعمال الأسمدة العضوية والدورات الزراعية[٢١]، يمثل الأساس لإعادة بناء نظام زراعي مرن ومنتج ومستدام[٢٢].

المحور الثالث: تحليل الأثر والجدوى التطبيقية للتقنيات الحديثة في البيئة العراقية

بعد استعراض الأزمة في المحور الأول وتقديم الحلول التقنية في المحور الثاني، يأتي هذا المحور ليجيب عن الأسئلة الأكثر إلحاحاً: ما هو الأثر الحقيقي والملموس لهذه التقنيات عند تطبيقها على أرض الواقع في العراق؟ وهل هي مجدية من الناحيتين البيئية والاقتصادية؟ ينتقل هذا

التحليل من العرض النظري إلى التقييم العملي، لقياس العائدات الاستراتيجية المترتبة على تبني الزراعة الحديثة، وتحديد ما إذا كانت هذه التقنيات تمثل استثماراً ناجحاً لمستقبل العراق الزراعي.

أولاً: الأثر البيئي: نحو استعادة التوازن للموارد الطبيعية:

إن تبني التقنيات الحديثة يتجاوز مجرد زيادة الإنتاج، ليمثل تدخلاً علاجياً مباشراً في الأزمة البيئية التي تعاني منها الموارد الزراعية. ويتجلى هذا الأثر الإيجابي بشكل أساسي في محورين: الموارد المائية والتربة، إذ يمثل الأثر على الموارد المائية الجانب الأكثر دراماتيكية وفورية، فمن خلال التحول من أنظمة الري التقليدية منخفضة الكفاءة إلى أنظمة الري الحديثة، يمكن تحقيق وفر مائي هائل على المستوى الوطني، مما قد يغير ميزان العرض والطلب على المياه في العراق بشكل جذري[٢٣]، ولتوضيح حجم هذا الأثر، يبين الجدول (٤) تقدير كمية المياه التي يمكن توفيرها سنوياً عند تحويل نسبة متواضعة من الأراضي المروية الحالية إلى تقنيات الري الحديث.

جدول (٤) تقدير للوفرة المائية السنوية عند تحويل (٢٥٪) من الأراضي المروية في العراق إلى الري الحديث

| المتغير | القيمة / المعادلة | المصدر / الأساس التقديري |
|---|---|---|
| إجمالي المساحة المروية التقريبية في العراق | ٣,٥ مليون هكتار (٣٥ مليون دونم) | تقديرات وزارة الموارد المائية والـ FAO |
| النسبة المستهدفة للتحويل | 25% | هدف استراتيجي معقول على المدى المتوسط |
| المساحة المحولة إلى الري الحديث | ٣,٥٠٠,٠٠٠ هكتار × ٢٥٪ = ٨٧٥,٠٠٠ هكتار | عملية حسابية |
| متوسط الاستهلاك المائي بالري الغمري | ١٢,٠٠٠ متر مكعب / هكتار / موسم | بيانات حقلية وتقارير فنية (*) |
| متوسط الاستهلاك المائي بالري بالتنقيط/الرش | ٦,٠٠٠ متر مكعب / هكتار / موسم (متوسط متحفظ) | دراسات مقارنة (الجدول ١) |
| الوفر المائي لكل هكتار محوّل | ١٢,٠٠٠ – ٦,٠٠٠ = ٦,٠٠٠ متر مكعب / هكتار | عملية حسابية |
| إجمالي الوفر المائي السنوي المحقق | ٨٧٥,٠٠٠ هكتار × ٦,٠٠٠ م$^3$ = ٥,٢٥ مليار متر مكعب سنوياً | النتيجة النهائية للسيناريو |

