معهد التنمية المستدامة والإبتكار

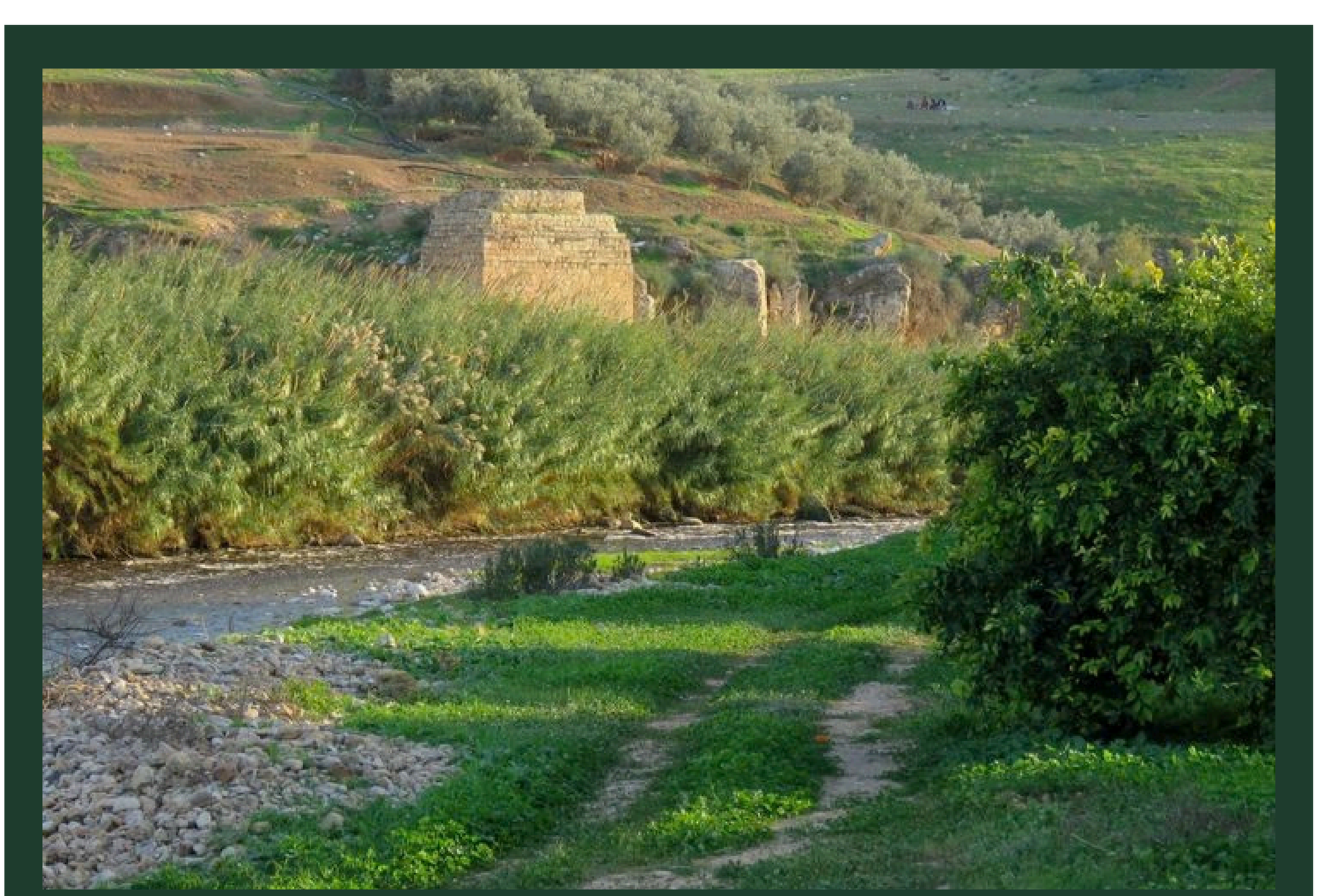
INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT & INNOVATION

مقال

ISDI 2026/46

لماذا يُعدّ الذكاء الاصطناعي في الزراعة أصعب مما يبدو؟

التحديات الاقتصادية والتقنية والبشرية لتوطين الذكاء الاصطناعي في الزراعة الأردنية



عدسة عمر الدجاني, طاحونة ماء رومانية على نهر الزرقاء

د. صالح طارق الور

ملخص تنفيذي

يحمل الذكاء الاصطناعي إمكانات واعدة لرفع كفاءة القطاع الزراعي في الأردن، سواء عبر ترشيد استهلاك المياه، أو الكشف المبكر عن الأمراض النباتية، أو التنبؤ بالإنتاجية، أو إدارة الموارد بشكل أفضل. لكن على أرض الواقع، تطبيق هذه التقنيات ليس بالأمر السهل، خصوصاً مع انتشار الحيازات الزراعية الصغيرة في الأردن، وما يرافق ذلك من تكاليف مرتفعة للبنية التحتية والصيانة والتشغيل.

