



## البحث العلمي Scientific Research

مجلة تصدرها الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والابداع  
العدد الثامن عشر، حزيران 2026

عنوان ملف العدد:

استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل  
في ظل الذكاء الاصطناعي



مدير التحرير

الأستاذ الدكتور فراس الزيود

رئيس التحرير

الأستاذ الدكتور رضا شبلي

## أعضاء هيئة التحرير

الأستاذ الدكتور ظافر الصرايرة	الأستاذ الدكتور فواز العبدالحق
الأستاذ الدكتور نانسي هاكوز	الأستاذ الدكتور سميح ابو بكر
الأستاذ الدكتور هديل غزاوي	الأستاذ الدكتور اسامة عيادي

الدكتورة عالية الغصون

## مستشارو التحرير

الأستاذ الدكتور خالد ابو التين	الأستاذ الدكتور محمود الدويري
الأستاذ الدكتور رائد العطيات	الأستاذ الدكتور محمود السرطاوي
الأستاذ الدكتور أحمد السلايمة	الأستاذ الدكتور بشير الزعبي
الأستاذ الدكتور عمر الهنداوي	الأستاذ الدكتور نائل الشرعة

الدكتور عمر الخطايبه

## عنوان العدد

استراتيجيات التعليم التقني  
لمواءمة مخرجاته مع سوق  
العمل في ظل الذكاء  
الاصطناعي

## المحتويات

رقم الصفحة	الصورة	البند
1		غلاف العدد
2		أعضاء هيئة التحرير ومستشارو التحرير
3		عنوان العدد
4		المحتويات
<b>افتتاحية العدد</b>		
10		الأستاذ الدكتور رضا شبلي - رئيس التحرير
13		الأستاذ الدكتور فراس الزبيد - مدير التحرير
<b>عنوان العدد:</b>		
<b>استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي</b>		
18		التعليم التقني: استثمار الأردن الذكي في المستقبل عطوفة الأستاذ الدكتور خالد الحياوي رئيس الجامعة الهاشمية
21		موائمة مخرجات التعليم التقني والتطبيقي مع حاجات سوق العمل في ظل تطور الذكاء الاصطناعي الأستاذ الدكتور مصطفى العدوان
30		استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجات سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي: دراسة تحليلية للمؤسسات التعليمية الأردنية الدكتور عمر سليمان العبادي مديرية التربية والتعليم للواء قصبه المفرق، وزارة التربية والتعليم

37		استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي المهندس محمد بلال الشريعة كلية تكنولوجيا المعلومات وعلوم الحاسوب، جامعة اليرموك
53		التعليم التقني في قطاع الثروة الحيوانية لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل الدكتورة امانى الداود قسم الأحياء التطبيقية، كلية العلوم، جامعة الطفيلة التقنية
59	 	التعليم التقني إطار استراتيجي لتنمية المهارات والتحول الاقتصادي المستدام الدكتور مراد ارشيد المعاينة والدكتورة رشا عبدالهادي الطراونة كلية التكنولوجيا الزراعية جامعة عمان الأهلية
68		استراتيجيات التعليم التقني والمهني في مجال الزراعة لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي الأستاذ الدكتور فراس الزيود، كلية الزراعة، جامعة مؤتة
77		استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي الدكتور سمير شديفات، كلية الحصن الجامعية، جامعة البلقاء التطبيقية
82		ما وراء الشهادة الجامعية: إعادة صياغة التعليم المهني كمحرك استراتيجي للتميز والاحتراف الأستاذ الدكتور زكريا إبراهيم العجلوني، جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية
85		نحو نموذج تكاملي للتعليم التقني الزراعي: دمج الذكاء الاصطناعي في بناء المهارات المستقبلية الدكتور علاوي العرايضة، المركز الوطني للبحوث الزراعية
98		مواءمة مخرجات التعليم التقني مع متطلبات سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي: استراتيجيات مبتكرة ونماذج تطبيقية الأستاذ الدكتور محمد سالم الطراونة، عميد الكلية التقنية، جامعة جرش

109		هندسة القيمة البيئية في عصر الذكاء الاصطناعي المكاني: تحديث التعليم التقني لمواكبة الاقتصاد المناخي الدكتورة هيفاء احمد المحمد استشاري الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي المكاني
119		مخرجات التعليم التقني في الأردن في عصر الذكاء الاصطناعي: تحديات واستراتيجيات مستقبلية المهندسة دعاء عبد الحميد المجالي المركز الوطني للبحوث الزراعية
126		تطوير الاستثمار الذكي في التعليم التقني المستدام الأستاذ الدكتور رياض الدويري مساعد رئيس جامعة الطفيلة التقنية للبحث والتطوير والاتصال مع الصناعة
130		استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي الدكتورة رحمة الجبور وزارة التربية والتعليم الأردنية
133		تكامل التعليم التقني مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ودوره في مواءمة مخرجات التعليم مع سوق العمل في عصر الذكاء الاصطناعي الدكتور حمزة بني خالد قسم الجغرافيا التطبيقية، جامعة ال البيت
139		استراتيجيات التعليم التقني في مجال التقنيات الحيوية النباتية لمواءمة مخرجات سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي الدكتورة تمارا القضاة مركز حمدي منكو للبحوث العلمية، الجامعة الاردنية
158		دمج الذكاء الاصطناعي في التعليم والتخصصات الهندسية وغير الهندسية (التحديات، الأهمية، وسبل التبني) الدكتورة عالية الغصون، كلية الهندسة، جامعة فيلادلفيا

169		تحديات مواءمة مخرجات التعليم التقني مع سوق العمل في ظل التحول الرقمي: استراتيجيات المواجهة والتطوير الدكتورة ريا احمد العموش، مركز بحوث البيئة والمياه والطاقة، جامعة آل البيت
<b>مقالات خارج موضوع العدد</b>		
180		من عالمين منفصلين إلى منظومة صحية متكاملة: لماذا لم يعد الفصل بين الطب وطب الأسنان مقبولاً الاستاذ الدكتور زياد الدويري، جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية
185		هل نحن متجهون نحو الاحترار العالمي أم نحو عصر جليدي جديد؟ الأستاذ الدكتور فراس الزويد كلية الزراعة، جامعة مؤتة، الأردن
200		صمود الأبقار البلدية في مواجهة التغير المناخي: ثروة جينية مهددة بالضياع وفقد دورها في مستقبل الأمن الغذائي في ظل انقراض السلالات المحلية الأردنية الأستاذ الدكتور رائد محمود العطيات، كلية الزراعة، جامعة مؤتة، الأردن
209		تأثير التغير المناخي ومقاومة المبيدات على الإدارة المستدامة للعنكبوت الأحمر ذو البقعتين <i>Tetranychus urticae</i> المهندسة اسراء سالم، المركز الوطني للبحوث الزراعية
223		الاقتصاد الأخضر في الأردن: بين التحديات الهيكلية وفرص التحول المستدام الدكتور خالد خريسات المؤسس والمدير التنفيذي لشركة منصة دمج الأكاديميا بالصناعة
235		الزراعة ... رافعة أساسية لتقليل البصمة الكربونية للفرد محطة الخالدية لبحوث الزراعة الملحية، المركز الوطني للبحوث الزراعية الدكتورة فاطمة علي بني خالد
242		الأردن: حين تتحول الذاكرة إلى مشروع قوة الصحفي صالح الخوالدة وكاله الأنباء الاردنية بترا