**المصدر: بالاعتماد على تحليل البيانات المتاحة من وزارة الزراعة العراقية والمنظمات الدولية.**

**(*) منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، الاستثمار من اجل النتائج، ((www.fao.org ، ص ١ – ٨.**

إن الرقم الناتج في الجدول (٤)، والذي يتجاوز خمسة مليارات متر مكعب من المياه سنوياً، ليس مجرد رقم، بل هو كمية استراتيجية يمكن أن تعيد إحياء مساحات شاسعة من الأراضي المتدهورة، وتغذي أهوار الجنوب، وتوفر احتياطياً مائياً حيوياً لمواجهة سنوات الجفاف، وتخفف من الضغط الهائل على نهري دجلة والفرات[٢٤]، أما الأثر على التربة فهو لا يقل أهمية، حيث تعمل التقنيات الحديثة كأداة فعالة لمكافحة التملح، «القاتل الصامت» للأراضي العراقية، فالري التقليدي يسبب ارتفاع منسوب الماء الأرضي المالح نحو السطح، ومع تبخر المياه، تترسب الأملاح في منطقة الجذور. وعلى النقيض تماماً، يطبق الري بالتنقيط كميات مياه محسوبة بدقة، مما يخلق منطقة رطوبة مركزة حول الجذور تدفع الأملاح بعيداً إلى الأسفل والأطراف، خارج المنطقة الحيوية لنمو النبات. وبهذه الآلية، يتحول الري الحديث من مجرد وسيلة لتوصيل المياه إلى أداة لإدارة الملوحة واستصلاح الأراضي تدريجياً.

ثانياً: الجدوى الاقتصادية: تحليل التكلفة والعائد

إن العقبة الرئيسة التي تواجه المزارعين العراقيين عند التفكير في تبني التقنيات الحديثة هي التكلفة الاستثمارية الأولية. ولكن التحليل الاقتصادي الدقيق يثبت أن هذا التحول ليس مجرد تكلفة، بل هو استثمار عالي العائد يمكنه استرداد تكاليفه في مدة زمنية قصيرة نسبياً، ويحقق أرباحاً صافية أعلى بكثير على المدى الطويل[٢٥]، ويبين جدول (٥) تحليلاً تفصيلياً للتكاليف والعائدات لمزرعة طماطم محمية تستعمل تقنيات حديثة مقارنة بمزرعة تقليدية في الحقل المفتوح. ويبين بوضوح أن الزيادة الهائلة في الإنتاجية وتحسين جودة المحصول، بالإضافة إلى الوفر في المدخلات على المدى الطويل، لا تعوض التكلفة الاستثمارية الأولية فحسب، بل تحقق أرباحاً صافية تفوق بكثير ما يمكن تحقيقه بالطرائق التقليدية، مما يجعل الاستثمار في هذه التقنيات قراراً اقتصادياً سليماً.

ثالثاً: نماذج وتجارب تطبيقية في العراق :

لم تعد هذه التقنيات مجرد أفكار نظرية في العراق، بل بدأت تظهر نماذج تطبيقية رائدة، وإن كانت على نطاق محدود، تثبت نجاحها على أرض الواقع. ففي محافظات مثل كربلاء والأنبار والبصرة، بدأت مشاريع استثمارية خاصة وحكومية في تبني هذه التقنيات[٢٦]، على سبيل المثال، نجحت مشاريع زراعة القمح الاستراتيجي في المناطق الصحراوية بالاعتماد على أنظمة الري المحوري، محققة إنتاجية عالية ووفرًا كبيراً في المياه وكما انتشرت مجمعات البيوت البلاستيكية الحديثة حول المدن الكبرى لإنتاج الخضر، والتي تعتمد بالكامل

على الري بالتنقيط والتسميد المائي. هذه المشاريع الرائدة، التي غالباً ما تتم بدعم فني من منظمات دولية، تعمل كـ «منارات إرشادية» تثبت للمزارعين الآخرين الجدوى العملية لهذه التقنيات، وتشجع على توسيع نطاق تبنيها. إن نجاح هذه النماذج الأولية يقدم دليلاً ملموساً على أن التحديات الفنية يمكن التغلب عليها، وأن العائدات المباشرة تبرر التحول نحو زراعة أكثر استدامة وربحية[٢٧].