أبرز ما يقف عائقاً هنا هو كلفة الاستثمار الأولي، إضافة إلى غياب قواعد بيانات زراعية رقمية موثوقة يمكن الاعتماد عليها، وصعوبة تطويع النماذج التقنية الجاهزة لتناسب الظروف المحلية، ناهيك عن الحاجة لكوادر فنية متخصصة قد لا تكون متوفرة دائماً. وهذه التحديات لا تعمل بمعزل عن بعضها، بل تتشابك فيما بينها بطريقة قد تُضعف الجدوى الاقتصادية لهذه التقنيات، حتى لو أثبتت فعاليتها من الناحية التقنية البحتة.

في المقابل، يطرح المقال عدداً من الحلول العملية، أبرزها تقاسم التكاليف عبر التعاونيات الزراعية، وتطوير بنية تحتية وبيانات مشتركة بدعم من الحكومة والجهات الأكاديمية، وتكييف النماذج المتاحة باستخدام عينات وبيانات محلية، إضافة إلى تبني هذه التقنيات بشكل تدريجي بدل القفز إليها دفعة واحدة. كذلك يشدد المقال على أهمية التدريب والإرشاد الزراعي، ودور الفنيين المحليين في سد فجوة المهارات وضمان استمرارية التشغيل على المدى الطويل.

وخلاصة القول إن نجاح الذكاء الاصطناعي في الزراعة الأردنية لن يتحقق بمجرد امتلاك نموذج تقني كفؤ، بل يتطلب بناء منظومة متكاملة، معقولة التكلفة، ومتكيفة مع واقع السوق المحلي — منظومة تضمن عائداً اقتصادياً مستداماً، وتفتح المجال أمام المزارع الصغيرة للاستفادة الفعلية من هذه التقنيات.

يتيح علم الحاسوب والذكاء الاصطناعي فرصاً واضحة للقطاع الزراعي؛ إذ بإمكانهما الإسهام في تحسين الريّ، والكشف عن الأمراض والتنبؤ بالإنتاجية وتخطيط المزارع وإدارة الموارد، غير أن دمج هذه النظم في الممارسة الزراعية اليومية يظل أمراً صعباً، ولا سيما في بلدان مثل الأردن وغالباً ما تكون العوائق الرئيسة اقتصادية وتشغيلية.

تتمثل إحدى أكبر المشاكل في حجم الحيازات الزراعية، فالزراعة الأردنية تقوم في معظمها على الحيازات الصغيرة، حيث تشكل المزارع التي تقل مساحتها عن هكتار واحد نسبة كبيرة منها، وتنطوي تقنيات مثل الحساسات والكاميرات ووحدات التحكّم الآلي بالريّ وبرمجيات الذكاء الاصطناعي غالباً على تكاليف ثابتة، ويمكن للمزارع الكبيرة توزيع هذه التكاليف على حجم إنتاج مرتفع، في حين لا تتمتع المزارع الصغير بالميزة نفسها، فحتى إذا أسهم النظام في رفع الكفاءة، قد لا يكون العائد المالي منه كافياً لتبرير كلفة الاستثمار الأولي ورسوم البرمجيات وتكاليف الصيانة والاستبدال.

وتكمن المشكلة الثانية في البيانات، حيث تعتمد نظم الذكاء الاصطناعي الحديثة على كميات كبيرة من المعلومات الموثوقة، إلا أن كثيراً من المزارع لا تملك سجلات تاريخية كافية عن الريّ واستخدام الأسمدة والآفات والأمراض وظروف التربة والإنتاج، وفي حالات كثيرة تبدأ المشكلة قبل الوصول إلى نموذج الذكاء الاصطناعي ذاته، إذ إن البيانات المطلوبة لا تكون موجودة أصلاً في صورة رقمية.

ويؤدي جمع بيانات جديدة إلى نشوء كلفة إضافية، فقد يتطلب نظام ذكاء اصطناعي زراعي فعّال مستشعرات للتربة، ومحطات أرصاد جوية محلية، وعدادات لتدفق المياه، وكاميرات، وصوراً ملتقطة بالأقمار الصناعية، أو قياسات ميدانية منتظمة، كما تتطلب هذه الأجهزة التركيب والمعايرة والاتصال بالشبكات والصيانة؛ إذ تنتج بيانات رديئة في حال تعطل مستشعر أو سوء معايرة كاميرا، مما يقلل لاحقاً من قيمة البرمجيات المبنية عليها.

ويمثل التكييف مع السياق المحلي تحدياً إضافياً، فكثير من نماذج الذكاء الاصطناعي الزراعي يجري تطويرها بالاعتماد على مجموعات بيانات جُمعت في أوروبا أو أميركا الشمالية أو الصين أو غيرها من الأسواق الزراعية الكبيرة، ولا تنتقل كفاءتها تلقائياً إلى الأردن؛ إذ تختلف المحاصيل المحلية وأصنافها، وأنواع التربة، ودرجات الحرارة، ونوعية المياه، والآفات، والممارسات الزراعية، بل إن نموذجاً دقيقاً للتعرّف إلى الأمراض أو لإدارة الري قد لا يحقق أداءً جيداً إذا طُبّق في ظروف لم يُدرَّب على بياناتها، وهكذا فإن بناء نظام محلي مفيد يتطلب بيانات زراعية أردنية واختبارات تُجرى في الظروف المحلية.