252		<p>الآفاق الابتكارية للنانوتكنولوجي في تحفيز الاستجابات الفسيولوجية وتطوير استراتيجيات مكافحة المتكاملة: رؤية تطبيقية نحو أسمدة ومبيدات نانوية آمنة حيوياً</p> <p>الدكتورة آلاء يوسف غيطان، كلية العلوم، الجامعة الأردنية</p>
259		<p>رصد وتوثيق خنافس اللحاء والأمبروزيا في الأردن: أول دراسة وطنية تكشف تسجيلات جديدة لأنواع غازية وتداعياتها على الأمن الحيوي النباتي</p> <p>المهندسة اسراء سالم، المركز الوطني للبحوث الزراعية، الأردن</p>
271		<p>الحديقة النباتية الملكية</p> <p>مبادرة وطنية وخدمة مجتمعية</p> <p>الدكتور حاتم طيفور</p> <p>مساعد المدير العام، مدير صون النبات، الحديقة النباتية الملكية</p>
<b>أخبار ونشاطات الجمعية</b>		
291		<p>صدر العدد السابع عشر من مجلة البحث العلمي 'الابتكار والابداع وريادة الاعمال'</p>
293		<p>مليار دولار القيمة الإجمالية لإنتاج قطاع صناعة الأسمدة في الاردن</p>
295		<p>رئيس الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع يهنئ بمناسبة ذكرى الإسراء والمعراج</p>
296		<p>اتفاقية تعاون بين الأردنية للبحث العلمي والجمعية الكيميائية</p>
297		<p>محاضرة تناقش دور الابتكار في تحويل الأفكار إلى مشاريع ريادية في الأردن</p>
299		<p>الاردنية للبحث العلمي تهنئ بعيد ميلاد جلالة الملك عبدالله الثاني</p>

300		"الأردنية للبحث العلمي" ترفع أسمى التهاني لجلالة الملك عبدالله الثاني بمناسبة ذكرى الوفاء والبيعة
302		محاضرة متخصصة بعنوان "بين العلم والعلمانية والدين"
304		"الأردنية للبحث العلمي" تهنئ بعيد الفطر
305		ورشة عمل افتراضية تبحث دور البحث العلمي في تعزيز الاقتصاد الدائري بالعقبة
307		الأردنية للبحث العلمي: جهود كبيرة للملك في حماية الهوية العربية والإسلامية لمدينة القدس
309		الأميرة بسمة بنت علي ترعى ورشة "البحث العلمي لتعزيز الاستدامة"
313		"الأردنية للبحث العلمي" تنظم محاضرة حول مستقبل الأمن السيبراني والذكاء الاصطناعي
315		الأردنية للبحث العلمي تهنئ بعيد العمال
316		وزير الزراعة: الأردن أمن غذائيا ومستقر رغم التحديات

## افتتاحية العدد - 1

استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي

الأستاذ الدكتور رضا شبلي

رئيس التحرير



يشهد العالم في العقد الحالي تحولات جذرية متسارعة تقودها الثورة الصناعية الرابعة، حيث أصبح الذكاء الاصطناعي والتقنيات الرقمية محركاً رئيسياً لإعادة تشكيل الاقتصادات وأنماط الإنتاج وأسواق العمل. وقد انعكس هذا التحول بشكل مباشر على أنظمة التعليم والتدريب، التي باتت مطالبة بإعادة النظر في فلسفاتها ومناهجها وأساليبها بما يواكب متطلبات المستقبل. وفي هذا السياق، يأتي اختيار ملف العدد الثامن عشر من مجلة الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع تحت عنوان "استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي" ليعكس وعياً متزايداً بأهمية هذه القضية الحيوية.

لقد أصبح التعليم التقني والمهني أحد أهم المسارات الاستراتيجية لتحقيق التنمية المستدامة وبناء اقتصاد قائم على المعرفة والابتكار. فالتغير المتسارع في طبيعة الوظائف يفرض على المؤسسات التعليمية إعداد خريجين يمتلكون مهارات متعددة تجمع بين المعرفة التقنية والقدرات التحليلية والمهارات الرقمية والمرونة

في التعلم المستمر. وتشير العديد من الدراسات الدولية إلى أن نسبة كبيرة من الوظائف الحالية ستتغير طبيعتها خلال السنوات القادمة، في حين ستظهر وظائف جديدة تتطلب مهارات لم تكن مطلوبة سابقاً، الأمر الذي يفرض على أنظمة التعليم التقني أن تكون أكثر مرونة واستجابة للتغيرات المتلاحقة.

وفي هذا الإطار، لم يعد من الممكن الاعتماد على النماذج التقليدية للتعليم التي تركز على الجانب النظري بمعزل عن التطبيق العملي واحتياجات السوق. بل أصبح من الضروري تبني استراتيجيات تعليمية مبتكرة تقوم على التكامل بين التعلم الأكاديمي والتدريب العملي، وتعزز الشراكة الفاعلة بين مؤسسات التعليم والقطاعين العام والخاص. كما أن دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي في المناهج التعليمية يمثل خطوة أساسية نحو إعداد كوادر قادرة على التعامل مع متطلبات الاقتصاد الرقمي.

إن التعليم التقني اليوم لم يعد خياراً بديلاً، بل مساراً رئيسياً لتمكين الشباب وتعزيز فرصهم في الحصول على وظائف نوعية، والمساهمة في دعم التنافسية الاقتصادية على المستويين الوطني والإقليمي. وفي السياق الأردني والعربي، تتضاعف أهمية هذا التوجه في ظل التحديات المرتبطة بارتفاع معدلات البطالة بين الشباب، والحاجة إلى موازنة مخرجات التعليم مع متطلبات سوق العمل المتغيرة. ومن هنا تبرز أهمية تطوير سياسات تعليمية مرنة، وتحديث المناهج، وتعزيز ثقافة الابتكار وريادة الأعمال التقنية.

ويهدف هذا العدد إلى تسليط الضوء على مجموعة من القضايا والمحاور المرتبطة بتطوير التعليم التقني، من بينها مهارات المستقبل، والتعلم مدى الحياة، والتحول الرقمي في المؤسسات التعليمية، ونماذج الشراكة مع قطاع الصناعة، إضافة إلى استعراض تجارب دولية ناجحة يمكن الاستفادة منها في تطوير المنظومة التعليمية عربياً.

وفي الختام، تؤكد الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع التزامها بدعم البحث العلمي ونشر المعرفة وتعزيز الحوار العلمي حول القضايا الاستراتيجية التي تسهم في بناء مستقبل أكثر ازدهاراً واستدامة. ونأمل أن يشكل هذا العدد منصة علمية تسهم في تطوير الرؤى والسياسات والممارسات المرتبطة بالتعليم التقني، بما يواكب التحولات العالمية ويخدم تطلعات مجتمعاتنا نحو التنمية والابتكار.

إننا، في الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع، نؤمن بأن الطريق نحو مجتمع معرفي يبدأ من دعم البحث العلمي، وتوفير التمويل الكافي له، وإعطاء الباحثين الفرصة للإبداع، وربط نتائج أبحاثهم بالقضايا الوطنية. ولذا فإننا نضع على عاتقنا مسؤولية تعزيز ثقافة الإنتاج العلمي ونقل المعرفة، من خلال مجلتنا هذه التي نعتبرها نافذة وطنية على الإبداع العربي والعالمي.

وختامًا، فإننا نطمح أن يسهم هذا العدد في تعزيز التوجه نحو التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي في الأردن. كما نتوجه بالتحية والتقدير إلى جميع الباحثين والكتاب الذين شاركوا في هذا العدد، وإلى كل من قدّم جهدًا في سبيل تطوير المعرفة وخدمة الوطن. وادعو الزملاء أعضاء الجمعية دعوة شخصية إلى كل واحد منهم لمشاركتنا بالأعداد القادمة وتزويدنا بالآراء والملاحظات والاقتراحات.

والله ولي التوفيق

## افتتاحية العدد - II

### استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي

الأستاذ الدكتور فراس الزيود

مدير التحرير



يشهد العالم في العقد الأخير تحولات متسارعة وغير مسبوقة تقودها الثورة الصناعية الرابعة، حيث أصبح الذكاء الاصطناعي والتقنيات الرقمية المتقدمة عاملين حاسمين في إعادة تشكيل الاقتصاد العالمي وأنماط العمل والإنتاج. ولم يعد تأثير هذه التحولات مقتصرًا على القطاعات التكنولوجية فحسب، بل امتد ليطال جميع مجالات الحياة، بما في ذلك التعليم والتدريب وسوق العمل. وفي ظل هذه المتغيرات المتلاحقة، يبرز التعليم التقني والمهني بوصفه أحد أهم المفاتيح الاستراتيجية لتمكين المجتمعات من مواكبة المستقبل وبناء اقتصاد قائم على المعرفة والابتكار.