جدول (٥) تحليل مقارن للتكلفة والعائد الاقتصادي لزراعة هكتار واحد من الطماطم (بيانات تقديرية سنوية)

| البند | مزرعة تقليدية (ري سطحي / حقل مفتوح) | مزرعة حديثة (ري تنقيط / بيت بلاستيكي) | ملاحظات |
|---|---|---|---|
| التكاليف الاستثمارية (موزعة سنوياً) | تكاد تكون صفراً | ٢,٥٠٠ دولار (تكلفة النظام على ١٠ سنوات) | التكلفة الأولية للنظام الحديث هي الحاجز الرئيسي |
| تكلفة المياه | ٥٠٠ دولار (تقديرية) | ٢٥٠ دولاراً | توفير أكثر من ٥٠٪ في المياه |
| تكلفة الأسمدة والمبيدات | ١,٢٠٠ دولار | ٨٠٠ دولار | كفاءة أعلى في التسميد (Fer-tigation) |
| تكاليف الايدي العاملة | ١,٥٠٠ دولار | ٧٠٠ دولار | انخفاض الحاجة للعمالة في الري وإزالة الأعشاب |
| تكاليف الطاقة (وقود مضخات) | ٣٠٠ دولار | ٥٠٠ دولار | قد تزيد قليلاً بسبب الحاجة لضغط الشبكة |
| إجمالي التكاليف السنوية | ٣,٥٠٠ دولار | ٤,٧٥٠ دولار | التكاليف السنوية للمزرعة الحديثة تبدو أعلى بسبب الاستثمار |
| كمية الإنتاج (طن/ هكتار) | ٣٥ طناً | ٨٠ طناً | زيادة هائلة في الإنتاجية |
| سعر البيع (متوسط للدولار/ طن) | ٢٠٠ دولار | ٢٥٠ دولاراً | جودة أعلى للمنتج ومدة عرض أطول |
| إجمالي الإيرادات السنوية | ٧,٠٠٠ دولار | ٢٠,٠٠٠ دولار | فرق هائل في العائد الإجمالي |
| صافي الربح السنوي | ٣,٥٠٠ دولار | ١٥,٢٥٠ دولار | أكثر من ٤ أضعاف الربح |

**المصدر: بالاعتماد على (١) دراسات الجدوى الاقتصادية للمشاريع الزراعية الحديثة (٢) نادية بن شاعة، ودليلة حضري، الزراعة الذكية ومتطلبات تطبيقها لتحقيق استدامة الأمن الغذائي في الدول العربية، مجلة اقتصاديات شمال افريقيا، المجلد ١٩ العدد ٣١، ٢٠٢٣، ص ١٥٠ - ١٦٨.**

المحور الرابع: المعوقات، السياسات، والمقترحات المستقبلية

إن الاعتراف بالجدوى البيئية والاقتصادية الهائلة للتقنيات الزراعية الحديثة لا يعني أن مسار تطبيقها في العراق سيكون سهلاً أو خالياً من التحديات. على العكس، فإن الفجوة بين الإمكانات النظرية والواقع التطبيقي غالباً ما تكون واسعة وعميقة، وتملؤها مجموعة معقدة ومتشابكة من المعوقات التي شلّت قدرة القطاع الزراعي على التطور لعقود. ويهدف هذا المحور إلى تحديد هذه المعوقات بدقة، ومعرفة أبعادها، ومن ثم بناء خاتمة واستنتاجات منطقية، وصولاً إلى تقديم خارطة طريق عملية في شكل مقترحات قابلة للتنفيذ.

أولاً: تحليل المعوقات: (التحديث الزراعي):

لا يمكن معالجة المشكلة دون فهم جذورها، ففشل التوسع في تبني التقنيات الحديثة ليس ناتجاً عن سبب واحد، بل هو محصلة لتراكم عقبات اقتصادية، فنية، بشرية، وسياسية تعمل مجتمعة على إبقاء المزارع العراقي أسيراً للممارسات التقليدية، فمن الناحية الاقتصادية، تقف التكاليف الاستثمارية الأولية كجدار صد منيع أمام الغالبية العظمى من المزارعين. ففي بلد يعاني فيه المزارعون من ضعف القدرة المالية وتفتت الحيازات الزراعية، يصبح تجهيز هكتار واحد بنظام الري بالتنقيط، الذي قد يكلف آلاف الدولارات، ترفاً لا يمكن تحمله. يتفاقم هذا الوضع بسبب الغياب شبه التام لآليات التمويل الميسر؛ فالمصارف الحكومية والخاصة تتردد في تقديم قروض زراعية طويلة الأجل ومنخفضة الفائدة، نظراً لارتفاع المخاطر المرتبطة بالقطاع الزراعي، وكما أن ضعف الدعم الحكومي المباشر لشراء هذه التقنيات، مقارنة بما تقدمه دول أخرى، يجعل المزارعين وحدهم في مواجهة هذه التكاليف الباهظة[٢٨].