وغالباً ما يُستهان بالكلفة البشرية المترتبة على دمج هذه النظم، فكل طبقة تقنية جديدة تضيف مسؤوليات تقنية جديدة؛ إذ تحتاج المستشعرات إلى من يركّبها ويعالج أعطالها، وتحتاج الشبكات ونظم البيانات إلى صيانة، وتتطلب البرمجيات تهيئة وتحديثات، وتستلزم المحافظة على موثوقية توصيات نظم الذكاء الاصطناعي إخضاعَها لمراقبة مستمرة.

وقد يتولى فريق تقني داخلي هذه المهام في شركة زراعية كبيرة، أما في المزرعة الصغيرة أو المتوسطة، فإنها تتطلب في الغالب الاستعانة بمتخصصين من خارجها أو توظيف عاملين إضافيين، مما يؤدي إلى زيادة تكاليف التشغيل وإلى نشوء اعتماد على مهارات لا تُعد تقليدياً جزءاً من إدارة المزرعة، مما قد يستحدث نظام صُمم لتقليل العمالة أو لتحسين الكفاءة فئة جديدة من العمل التقني.

وترتبط هذه العوائق ببعضها ارتباطاً وثيقاً. فالمزارع الصغيرة تجد صعوبة في تبرير الاستثمار في البنية التحتية للبيانات، كما أن ضعف البيانات يجعل التكييف المحلي أكثر صعوبة، وتتطلب النظم المكيّفة محلياً اختبارات إضافية ودعماً تقنياً أكبر، فيما تؤدي زيادة الاعتماد على التكنولوجيا إلى ارتفاع تكاليف الصيانة. ومن ثم، نادراً ما يتمثل التحدي الرئيس في تطوير نموذج الذكاء الاصطناعي بحد ذاته، فالمشكلة الأصعب هي إنشاء

منظومة تقنية ميسورة الكلفة حول المزرعة، تمتد من جمع البيانات إلى الصيانة، وتولّد في الوقت نفسه قيمة اقتصادية كافية تبرر استمرار المزارع في استخدامها.

ولا يُعد أي من هذه العوائق دائماً أو مستعصياً على المعالجة، وتتمثل الاستجابة الأولى في توزيع الكلفة، إذ تتيح التعاونيات لعدد كبير من المزارع الصغيرة أن تتشارك المستشعرات ومحطات الطقس والبرمجيات نفسها، كما أن استخدام وحدة تحكّم واحدة بالريّ لخدمة عدة قطع زراعية متجاورة يخفض الكلفة الثابتة التي يتحملها كل مزارع، وتخفف البرامج الحكومية والجامعات الزراعية العبء بدرجة أكبر من خلال تمويل البنية التحتية المشتركة، مثل شبكات الطقس الإقليمية وبيانات الأقمار الصناعية المتاحة للجمهور، وهكذا يتمكن المزارع الصغير من الوصول إلى مدخلات عالية الجودة من دون أن يضطر إلى شراء كل جهاز على حدة.

ولمشكلة البيانات مسار مشابه في المعالجة، فبناء نموذج محلي من الصفر مكلف، لكن تترتب كلفة أقل عند الضبط الدقيق لنموذج قائم، إذ يستطيع المطورون استخدام نموذج دُرّب في الخارج ثم ملاءمته اعتماداً على مجموعة أصغر من العينات الأردنية، ويقلل ذلك من حجم البيانات المحلية اللازم للوصول إلى مستوى مفيد من الدقة، وتؤدي المصادر العامة دوراً مساعداً هنا أيضاً؛ إذ توفر صور الأقمار الصناعية وسجلات الطقس المفتوحة مدخلات موثوقة من دون الحاجة إلى تركيب أجهزة جديدة في كل مزرعة، كما يمكن للوزارات ومراكز البحوث أن تقود عمليات منظمة لجمع البيانات، بما يكفل وجود سجلات رقمية للقطاع بأكمله، بدلاً من اقتصارها على حيازة زراعية واحدة في كل مرة.

وتكون عملية التبني أكثر نجاحاً عندما تتم على مراحل، فيبدأ المزارع بأداة واحدة منخفضة الكلفة، ويثبت جدواها، ثم يتوسع في استخدامها، ويحد ذلك من المخاطر ويبني الثقة قبل الالتزام بإنفاق أكبر، ويمكن تضييق فجوة المهارات بالطريقة نفسها؛ إذ تجعل خدمات الإرشاد الزراعي والتدريب المهني والفنيون المحليون من أعمال الصيانة خدمةً يستطيع المزارعون الحصول عليها محلياً، بدلاً من أن يعتمدوا على خبرات متخصصة تُستقدم من الخارج.

وتبقى النقطة الجوهرية أن المشكلة الصعبة في نموذج الذكاء الاصطناعي نفسه، بل إن المنظومة المحيطة بالنموذج هي الأهم، وعندما تكون هذه المنظومة مشتركة ومموّلة ومصممة للظروف المحلية، تصبح التكنولوجيا في متناول المزارع الصغيرة التي نحتاج إلى دعمها.