إن اختيار موضوع العدد الثامن عشر من مجلة البحث العلمي الصادرة عن الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع بعنوان "استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي" يأتي استجابة لحاجة ملحة على المستويين الوطني والإقليمي، حيث تواجه الأنظمة التعليمية تحدياً مزدوجاً يتمثل في تسارع التغيير التكنولوجي من جهة، واتساع الفجوة بين مخرجات التعليم واحتياجات سوق العمل من جهة أخرى. فقد أظهرت العديد من التقارير الدولية أن نسبة كبيرة من الوظائف التقليدية

مرشحة للاختفاء أو التحول الجذري خلال السنوات القادمة، في حين ستظهر وظائف جديدة تتطلب مهارات رقمية وتقنية متقدمة، وقدرات تحليلية وإبداعية عالية، ومهارات تعلم مستمر مدى الحياة. وفي هذا السياق، يكتسب التعليم التقني والمهني أهمية استراتيجية باعتباره الجسر الذي يربط بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي، وبين المؤسسات التعليمية وقطاعات الإنتاج والخدمات. فالدول التي نجحت في تحقيق قفزات نوعية في اقتصادها، اعتمدت على أنظمة تعليم تقني مرنة ومتكاملة، قادرة على الاستجابة السريعة لمتطلبات السوق، وتوفير كوادر بشرية مؤهلة تمتلك المهارات التقنية والرقمية اللازمة للمنافسة في الاقتصاد العالمي. لقد أدت تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى إعادة تعريف مفهوم المهارة المهنية، فلم تعد المهارات اليدوية أو التقنية التقليدية كافية لضمان الاستقرار الوظيفي، بل أصبح من الضروري دمج مهارات التفكير النقدي، وحل المشكلات، والعمل التعاوني، والابتكار، والقدرة على التعامل مع البيانات والتقنيات الذكية ضمن منظومة التعليم التقني. كما باتت المؤسسات التعليمية مطالبة بتبني نماذج تعليمية جديدة تعتمد على التعلم القائم على المشاريع، والتعلم القائم على حل المشكلات، والتدريب العملي الميداني، والتعلم المدمج الذي يوظف التقنيات الرقمية والمنصات الذكية في العملية التعليمية. ومن هنا، فإن مواهبة مخرجات التعليم التقني مع سوق العمل لم تعد خياراً، بل أصبحت ضرورة استراتيجية لضمان استدامة التنمية الاقتصادية والاجتماعية. ويتطلب تحقيق هذه المواهبة شراكة حقيقية بين مؤسسات التعليم والتدريب، وقطاعات الصناعة والأعمال، وصناع القرار، بما يضمن تصميم برامج تعليمية مرنة ومحدثة باستمرار، تستجيب للتغيرات المتسارعة في بيئة العمل. كما يتطلب الأمر تطوير سياسات تعليمية وطنية تعزز ثقافة التعليم التقني، وترفع من مكانته المجتمعية، وتوفر بيئة داعمة للابتكار وريادة الأعمال.

وفي الأردن، تزداد أهمية هذا التوجه في ظل التحديات المرتبطة بارتفاع معدلات البطالة بين الشباب، والحاجة إلى تنويع الاقتصاد وتعزيز الإنتاجية والتنافسية. ويُعد الاستثمار في التعليم التقني والمهني أحد أكثر الاستثمارات جدوى وأثراً، لما له من دور مباشر في خلق فرص عمل نوعية، ودعم الاقتصاد الوطني، وتمكين الشباب من الانخراط في سوق العمل بمهارات تلبي احتياجاته الحالية والمستقبلية. إننا نؤمن بأن تطوير التعليم التقني ليس مسؤولية قطاع بعينه، بل هو مسؤولية مشتركة تتطلب تكاتف الجهود بين الجامعات

والمعاهد ومراكز التدريب، والقطاعين العام والخاص، ومؤسسات المجتمع المدني. فبناء منظومة تعليم تقني فعالة ومواكبة للتطورات التكنولوجية هو حجر الأساس لتحقيق التنمية المستدامة وبناء اقتصاد معرفي قادر على المنافسة إقليمياً وعالمياً. ويهدف هذا العدد إلى تسليط الضوء على التجارب العالمية الرائدة في تطوير التعليم التقني، وتحليل الاتجاهات الحديثة في توظيف الذكاء الاصطناعي في التعليم والتدريب، واستعراض التحديات والفرص التي تواجه المؤسسات التعليمية في مساعيها لتطوير برامجها ومناهجها.

يحتوي العدد الثامن عشر على تسعة وعشرين مقالاً، منها تسعة عشر مقالاً ضمن محور العدد، وعشرة مقالات خارجه. وغطت المقالات من داخل العدد مواضيع متنوعة مثل التعليم التقني: استثمار الأردن الذكي في المستقبل، مواءمة مخرجات التعليم التقني والتطبيقي مع حاجات سوق العمل في ظل تطور الذكاء الاصطناعي، دراسة تحليلية للمؤسسات التعليمية الأردنية، التعليم التقني في قطاع الثروة الحيوانية لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل، التعليم التقني إطار استراتيجي لتنمية المهارات والتحول الاقتصادي المستدام، استراتيجيات التعليم التقني والمهني في مجال الزراعة لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل، ما وراء الشهادة الجامعية: إعادة صياغة التعليم المهني كمحرك استراتيجي للتميز والاحتراف، نحو نموذج تكاملي للتعليم التقني الزراعي: دمج الذكاء الاصطناعي في بناء المهارات المستقبلية، مواءمة مخرجات التعليم التقني مع متطلبات سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي: استراتيجيات مبتكرة ونماذج تطبيقية، تحديث التعليم التقني لمواكبة الاقتصاد المناخي، تطوير الاستثمار الذكي في التعليم التقني المستدام، تكامل التعليم التقني مع نظم المعلومات الجغرافية ودوره في مواءمة مخرجات التعليم مع سوق العمل في عصر الذكاء الاصطناعي ودمج الذكاء الاصطناعي في التعليم والتخصصات الهندسية وغير الهندسية (التحديات، الأهمية، وسبل التنبؤ)، واستراتيجيات المواجهة والتطوير. كما ويحتوي العدد على مقالات خارج موضوع التعليم التقني وغطت مواضيع مثل لماذا لم يعد الفصل بين الطب وطب الأسنان مقبولاً؟، هل نحن متجهون نحو الاحترار العالمي أم نحو عصر جليدي جديد؟ صمود الأبقار البلدية في مواجهة التغير المناخي، تأثير التغير المناخي ومقاومة المبيدات على الإدارة المستدامة للعنكبوت الأحمر ذو البقعتين، الاقتصاد الأخضر في الأردن: بين التحديات الهيكلية وفرص التحول المستدام، الزراعة كرافعة أساسية لتقليل البصمة الكربونية

الفرد، والأردن: حين تتحول الذاكرة إلى مشروع قوة، الآفاق الابتكارية للنانوتكنولوجي في تحفيز الاستجابات الفسيولوجية وتطوير استراتيجيات المكافحة المتكاملة: رؤية تطبيقية نحو أسمدة ومبيدات نانوية آمنة حيويًا ورصد وتوثيق خنافس اللحاء والأمبروزيا في الأردن والحديقة النباتية الملكية: مبادرة وطنية وخدمة مجتمعية. واشتمل العدد على العديد من نشاطات الجمعية ومنها لا الحصر اصدار العدد السابع عشر من مجلة البحث العلمي 'الابتكار والابداع وريادة الاعمال'، محاضرة متخصصة حول صناعة الأسمدة المتخصصة في الأردن، اتفاقية تعاون بين الأردنية للبحث العلمي والجمعية الكيميائية، محاضرة تناقش دور الابتكار في تحويل الأفكار إلى مشاريع ريادية في الأردن، محاضرة متخصصة بعنوان "بين العلم والعلمانية والدين"، ورشة عمل افتراضية تبحث دور البحث العلمي في تعزيز الاقتصاد الدائري بالعقبة، ورشة "البحث العلمي لتعزيز الاستدامة"، محاضرة حول مستقبل الأمن السيبراني والذكاء الاصطناعي، الأردن أمن غذائياً ومستقر رغم التحديات ومسابقة المشاريع الخضراء الصغيرة المبتكرة في الأردن.