أما على الصعيد الفني والبشري، فإن إدخال تقنية جديدة لا يقتصر على شرائها، بل يتطلب وجود بنية تحتية معرفية وبشرية قادرة على تشغيلها وصيانتها. وهنا تظهر مشكلة النقص الحاد في الكوادر الفنية المدربة على تركيب وصيانة وإدارة أنظمة الري الحديثة والزراعة الدقيقة، والأهم من ذلك هو الانهيار شبه الكامل لنظام الإرشاد الزراعي، الذي كان يمثل تاريخياً الجسر الذي يربط بين الابتكارات البحثية والمزارعون في حقولهم، ففي غياب مرشد زراعي مؤهل يقدم النصح والتدريب والدعم الفني، يشعر المزارعون بالخوف من تبني تقنية لا يفهمها وقد تتعطل دون أن يجد من يصلحها، فيفضل البقاء على ما يعرفه.

وعلى المستوى السياسي والمؤسسي، وهو الجذر الأعمق للمشكلة، يغرق القطاع الزراعي في حالة من عدم اليقين بسبب غياب استراتيجية وطنية واضحة

ومستدامة للتحديث الزراعي، فالسياسات الزراعية والمائية غالباً ما تكون قصيرة المدى، متذبذبة، وتخضع للتجاذبات السياسية، مما يحرم المستثمرين والمزارعين من إمكانية التخطيط طويل الأجل. يضاف إلى ذلك ضعف التنسيق بين الوزارات المعنية (الزراعة، الموارد المائية، التخطيط)، مما يؤدي إلى قرارات متضاربة. وأن غياب سياسات تسعير المياه، التي تجعل من الماء سلعة شبه مجانية، يلغي أي حافز اقتصادي لدى المزارعين لترشيد استهلاكها، مما يجعل الاستثمار في تقنيات الري الحديثة أقل جاذبية من الناحية الاقتصادية بالنسبة له. ويبين جدول (٦) هذه المعوقات بشكل منهجي، مبيناً تأثيرها المباشر على عملية التبني.

جدول (٦) تحليل منهجي للمعوقات الرئيسة أمام تبني التقنيات الزراعية الحديثة في العراق

| نوع المعوق | وصف تفصيلي للمعوق | التأثير المباشر على عملية التبني |
|---|---|---|
| اقتصادي | ارتفاع التكاليف الاستثمارية الأولية: تكلفة تجهيز الهكتار الواحد بالري الحديث تتراوح بين ١٥٠٠-٣٠٠٠ دولار، وهو مبلغ يفوق القدرة المالية لصغار المزارعين. | يجعل التكنولوجيا حكراً على الشركات الاستثمارية الكبرى ويستبعد القاعدة العريضة من المزارعين. |
| | ضعف آليات التمويل والدعم: غياب القروض الزراعية الميسرة، وانخفاض الدعم الحكومي المباشر لشراء المعدات والأنظمة الحديثة. | يحرم المزارعين من السيولة اللازمة للقيام بالاستثمار الأولي، حتى لو كان مقتنعاً بجدواه على المدى الطويل. |
| | تفتت الحيازة الزراعية: سيادة الملكيات الصغيرة والمتناثرة يجعل تطبيق بعض التقنيات (الري المحوري) غير عملي، ويرفع تكلفة وحدة المساحة للتقنيات الأخرى. | يقلل من الجدوى الاقتصادية ومن نطاق تطبيق التقنيات الحديثة على المستوى الوطني. |
| فني وبشري | نقص الكوادر الفنية المتخصصة: ندرة الفنيين القادرين على تصميم وتركيب وصيانة أنظمة الري الحديثة ومعدات الزراعة الدقيقة. | يؤدي إلى سوء تنفيذ المشاريع، وتكرار الأعطال، وزيادة تكاليف الصيانة، مما يخلق تجربة سلبية لدى المزارعين. |
| | انهيار خدمات الإرشاد الزراعي: غياب دور المرشد الزراعي في نقل المعرفة والتدريب العملي على التقنيات الجديدة إلى المزارعين في حقولهم. | يخلق فجوة معرفية هائلة، ويزيد من مقاومة المزارعين للتغيير خوفاً من المجهول وفشل التجربة. |