وفي الختام، نتقدم بخالص الشكر والتقدير لجميع الباحثين الذين أثروا هذا العدد بمقالاتهم العلمية الرصينة، آمليين أن يسهم هذا الإصدار في دعم الحوار العلمي حول مستقبل التعليم التقني، وأن يشكل مرجعاً مهماً لصناع القرار والباحثين والممارسين في هذا المجال الحيوي. كما نأمل أن يكون هذا العدد خطوة إضافية نحو تعزيز دور البحث العلمي في خدمة التنمية وبناء مستقبل أكثر ابتكاراً وازدهاراً.

حفظ الله هذا الحمى... حفظ الله هذا الثرى... حفظ الله اردننا الغالي تحت ظلّ حضرة صاحب الجلالة

الهاشمية الملك عبد الله الثاني ابن الحسين المعظم وولي عهده الميمون الأمير الحسين بن عبدالله.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

# عنوان العدد

استراتيجيات التعليم

التقني لمواءمة

مخرجاته مع سوق

العمل في ظل الذكاء

الإصطناعي

## التعليم التقني: استثمار الأردن الذكي في المستقبل

عطوفة الأستاذ الدكتور خالد الحيارى

رئيس الجامعة الهاشمية



في عالم يتغير بوتيرة غير مسبوقة، لم يعد ممكنًا النظر إلى أنماط التعليم التقليدية بوصفها كافية لمواكبة تحولات الاقتصاد العالمي، فاليوم، تفرض الثورة الصناعية الرابعة المدعومة بالذكاء الاصطناعي واقعًا جديدًا يعيد صياغة مفاهيم العمل والإنتاج، ويضع المهارة التطبيقية في صدارة عناصر القوة والتنافس. من هنا، يبرز التعليم التقني بوصفه أحد أهم المسارات الوطنية القادرة على تمكين الشباب، وتعزيز جاهزيتهم للانخراط في سوق العمل بكفاءة واقتدار، فلم يعد هذا النمط من التعليم خيارًا بديلًا، بل أصبح ضرورة استراتيجية ملحة تتواءم مع طموحات الدولة في بناء اقتصاد قائم على المعرفة والإنتاج. فلم تعد العلاقة بين التعليم التقني وسوق العمل علاقة تقليدية، بل تحولت إلى علاقة تكامل حتمي، تفرضها طبيعة المرحلة وتسارع التحولات في بنية الوظائف، وهو ما يستدعي تطويرًا مستمرًا للبرامج الأكاديمية، بحيث تظل المؤسسات التعليمية قادرة على الاستجابة لمتطلبات الحاضر واستشراف احتياجات المستقبل.

وفي إطار التحديات الاقتصادية الراهنة، يبرز التعليم التقني كأداة فاعلة للحد من معدلات البطالة، من خلال تأهيل الشباب الأردني بمهارات تطبيقية تتوافق مع احتياجات السوق الفعلية، بما يسهم في إحلال الأيدي العاملة الأردنية مكان العمالة الوافدة تدريجيًا، خصوصًا في القطاعات التي تشهد طلبًا مرتفعًا على

المهارات الفنية والمهنية. وقد أثبتت تجارب دول متقدمة مثل ألمانيا والعديد من الدول نجاحها في بناء نماذج تعليم تقني متكاملة، تقوم على الشراكة بين المؤسسات التعليمية والقطاع الصناعي، مما أسهم في خفض معدلات البطالة وتعزيز الإنتاجية، ومن هنا فإن تبني نهج وطني متكامل لتطوير التعليم التقني في الأردن من شأنه أن يشكل نقطة تحول حقيقية في سوق العمل، ويعزز الاعتماد على الكفاءات الوطنية، ويدعم بناء اقتصاد أكثر استقرارًا وكفاءة.

وفي السياق الأردني، ينسجم هذا التوجه مع أهداف رؤية التحديث الاقتصادي، التي تضع تمكين الشباب ورفع كفاءتهم في صلب أولوياتها، خصوصًا في ظل التحدي المتزايد المتمثل في استيعاب الداخلين الجدد إلى سوق العمل، كما يحظى هذا المسار برعاية ملكية سامية يقودها جلالة الملك عبدالله الثاني ابن الحسين المعظم، وبمتابعة من ولي العهد سمو الأمير الحسين بن عبدالله الثاني، لترسيخ منظومة تعليمية حديثة قائمة على الابتكار والإنتاجية. ولم يعد دور التعليم التقني يقتصر على سد فجوة المهارات، بل تجاوز ذلك ليكون رافعة حقيقية لتحقيق التنمية المستدامة، من خلال إعداد كوادر قادرة على العمل في القطاعات الرقمية والخضراء، وتعزيز ثقافة الإنتاج المسؤول والاستخدام الكفؤ للموارد، وهو ما يجعل الاستثمار في هذا القطاع استثمارًا مباشرًا في مستقبل الأردن وتنافسيته.

وانطلاقًا من هذا الفهم، تمضي الجامعة الهاشمية بخطى واثقة نحو ترسيخ موقعها كمؤسسة رائدة في التعليم التقني، حيث تستعد لإطلاق كلية تقنية حديثة اعتبارًا من العام الجامعي 2027/2026، لتكون منصة متقدمة لإعداد كفاءات بشرية تمتلك المهارات التطبيقية والفنية وفق أحدث المعايير. وستطرح الكلية في مرحلتها الأولى برامج دبلوم تقني في تخصصات نوعية تعكس احتياجات السوق، مثل إنترنت الأشياء والأنظمة الذكية، وتحليل البيانات الضخمة، والطباعة ثلاثية الأبعاد والمواد المستدامة، إلى جانب تخصصات في الهندسة والتغذية السريرية، بما يجسد رؤية الجامعة في ربط التعليم بالإنتاج.

كما عززت الجامعة هذا التوجه عبر استحداث برامج أكاديمية متقدمة على مستوى البكالوريوس والماجستير في مجالات الذكاء الاصطناعي، وعلم البيانات، والأمن السيبراني، والتكنولوجيا المالية، والتسويق الرقمي، وهندسة الأنظمة الذكية، في خطوة تهدف إلى إعداد خريجين يمتلكون أدوات المستقبل. وتستند هذه

الجهود إلى بنية تحتية متطورة وبيئات تعليمية حديثة، تعتمد على دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتوظيف تطبيقات الواقع الافتراضي والواقع الممتد، بما يخلق تجربة تعليمية تفاعلية تحاكي الواقع العملي، وتعزز من كفاءة المخرجات التعليمية.

كما حرصت الجامعة الهاشمية على إعداد خطة استراتيجية طموحة للأعوام 2026-2029، تركز على محاور التعليم التقني، والبحث العلمي، والتطوير المؤسسي، بما يعزز مكانة الجامعة كمركز وطني لإعداد الكفاءات البشرية القادرة على قيادة التحول الاقتصادي.

في المحصلة، لم يعد التعليم التقني مجرد خيار تعليمي، بل أصبح عنواناً وركيزة أساسية لمرحلة جديدة يعيد فيها الأردن صياغة مستقبله بثقة، مستثمرًا في طاقات شبابه، ومؤسسًا لاقتصاد أكثر مرونة واستدامة، وفي قلب هذا التحول، تواصل الجامعة الهاشمية أداء دورها الوطني، شريكًا فاعلاً في بناء أردن المستقبل.