| | | |
|---|---|---|
| سياساتي ومؤسسي | غياب استراتيجية وطنية متكاملة: عدم وجود رؤية حكومية طويلة الأمد ومستقرة تربط بين الأمن المائي والزراعي وتدعم التحول بشكل ممنهج. | يجعل الجهود المبذولة متفرقة وغير فعالة، ويخلق حالة من عدم اليقين لدى المستثمرين والمزارعين. |
| | غياب سياسات تسعير المياه: التعامل مع المياه كمورد مجاني يلغي الحافز الاقتصادي لدى المزارعين لترشيد الاستهلاك والاستثمار في تقنيات التوفير. | يبقي المزارع متمسكاً بالري الغمري لأنه "الأسهل والأرخص" من وجهة نظره، طالما أن الماء لا يكلفه شيئاً. |
| | ضعف التنسيق المؤسسي: تضارب الصلاحيات والسياسات بين وزارة الزراعة ووزارة الموارد المائية والمؤسسات البحثية. | يؤدي إلى هدر الموارد وتكرار الجهود واتخاذ قرارات غير متكاملة تعيق التنمية الحقيقية للقطاع. |

**المصدر: بالاعتماد على تحليل تقارير البنك الدولي والمنظمات الدولية حول واقع الزراعة في العراق.**

- الاستنتاجات :

١- يعاني القطاع الزراعي في العراق من أزمة وجودية نتيجة الانخفاض الحاد في الموارد المائية والذي تجاوز (٥٠٪) من الإيرادات لنهري دجلة والفرات .

٢- اثبتت الدراسة ان مشكلة تدهور الأراضي الزراعية والتملح أصبحت ظاهرة واسعة طالت اكثر من نصف أراضي السهل الرسوبي مما أدى الى خروج مساحات كبيرة من الإنتاج.

٣- تعد طرائق الري التقليدية السبب الداخلي الأكبر في هدر المياه اذ لا تتجاوز كفاءتها (٣٥٪-٤٠٪) وتساهم مباشرة في رفع منسوب المياه الجوفية وزيادة نسبة الملوحة.

٤- تشير النتائج الى ان اعتماد تقنيات الري الحديثة مثل التنقيط والرش يحقق وفرا مائيا قد يصل الى (٥٠٪-٧٠٪) ويحد بشكل كبير من تراكم الاملاح في التربة .

٥- أظهرت المقارنات ان الإنتاجية الزراعية في الأنظمة الحديثة بنسبة تتجاوز الضعف مقارنة مع بالطرائق التقليدية مع انخفاض كبير في استعمال الأسمدة والمبيدات.

٦- ماتزال عملية التحول نحو الزراعة الحديثة بطيئة بسبب معوقات اقتصادية وفنية أهمها ارتفاع الكلفة الأولية ضعف الدعم الحكومي وغياب الخبرات الفنية والإرشاد الزراعي.

٧- يفتقر العراق الى استراتيجية وطنية واضحة وطويلة الأمد لإدارة الموارد المائية وتحديث الإنتاج الزراعي مما يعيق تعميم التقنيات الحديثة على نطاق واسع.

- المقترحات :

**1**-اطلاق برنامج وطني شامل للتحول نحو الري الحديث يتضمن دعم مالي مباشر للمزارعين، قروض ميسرة طويلة الاجل، مدد سماح قبل السداد، إعفاءات ضريبية لاستيراد معدات الري الحديثة.

٢- إعادة هيكلة جهاز الارشاد الزراعي من خلال تدريب كوادر متخصصة في تشغيل وصيانة الأنظمة الحديثة وانشاء حقول ارشادية نموذجية في كل محافظة، تنظيم دورات عملية للمزارعين داخل حقولهم .

٣- وضع استراتيجية وطنية للمياه والزراعة (٢٠٢٥- ٢٠٣٥) مبنية على ربط الامن المائي بالأمن الغذائي بالإضافة الى اعتماد الزراعة الذكية والري الدقيق .

٤- استنباط أصناف نباتية مقاومة للجفاف والملوحة .

٥- دعم انشاء الجمعيات التعاونية الزراعية الحديثة لتقليل تكاليف شراء المعدات الصيانة ورفع القدرة التفاوضية للمزارعين .

٦- تحسين إدارة مياه البزل والصرف الزراعي من خلال تبطين القنوات وإعادة استعمال مياه البزل بعد معالجتها ومنع تصريفها الى الأنهار دون معالجة .

٧- نشر الزراعة المحمية والزراعة بدون تربة خاصة في المناطق ذات الملوحة العالية وندرة المياه وتدهور التربة لأنها توفر انتاجا عاليا بمياه قليلة.

**- هوامش البحث**

(١) ثامر محمود العاني، النهوض بالزراعة الذكية، صحيفة الشرق الأوسط، ٢٠٢٣، ص ٩.

(٢) المصدر نفسه، ص ٩.

(٣) جريدة العرب، الزراعة الذكية مناخيا تعزز نهج الامارات في الاستدامة، السنة (٤٦) العدد (١٢٨١٢)، ٢٠٢٣، ص ١٤.

(٤) حسن ربيع محمد، مستقبل تقنيات الزراعة الذكية وتوفير الأمن الغذائي عالميا وعربيا تجربة الامارات العربية، ٢٠٢١، ص ١٥ – ٤٠.

(٥) ثامر محمود العاني ، مصدر سابق ، ص ٩.

(٦) العراق يخطط لرفع انتاجية محصول الحنطة من خلال الزراعة الذكية، بوابة الشروق (shorouknews.com)،، ٢٠٢٣، ص ١.

(٧) زاهر هاشم، الزراعة الذكية تقنيات المستقبل لتحقيق الأمن الغذائي، ٢٠٢٠، ص ١ – ٥.

(٨) سيف الدين عبد الرزاق سالم، الزراعة الذكية مناخيا، مركز دراسات الصحراء قسم مكافحة التصحر، ٢٠٢٤، ص ١٠ – ٢٥.

(٩) زاهر هاشم، مصدر سابق، ص ١ – ٥.

(١٠) سرحان احمد سليمان، الزراعة الذكية مناخيا في مواجهة تأثير التغير المناخي على الأمن الغذائي المصري، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، المجلد التاسع والعشرون العدد الرابع، ٢٠١٩، ص ١٥٥ – ١٧٨.

(١١) سيف الدين عبد الرزاق سالم، مصدر سابق ص ١٠ – ٢٥.

(١٢) طاهر محمد احمد عبدو، الزراعة الذكية في السودان الفرص المتاحة الممهدات الحلول الواقع الراهن والتطبيق، المجلة العربية العلمية للفتيان، العدد السادس والثلاثون، ٢٠٢١، ص ٤٥ – ٥٨.

(١٣) عائشة احمد بوثلجة، التعامل مع التغير المناخي من خلال الفلاحية الذكية تجارب دولية، المجلة العربية العلمية للفتيان، العدد السادس والثلاثون، ٢٠٢١، ص ٦٠ – ٧٢.

(١٤) سيف الدين عبد الرزاق سالم، مصدر سابق، ص ١٠ – ٢٥.

(١٥) عائشة احمد بوثلجة، مصدر سابق ، ص ٦٠ – ٧٢.

(١٦) المصدر نفسه ، ص ٣٢١ – ٣٣٨.