**المصدر: طلبه نيوز للإعلام الحر.**

## موائمة مخرجات التعليم التقني والتطبيقي مع حاجات سوق العمل

في ظل تطور الذكاء الاصطناعي

الأستاذ الدكتور مصطفى العدوان



يُعتبر التعليم التقني والتطبيقي من الركائز الأساسية التي تسهم في بناء اقتصاد قوي ومستدام، حيث يلعب دوراً محورياً في إعداد الكوادر الفنية المتخصصة التي تلبي متطلبات سوق العمل المتغيرة والمتطورة باستمرار. ففي ظل تطور الذكاء الاصطناعي والتحديات الاقتصادية والتكنولوجية، أصبح من الضروري موائمة مخرجات التعليم مع حاجات السوق لضمان تحقيق التنمية المستدامة وتقليل معدلات البطالة. وفي ظل ما نشهده من اشباع وركود العديد من التخصصات الانسانية والعلمية بما فيها الطب والهندسة، يستحق الامر البحث عن خيار آخر لاستكمال المسيرة التعليمية آخذين بعين الاعتبار التطور المتسارع والمتغير في سوق العمل واحتياجاته المقرونة بتزايد الطلب على المهارات التقنية والتطبيقية التي تؤهل الخريجين للعمل بكفاءة واقتدار في القطاعات الانتاجية المختلفة. ويمكن القول أيضاً أن إحياء دور الكليات التقنية وحصرها في جوانب التعليم التقني والتطبيقي وتشجيع الجامعات الوطنية على التركيز على التخصصات التقنية والتطبيقية يمثل ركيزة أساسية لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية، شريطة أن يكون متوافقاً مع حاجات سوق العمل المتغيرة تبعاً للتقدم التكنولوجي والذكاء الاصطناعي لضمان توفير فرص عمل حقيقية.

الأمر الذي يتطلب تعزيز الشراكة بين المؤسسات التعليمية والقطاع الخاص لتطوير المناهج وتحسين جودة التدريب تبعاً لهذه المتغيرات. عندها يمكن للتعليم التقني أن يلعب دوراً فاعلاً في بناء مستقبل مهني يسهم إيجاباً في دعم الاقتصاد الوطني. ففوة الدول تكمن في اقتصاد معرفي يقوم على العمل والانتاج، وبناء الاقتصاد هو بناء للوطن وتعزيز مكانته ومكتسباته.

### التعليم التقني ومواكبة الذكاء الاصطناعي

إن مواكبة التقدم العلمي التكنولوجي والتطورات التكنولوجية التي يحدثها الذكاء الاصطناعي تسهم حتماً في الموائمة مع حاجات سوق العمل بما يمثله من رؤية طموحة نحو مستقبل مزدهر يعتمد على الإنسان المبدع كقوة دافعة للتقدم والازدهار، ولن نتمكن من ذلك دون تطوير النظام التعليمي ليواكب التسارع في تطور الذكاء الاصطناعي. وبالتالي لا بد للمعنيين في قطاع التعليم من النهوض بتطوير التعليم التقني والتطبيقي من خلال العمل الجدي على إدخال عنصر التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي. الأمر الذي يؤكد أهمية تطوير المناهج الدراسية لتشمل مختلف مهارات الذكاء الاصطناعي بما يهيئ الطلاب لسوق العمل المحلي والخارجي المتغير باطراد. فالأردن بحاجة ماسة إلى بيئة تعليمية متجددة تحفز على البحث والتطوير وتدعم المشاريع العلمية التي تساهم في حل المشكلات الوطنية.

إن دمج الذكاء الاصطناعي في العملية التعليمية يعد من أهم الركائز التي تساهم في إعداد جيل قادر على مواجهة تحديات سوق العمل بكفاءة وفعالية. فالاعتماد فقط على التلقين النظري للمعلومات يصنع خريجاً يعاني من فجوة كبيرة بين ما تعلمه وبين ما يحتاجه الواقع. وبالتالي أصبح من الضروري تعظيم دور الذكاء الاصطناعي والتدريب العملي والمهارات الفنية والتقنية والسلوكية ضمن المناهج التعليمية لتحقيق تكامل بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي.

ففي عصر تسوده التحولات السريعة والمتطلبات المتزايدة لسوق العمل، أصبح من الضروري إعادة النظر في أساليب التعليم ومقاربتها، بحيث لا يقتصر الهدف على نقل المعلومات النظرية، بل على بناء جيل قادر على الانخراط الفعّال في بيئة العمل المتغيرة باستمرار. وهنا يمثل دمج التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي خطوة حيوية نحو تحقيق هذا الهدف، حيث يتيح للطالب ترسيخ المهارات العملية وتطبيق ما

يتعلمه في مواقف واقعية، وتطوير قدراته الحياتية والمهنية بما يتناسب مع متطلبات السوق الحديثة، وذلك لأسباب عدة أهمها:

أولاً: أن التعليم التقليدي يركز بشكل واسع على الحفظ والتلقين، وهو لا شك يعزز الجانب المعرفي للطالب لكن دون أن يطور مهاراته الحياتية والمهنية المهمة. هذه المهارات التي يتطلبها سوق العمل الحديث لم تعد تعتمد على المعرفة المجردة فقط، بل على القدرة على التواصل، والتكيف مع المستجدات، واستخدام الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا بفعالية.

ثانياً: إن إدماج التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي يجعل الطالب أكثر استعداداً للاندماج في سوق العمل. فعندما يدمج ضمن التخصص فإن ذلك يمكّنه من تجربة بيئة العمل الحقيقية، ومواجهة تحديات عملية، واكتساب خبرات واقعية تعزز من فرص توظيفه عند التخرج. الأمر الذي يجسر فجوة التوظيف ويمنح الشركات خريجين أكثر كفاءة ومهارة وجاهزية للعمل.

ثالثاً: كما أن إدماج الذكاء الاصطناعي في هذه المرحلة يعزز من ثقافة التعلم مدى الحياة، حيث يتعلم الطالب كيفية التعلم الذاتي وتطوير مهاراته باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي التي لا تتطلب قاعات تدريسية، بدلاً من الاعتقاد السائد بأن التعليم ينتهي مع الحصول على شهادة. وبالتالي، يصبح الخريج قادراً على مواجهة التغيرات المستمرة في سوق العمل والتكيف معها بسرعة.

رابعاً: بالإضافة إلى ما سبق، يسهم دمج الذكاء الاصطناعي كمهارات عملية في بناء شخصية الطالب ويحفزه على تحقيق أهدافه المهنية والشخصية.

ولتفعيل دمج الذكاء الاصطناعي لمواكبة احتياجات سوق العمل يمكن للمؤسسات التعليمية تطوير مناهجها لتشمل ما يتناسب طردياً مع احتياجات القطاع الصناعي والتجاري. كما ينبغي على المعلمين والمدرسين تبني أساليب تدريس حديثة تركز على دور الذكاء الاصطناعي في التعلم التفاعلي بدلاً من الطرق التقليدية. ولا شك بأن تعزيز دمج الذكاء الاصطناعي في التعليم لا يخدم متطلبات سوق العمل فقط، بل يتعدى ذلك ليسهم في بناء مجتمع قادر على مواكبة التحديات والاستفادة من الفرص المتاحة. فمن خلال تتبع تطورات التكنولوجيا الحديثة والذكاء الاصطناعي وتطوير أساليب التدريس الحديثة، يمكننا إعداد جيل

من المتعلمين الذين يتمتعون بالكفاءة والمرونة والقدرة على التكيف باستمرار. فالاستثمار في دمج الذكاء الاصطناعي هو استثمار في مستقبل الأفراد والمجتمعات، وضمانة لنجاحهم في عالم يتسم بالديناميكية والتنافسية.

ولا يمكن لأي تعليم تقني أو تطبيقي أن يحقق أهدافه التنموية والمهنية دون أن يولي أهمية كبيرة للمهارات العملية المبنية على استخدام التكنولوجيا. فخرىج اليوم يحتاج إلى تعليم متكامل يجمع بين المعرفة والمهارات لكي يكون قادراً على خدمة مجتمعه واقتصاده بفعالية. هنا يصبح تجويد التعليم التقني من خلال دمج التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في العملية التعليمية هدفاً استراتيجياً لكل الجهات المعنية بالتعليم والتدريب حتى تصبح الأجيال مهياًة بكفاءة لسوق العمل، وقادرة على مواجهة تحديات المستقبل بثقة واقتدار.

### تجويد التعليم التقني والتطبيقي

يعتبر التعليم التقني والتطبيقي مرحلة تعليمية هدفها التركيز على تأهيل الطلبة بالمهارات الفنية والتقنية اللازمة بمدد مختلفة وفي مجالات متعددة، وهو اليوم أحوج ما يكون للتجويد بإدخال الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا لتلبية التغيرات المتسارعة التي نشهدها في درجة اهتمام قطاعات الانتاج المختلفة بإدخال التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في دوراتها الانتاجية.

وهذا النوع من التعليم الذي يتميز بتركيزه على الجانب العملي والتطبيقي إذا ما احسنت إدارته يجعله جسراً فعلاً لربط التشغيل بمتطلبات سوق العمل المتجه نحو الاعتماد على التكنولوجيا الحديثة والذكاء الاصطناعي. وتتمثل أهمية ذلك في عدة نقاط رئيسية، منها:

1. توفير كوادر فنية مؤهلة قادرة على تشغيل وصيانة المعدات والآلات التقنية الحديثة.
  2. تعزيز الإنتاجية وتحسين جودة المنتجات بما يؤدي إلى دعم الاقتصاد الوطني.
  3. تقليل نسب البطالة وزيادة نسب التشغيل عبر تأهيل الشباب لسوق العمل المتغير باستمرار.
  4. إكساب الطلاب مهارات جديدة تمكنهم من تطوير أفكار ريادية وتحويلها إلى مشاريع انتاجية ناجحة.
- بالمقابل فان موائمة التعليم التقني مع حاجات سوق العمل في ظل التطور التكنولوجي تتطلب اتخاذ عدة خطوات استراتيجية لضمان تحقيق التكامل بين الجانبين، إذ لا بد لنا من الالتفات الى التحديات التي

تواجه موائمة التعليم التقني مع سوق العمل في ظل دخول الذكاء الاصطناعي كعامل مهم. فرغم الأهمية الكبيرة للتعليم التقني إلا أنه يواجه عدة تحديات تعيق تحقيق الموائمة المثلى، والتي يمكن تجاوزها بما يلي:

1. تحليل سوق العمل بشكل دوري وإجراء دراسات مستمرة لتحديد القطاعات الاقتصادية الأكثر نموًا، والمهارات المطلوبة لتعظيم إنتاجية تلك القطاعات.

2. تحديث المناهج الدراسية بناء على نتائج تحليل السوق أعلاه لتشمل المهارات التقنية الحديثة التي يحتاجها السوق المحلي والخارجي. فعدم تحديث المناهج بشكل مستمر يؤدي حتماً إلى خلق فجوة بين ما يتعلمه الطلاب وما يحتاجه السوق.

3. الشراكة مع قطاعات الإنتاج المختلفة لتوفير فرص تدريب عملي للطلاب لتعزيز جاهزيتهم للعمل. فضعف التنسيق بين المؤسسات التعليمية والقطاع الخاص في هذا المجال يقلل من فرص التدريب والتوظيف، وبالتالي يبقى الفجوة واسعة بين حاجات السوق المتجددة ومخرجات التعليم التقني.

4. توفير المشاغل والمختبرات اللازمة لتدريب الكوادر التعليمية على أحدث التقنيات المعتمدة على التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي بهدف ضمان تقديم تعليم تقني وفني يتناسب مع تلك التطورات. فعدم ملائمة البنية التحتية بالحد المأمول لهذه المتغيرات يؤثر سلباً على جودة التدريب العملي.

5. تشجيع التعلم المستمر وتحفيز الخريجين الجامعيين على اكتساب مهارات جديدة مع تنامي ظاهرة البطالة الجامعية في ظل الامكانيات المتاحة باستخدام الذكاء الاصطناعي.

6. وأخيراً البعد الاجتماعي وما يرافقه من تصورات سلبية تجاه التعليم التقني والفني حيث يفضل أغلبية الطلاب وأولياء الأمور التعليم الأكاديمي التقليدي، مما يتطلب معه إيجاد برامج توعوية محفزة للالتحاق بالبرامج والتخصصات التقنية، وقبل ذلك وضع سياسات تشجيعية للطلبة لالتحاقهم بشكل أوسع بالتخصصات المطلوبة لقطاعات التشغيل المختلفة.

### دور التعليم التقني والتطبيقي في التشغيل

لا يختلف اثنان على أهمية التشغيل في الحد من مشكلتي البطالة والفقر، ولا على دور التعليم التقني والتطبيقي في توفير الموارد البشرية المناسبة ومدى انسجامها مع متطلبات التشغيل محلياً وخارجياً. بالمقابل

فإن ضعف الترابط بين الجهات التي تدير قطاع التعليم التقني والتطبيقي وقطاعات التشغيل على مستوى السياسات والاستراتيجيات انعكس بدوره سلبا على كفاءة الموارد البشرية التي يحتاجها سوق العمل ومدى توفرها، حيث أصبح من الضروري معالجة هذا الضعف بتجسير العلاقة بين تلك القطاعات.

وكما أكد سمو الامير الحسن في لقائه الصناعيين ورؤساء الجامعات في مدينة الحسن وجامعة اليرموك فقد أصبح من الضروري ربط الشركات الصناعية بالجامعات وبما يسهم في تطوير المهارات التقنية ورفع كفاءة مخرجات التعليم العالي التقني لخدمة الاقتصاد الوطني ودعم التنمية المستدامة. فتجسير العلاقة مع قطاعات الانتاج المختلفة، خاصة الصناعية منها، كفيل بتلبية احتياجات سوق العمل المتطورة والمتغيرة في ظل التطور التكنولوجي والذكاء الاصطناعي.

وبالتالي فإن منظومة التعليم والتدريب المهني والتقني في الجامعات العامة والخاصة على حد سواء بحاجة ماسة للعديد من الإجراءات لتوسيع هذه الشريحة وتجويد مخرجاتها وربطها بكفاءة مع برامج التشغيل والتدريب. كذلك حث الجامعات على تطوير وبناء البرامج التدريبية والتخصصات التعليمية المناسبة في المجالات التقنية والمهنية بما يتلاءم واحتياجات سوق العمل المتغيرة والتي تتأثر بانتظام بتطور الذكاء الاصطناعي والتقدم التكنولوجي إذا ما أردنا لبلدنا التوجه نحو الاقتصاد المعرفي.

ونظرا لكون القطاع الخاص هو المحرك الاساس للتشغيل، وبالنتيجة تخفيض نسب البطالة والفقر، فقد يكون من المناسب وضع تشريعات محفزة تدفعه للاستثمار في التدريب والتعليم المهني والتقني. ومن المناسب أيضا إشراكه في وضع سياسات التعليم والتدريب والمساهمة في تطوير برامج التدريب والتعليم المهني والتقني والاستثمار فيه. إذ يتضح للمطلعين أن مستوى الرضا العام عن أداء القطاع العام والقطاع الخاص منفردين أقل من المستوى المطلوب، الأمر الذي يتطلب التنسيق المستمر بين المرجعيات الناظمة لعمل تلك القطاعات على مستوى السياسات والاستراتيجيات العامة، ومعالجة محدودية الموارد المالية المستثمرة في التدريب والتعليم بما يتطلب زيادة المخصصات المالية المحلية.

كما أن الحاجة ماسة لتحسين قدرات وزارة العمل وهيئة الخدمة المدنية على توفير المعلومات للباحثين عن العمل، وإيجاد مصدر معلومات متكامل يغطي جانبي العرض والطلب في التخصصات والمهارات

المطلوبة، ويتيح لكافة الأطراف الاطلاع عليه بهدف تطوير الخطط والبرامج التي تتناسب واحتياجات السوق المحلي والخارجي، ورفع كفاءة الباحثين عن عمل، مقابل التخفيض التدريجي والانتقائي للعمالة الوافدة. إذ أن تطوير استراتيجيات التعليم والتدريب يتطلب التركيز على تبني أنظمة تعليمية وتدريبية منسجمة مع تطور الذكاء الاصطناعي ومتطلبات الاختصاصات التقنية والمهنية الجديدة.