(١٧) عبير جمعة فاضل الناصري، أثر تبني مدخل الزراعة الذكية المتوجهة نحو المناخ في صياغة استراتيجية التكيف مديرية الزراعة في ذي قار (دراسة استطلاعية)، بحث مقدم لكلية الادارة والاقتصاد جامعة ذي قار، ٢٠٢٠، ص ١ – ٣٥.

(١٨) عبير محمد البلاونة يحيى ابو صيني، مفهوم الزراعة الذكية والتجربة الأردنية في تطبيقها، المجلة العربية العلمية للفتيان، العدد السادس والثلاثون، ٢٠٢١، ص ٧٥ – ٨٨.

(١٩) فايزة بوشناف، الزراعة الذكية مناخيا كمدخل استراتيجي لتحقيق التنمية الزراعية واستدامة الأمن الغذائي في الجزائر للفترة ٢٠٢٠-٢٠٢٤ الواقع وضرورة الاصلاح، مجلة اقتصاديات الاعمال والتجارة، المجلد ٨ العدد ١، ٢٠٢٣، ص ٨٨ – ١٠٥.

(٢٠) فايزة قاصدي، الزراعة الذكية كاداة حتمية لتحقيق الأمن الغذائي في الدول العربية، مجلة الشرق الأوسط للعلوم الانسانية والثقافية، المجلد (١) العدد (٥)، ٢٠٢١، ص ١٢ – ٢٨.

(٢١) ماتيو دي كابرسك، انشو فاتس والفاروبيل، مستقبل تكنولوجيا الزراعة، القمة العالمية للزراعة بالتعاون مع oliver wyman، ٢٠١٨.، ص ٥ - ٢٠.

(٢٢) محمد بن موسى، عمر قمان، شهاب اليمي، نحو تعميم الزراعة الذكية مناخيا في سبيل تحقيق الأمن الغذائي ادلة من تجارب بعض الدول الأفريقية، مجلة اقتصاديات شمال افريقيا، المجلد (١٨) العدد (٢٨)، ٢٠٢٢، ص ٢٠٠ - ٢١٥.

(٢٣) المصدر نفسه ، ص ٢٠٠ - ٢١٥.

(٢٤) مؤتمر كوب ٢٨، مبادرة عالمية كبرى تقودها الامارات والولايات المتحدة الأمريكية بهدف تسريع العمل على تطوير انظمة غذائية وزراعية ذكية مناخيا، ص ١.

(٢٥) موزة الشميلي، الزراعة الذكية ضرورة لتحقيق الأمن الغذائي، ٢٠٢٣، ص ٣.

(٢٦) نادية سوداني رفيقة بن عيشوبة، صورية صدقاوية، اشكالية تبني الزراعة الذكية في الدول العربية مع الاشارة إلى تجارب بعض الدول العربية، مجلة دراسات اقتصادية، المجلد (٢٢) العدد (١)، ٢٠٢٢، ص ٤٥ - ٦٦.

(٢٧) موزة الشميلي، مصدر سابق ص ٣.

(٢٨) نادية سوداني رفيقة بن عيشوبة، صورية صدقاوية، مصدر سابق ، ص ٤٥ - ٦٦.

**- المصادر :**


١.ثامر محمود العاني، النهوض بالزراعة الذكية، صحيفة الشرق الأوسط، ٢٠٢٣.

٢.جريدة العرب، الزراعة الذكية مناخيا تعزز نهج الامارات في الاستدامة، السنة (٤٦) العدد (١٢٨١٢)، ٢٠٢٣.

٣.حسن ربيع محمد، مستقبل تقنيات الزراعة الذكية وتوفير الأمن الغذائي عالميا وعربيا تجربة الامارات العربية، ٢٠٢١.

٤.زاهر هاشم، الزراعة الذكية تقنيات المستقبل لتحقيق الأمن الغذائي، ٢٠٢٠.

٥.الزراعة الذكية ضرورة لتحقيق الأمن الغذائي - الاتحاد للأخبار aletihad.ae، ٢٠٢٣.

٦.سرحان احمد سليمان، الزراعة الذكية مناخيا في مواجهة تأثير التغير المناخي على الأمن الغذائي المصري، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، المجلد التاسع والعشرون العدد الرابع، ٢٠١٩.

٧.سيف الدين عبد الرزاق سالم، الزراعة الذكية مناخيا، مركز دراسات الصحراء قسم مكافحة التصحر، ٢٠٢٤.

٨.طاهر محمد احمد عبدو، الزراعة الذكية في السودان الفرص المتاحة الممهدات الحلول الواقع الراهن والتطبيق، المجلة العربية العلمية للفتيان، العدد السادس والثلاثون، ٢٠٢١.

٩.عائشة احمد بوثلجة، التعامل مع التغير المناخي من خلال الفلاحية الذكية تجارب دولية، المجلة العربية العلمية للفتيان، العدد السادس والثلاثون، ٢٠٢١.

١٠.عبير جمعة فاضل الناصري، أثر تبني مدخل الزراعة الذكية المتوجهة نحو المناخ في صياغة

استراتيجية التكيف مديرية الزراعة في ذي قار (دراسة استطلاعية)، بحث مقدم لكلية الادارة والاقتصاد جامعة ذي قار، ٢٠٢٠.
١١.عبير محمد البلاونة يحيى ابو صيني، مفهوم الزراعة الذكية والتجربة الأردنية في تطبيقها، المجلة العربية العلمية للفتيان، العدد السادس والثلاثون، ٢٠٢١.
١٢.العراق يخطط لرفع انتاجية محصول الحنطة من خلال الزراعة الذكية، بوابة الشروق (shorouknews.com)،. ٢٠٢٣.
١٣.على حدادة، الزراعة الذكية ومجالات تطبيقها في العالم العربي، دائرة البحوث الاقتصادية اتحاد غرف العربية، ٢٠١٨.
١٤.فايزة بوشناف، الزراعة الذكية مناخيا كمدخل استراتيجي لتحقيق التنمية الزراعية واستدامة الأمن الغذائي في الجزائر للفترة ٢٠٢٠-٢٠٢٤ الواقع وضرورة الاصلاح، مجلة اقتصاديات الاعمال والتجارة، المجلد ٨ العدد ١، ٢٠٢٣.
١٥.فايزة قاصدي، الزراعة الذكية كاداة حتمية لتحقيق الأمن الغذائي في الدول العربية، مجلة الشرق الأوسط للعلوم الانسانية والثقافية، المجلد (١) العدد (٥)، ٢٠٢١.
١٦.ماتيو دي كابرسك، انشو فاتس والفاروبيل، الزراعة ٤,٠ مستقبل تكنولوجيا الزراعة، القمة العالمية للزراعة بالتعاون مع oliver wyman، ٢٠١٨.
١٧.محمد بن موسى، عمر قمان، شهاب اليمي، نحو تعميم الزراعة الذكية مناخيا في سبيل تحقيق الأمن الغذائي ادلة من تجارب بعض الدول الأفريقية، مجلة اقتصاديات شمال افريقيا، المجلد (١٨) العدد (٢٨)، ٢٠٢٢.
١٨.منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، الاستثمار من اجل النتائج، ((www.fao.org.
١٩.مؤتمر كوب ٢٨، مبادرة عالمية كبرى تقودها الامارات والولايات المتحدة الأمريكية بهدف تسريع العمل على تطوير انظمة غذائية وزراعية ذكية مناخيا.
٢٠.موزة الشميلي، الزراعة الذكية ضرورة لتحقيق الأمن الغذائي، ٢٠٢٣.
٢١.نادية بن شاعة، ودليلة حضري، الزراعة الذكية ومتطلبات تطبيقها لتحقيق استدامة الأمن الغذائي في الدول العربية، مجلة اقتصاديات شمال افريقيا، المجلد ١٩ العدد ٣١، ٢٠٢٣.
٢٢.نادية سوداني رفيقة بن عيشوبة، صورية صدقاوية، اشكالية تبني الزراعة الذكية في الدول العربية مع الاشارة إلى تجارب بعض الدول العربية، مجلة دراسات اقتصادية، المجلد (٢٢) العدد (١)، ٢٠٢٢.