كذلك التركيز على دعم القطاعات الاقتصادية الواعدة من خلال التوجه للاقتصاد المعرفي (Knowledge-Based Economy)، خاصة تلك التي تشهد تطوراً متسارعاً في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتوطينها في المناطق الأقل دخلاً وتنمية، وبناء استراتيجية لتطوير وتحسين مهارات أبنائها الباحثين عن عمل. فمن الأفضل تضيق الفجوة بين المجتمعات المحلية في مناطق الريف والمدن، وربط برامج التعليم والتدريب باحتياجات التنمية المحلية في المناطق الأقل دخلاً وتنمية. فتحفيز النشاط الاقتصادي خارج المدن الكبرى يتطلب شروطاً تفضيلية في جوانب التخطيط والتمويل وإزالة العوائق التي تحول دون تنقل العاملين من مناطق سكنهم إلى مكان العمل (Regional Mobility) من خلال المساهمة في دعم تكاليف السكن وتوفير وسائل نقل مدعومة لتمكين أفراد المجتمعات البعيدة جغرافياً من الالتحاق بعملهم في المناطق التي تتركز فيها فرص العمل المستحدثة.

ويمكن هنا إدراج العديد من الحجج التي تجعل من التعليم التقني والتطبيقي الخيار الأمثل لما يمثله هذا المسار من فرص وظيفية واعدة وقادرة على تلبية احتياجات سوق العمل المتزايدة في الطلب على الكوادر التقنية والفنية في مجالات الهندسة وتكنولوجيا المعلومات والمهن الصحية وغيرها من مستلزمات الصناعات الحديثة. الأمر الذي يتيح لخريجيه العديد من الفرص الوظيفية مقارنة بزملائهم في التخصصات الأخرى لما يوفره لهم من مهارات متخصصة تمكنهم من ولوج سوق العمل ببسر وسهولة وبأجور تنافسية. كما أن تعدد التخصصات التقنية والتطبيقية تمنح الطالب مرونة في اختياراته بحيث تمكنه من الالتحاق بما يتناسب مع ميوله وشغفه. ويمكن هنا على سبيل المثال لا الحصر الإشارة لبعض التخصصات التكنولوجية التي تعد من أسرع الوظائف نمواً في المستقبل. فاستناداً إلى تقرير مستقبل الوظائف الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي لعام 2025 تبدو الحاجة ماسة لتلبية (11) مليون فرصة عمل بحلول عام

2030 وفي مقدمتها وظائف الذكاء الاصطناعي الذي يعد من أسرع المجالات نموًا، مع توقع زيادة كبيرة في الطلب على مختصي تطبيقات الذكاء الاصطناعي في العديد من الصناعات. كما أن تزايد الهجمات السيبرانية يجعل تخصصًا مثل أمن المعلومات تخصصًا مطلوبًا بشكل متزايد حيث يحتاج الاردن وحده الى (8) الاف وظيفة خلال السنوات الخمس القادمة حسب تصريح الدكتور احمد حياصات رئيس المجلس الوطني للأمن السيبراني. ولا يمكن أن نغفل هنا تخصصات الحوسبة السحابية لاعتماد الشركات عليها بشكل أكبر مما يخلق طلبًا متزايدًا على مطوري الأنظمة السحابية. يضاف الى ذلك تقنيات الواقع المعزز والافتراضي في الترفيه والتصميم.

أما في مجال الاعمال فان الطلب يتزايد على المحللين الذين يمكنهم استخراج المعلومة القيمة من البيانات الضخمة المتوفرة بين أيديهم لتمكين المؤسسات من اتخاذ قرارات ذكية في مجالات الأعمال والعلوم على حد سواء. ففي المجالات الهندسية التقنية يتزايد الطلب على التقنيات الهندسية الحديثة خصوصا في مجال الطاقة المتجددة. كما يمكن الإشارة الى ارتفاع الطلب على التخصصات التقنية الطبية في مجالات الرعاية الصحية المختلفة ومهن التمريض الدقيقة وتقنيات الحد من الأثر البيئي خشية تفشي العديد من الامراض. وحتى في التخصصات الأقل طلبًا والتي تحظى بشعبية مثل تخصصات العلوم الإنسانية والاجتماعية يحتاج حاملوها إلى اكتساب مهارات إضافية تقنية أو تطبيقية في الحوسبة لخلق فرصة عمل مناسبة.

هذه أمثلة على ما يمكن أن يقدمه التعليم التقني والتطبيقي في ظل تطور الذكاء الاصطناعي من فرص تعليمية ووظيفية مختلفة. الامر الذي يدفعنا للتأكيد على أن دمجها معا هو الطريق الامثل نحو برامج تقنية متقدمة وفرص عمل حقيقية. انه خيار المستقبل الواعد الذي يوفر مجموعة واسعة من التخصصات، وبالتالي مرونة في اختيار المسار التعليمي الذي يناسب مختلف اهتمامات وطموحات الطلبة. وبعيدا عن المؤثرات الاجتماعية، أصبح التعليم التقني المبني على التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي أساس بناء المجتمعات المتقدمة والاقتصاد القوي، وطريق بديل لتقليل نسب البطالة والفقر وتوفير واشغال فرص عمل حقيقية.

ولا بد من التنكير هنا بأن التعليم بمختلف مراحلها كان دوماً من أولويات القيادة الهاشمية، مع التركيز على الاستفادة من التقدم العلمي والتكنولوجي، حيث أكد جلالة الملك عبد الله في العديد من خطب العرش على ضرورة النهوض بالتعليم وتطويره لمواكبة التطورات العالمية والتحديات المعاصرة، وأن لا مجال للتراخي في هذا المجال، وأن "علينا أن ننهض بنظامنا التعليمي ليكون أكثر مواكبة لمتطلبات العصر".

كما أشار جلالته في مختلف كتب التكليف السامي الى ضرورة إدخال التكنولوجيا الرقمية كجزء لا يتجزأ من حياة الانسان في القرن الحادي والعشرون قائلاً "علينا أن نواكب الثورة الرقمية، وأن نجهز أجيالنا بالمهارات التي تؤهلهم لعالم متغير سريع الخطى، فالتعليم اليوم ليس كما كان بالأمس، بل هو بوابة المستقبل". كما أشار جلالته مراراً إلى أن الاستثمار في التعليم هو استثمار في المستقبل، وأن تطوير التعليم يجب أن يكون متواكباً مع متطلبات العصر الرقمي والتكنولوجي.

وفي الختام لا بد من التأكيد على أن التعليم التقني والتطبيقي المدعوم بالذكاء الاصطناعي أصبح الركيزة الأساسية لأي مجتمع يسعى للتقدم والازدهار وبناء اقتصاده على أسس متينة. فهو أحد أهم عوامل بناء الانسان وصقل مهاراته، وبالتالي توفير فرص العمل المناسبة في اقتصاد السوق المتغير بما ينعكس ايجاباً على تقليل نسب التعتل ومكافحة الفقر ورفاهية المجتمع ككل. فالتعليم التقني والتطبيقي إذا ما أحسن توجيهه نحو استخدام الذكاء الاصطناعي يصبح الخيار الامثل كونه يميل للتركيز بشكل أكبر على الجوانب العملية والتطبيقية، وبالتالي يمكّن الخريجين من إيجاد فرصة عمل واعدة، وفي نفس الوقت تلبية حاجة المؤسسات الاقتصادية المختلفة المتعطشة إلى كوادر مؤهلة ومدربة على استخدام التكنولوجيا الحديثة. وبالنتيجة سهولة الانخراط في سوق العمل بصورة أسرع بالمقارنة مع التعليم الجامعي التقليدي المشبع. إن ما يمكن أن يقدمه التعليم التقني والتطبيقي في ظل تطور الذكاء الاصطناعي من فرص تعليمية ووظيفية مختلفة يدفعنا للتأكيد على أن دمجها معاً هو الطريق الامثل، وهو خيارنا لمستقبل الاردن الواعد.

استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجات سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي:

دراسة تحليلية للمؤسسات التعليمية الأردنية

الدكتور عمر سليمان العبادي

مديرة التربية والتعليم للواء قسبة المفرق، وزارة التربية والتعليم



## المقدمة

يشهد العالم المعاصر انعطافه تاريخية وصفتها الأدبيات الاقتصادية بـ "الثورة الصناعية الرابعة"، حيث برز الذكاء الاصطناعي ليس فقط كأداة لتحسين الإنتاجية، بل كقوة زعزعة أعادت تعريف مفهوم "القيمة المضافة" للمورد البشري. إن التحدي الذي يواجه المنظومات التربوية، وتحديدًا في دول نامية ومستقرة سياسياً كالأردن، يكمن في كيفية ردم الهوة العميقة بين مناهج تعليمية صممت لعصر الصناعة التقليدية، وسوق عمل محكوم بخوارزميات التعلم الآلي والبيانات الضخمة. إن التحول نحو اقتصاد المعرفة في الأردن لم يعد خياراً استراتيجياً بقدر ما هو ضرورة وجودية تفرضها تقارير منظمة اليونسكو (UNESCO, 2023)، والتي تؤكد أن التعليم التقني هو الرافعة الأساسية لامتناس صدمات البطالة الناتجة عن الأتمتة. وبالنظر إلى رؤية التحديث الاقتصادي الأردنية (2022)، نجد أن الدولة تهدف إلى استقطاب استثمارات في قطاعات "الخدمات المستقبلية"، وهو ما يتطلب جيلاً من الفنيين الذين يتجاوزون مهارة "التشغيل" إلى مهارة "التكيف

الرقمي". فالمواءمة هنا تعني قدرة الخريج التقني على إعادة تشكيل مهاراته ذاتياً بمجرد ظهور خوارزمية جديدة في مجاله المهني.

إن التعليم التقني والمهني في الأردن يقف اليوم أمام استحقاق وطني يتجاوز مجرد التدريب على الحرف؛ إذ تتطلب "رؤية التحديث الاقتصادي 2033" تحويل الأردن إلى مركز إقليمي للخدمات الرقمية والابتكار. وهذا يتطلب استراتيجيات تعليمية تتسم بالمرونة الديناميكية، قادرة على دمج مفاهيم الذكاء الاصطناعي في صلب التخصصات التقنية كالميكاترونكس، الطاقة المتجددة، والخدمات اللوجستية. تسعى هذه المقالة إلى تشریح واقع هذه الاستراتيجيات في المؤسسات الأردنية، بدءاً من المدارس التي تبنت نظام BTEC وصولاً إلى الجامعات التقنية الرائدة (Jordan Strategy Forum, 2023).

### الذكاء الاصطناعي وإعادة هيكلة المهارات

قبل الغوص في الاستراتيجيات، يجب تحليل طبيعة التغيير في المهارات التقنية. لم يعد الذكاء الاصطناعي يقتصر على "الوظائف ذات الياقات البيضاء"، بل امتد ليغير طبيعة العمل الفني الميداني. تشير التقارير الدولية إلى أن المهارات المطلوبة في عام 2026 ستتركز حول "الذكاء التحليلي" و"هندسة النظم المعقدة" (World Economic Forum, 2023). في الأردن، تظهر البيانات أن الوظائف التي تعتمد على المهام التكرارية هي الأكثر عرضة للاندثار، بينما تزداد الحاجة إلى فنيين يمتلكون مهارات "تكامل النظم". إن الاستراتيجية التعليمية الناجحة هي التي تنقل الطالب من مرحلة "التشغيل اليدوي" إلى مرحلة "الإشراف الرقمي" على الأنظمة المؤتمتة، وهو ما يتسق مع الميثاق الوطني لأخلاقيات الذكاء الاصطناعي الذي أطلقته وزارة الاقتصاد الرقمي والريادة (Ministry of Digital Economy and Entrepreneurship, 2023).

### استراتيجيات التعليم التقني في المدارس الأردنية (نظام BTEC نموذجاً)

يمثل تبني وزارة التربية والتعليم لنظام (Pearson BTEC) نقلة نوعية في فلسفة التعليم التقني الثانوي. هذا النظام لا يعمل بمعزل عن التطور التقني، بل يستند إلى معايير عالمية تواءم مخرجات التعلم مع متطلبات الثورة الصناعية الرابعة. تعتمد استراتيجية وزارة التربية والتعليم في تطبيق نظام BTEC على

مفهوم 'الوحدات النمطية المتكاملة'. ففي تخصص مثل 'الهندسة الكهربائية'، يتم دمج وحدة تدريبية حول 'التحكم المنطقي المبرمج (PLC)'، وهي النواة الصلبة للذكاء الاصطناعي في المصانع. ويشير دليل التعليم المهني (Ministry of Education, 2023) إلى أن الطالب الأردني في هذا المسار يتعلم كيفية برمجة الحساسات الذكية واستخدام البيانات اللحظية لتعديل أداء الآلة. هذا الربط المباشر بين المادة النظرية والتطبيق البرمجي يكسر الجمود التقليدي في التعليم المهني الأردني، ويجعل من خريج الثانوية العامة (المسار التقني) قادراً قادراً على دخول سوق العمل أو إكمال تعليمه الجامعي دون فجوة معرفية رقمية.

### 1. التقييم القائم على المشروعات والذكاء الاصطناعي

تعتمد استراتيجية BTEC على إلغاء الامتحانات التقليدية واستبدالها بـ "المهام الأدائية". هذا التحول يخدم مواءمة سوق العمل لأن الذكاء الاصطناعي يمكنه الإجابة على الأسئلة المعرفية، لكنه لا يستطيع محاكاة قدرة الطالب على تنفيذ مشروع "صيانة نظام ذكي" من الألف إلى الياء. تؤكد وزارة التربية والتعليم الأردنية أن هذا النظام ينمي مهارات التفكير المستقل وحل المشكلات المعقدة، وهي الكفايات التي يطلبها أرباب العمل في القطاع الخاص الأردني (Ministry of Education, 2023).

### 2. رقمنة المسارات المهنية

تم تحديث المسارات المهنية في المدارس الأردنية لتشمل تخصصات تكنولوجيا المعلومات والهندسة بأسلوب تطبيقي. الاستراتيجية هنا تعتمد على دمج برمجيات التصميم المدعومة بالذكاء الاصطناعي (Generative Design) في مناهج النجارة والحدادة والكهرباء الحديثة، مما يجعل الخريج "فنياً رقمياً" قادراً على التعامل مع طابعات ثلاثية الأبعاد وماكينات (CNC) المبرمجة (National Center for Human Resources Development, 2023).

### استراتيجيات الجامعات التقنية (جامعة الحسين التقنية نموذجاً)

تعتبر جامعة الحسين التقنية المختبر الحي لتطبيق استراتيجيات المواءمة في الأردن. لقد تجاوزت الجامعة المفهوم التقليدي للمحاضرة نحو التعلم المدمج بالصناعة. تجسد جامعة الحسين التقنية (HTU, 2024) فلسفة 'الجامعة داخل المصنع'، حيث أثبتت تقاريرها السنوية أن إشراك القطاع الخاص في صياغة

الخطط الدراسية أدى إلى تقليص 'زمن التكيف الوظيفي' للخريجين. وبحسب منتدى الاستراتيجيات الأردني (JSF, 2023)، فإن الشركات في الأردن كانت تضطر سابقاً لإعادة تدريب الخريجين لمدة تتراوح بين 6 إلى 12 شهراً، أما في ظل الاستراتيجيات التقنية الحديثة التي تتبناها الجامعات الرائدة، فقد أصبح الخريج يتعامل مع أدوات الذكاء الاصطناعي كجزء من أدواته اليومية. هذا النجاح يعزى إلى استراتيجية 'التملذة الصناعية' التي تدمج الطالب في بيئة عمل حقيقية يستخدم فيها الذكاء الاصطناعي لتحسين سلاسل التوريد أو إدارة الطاقة.

### 1. استراتيجية "التملذة الصناعية الحديثة"

تقوم هذه الاستراتيجية على مبدأ أن "مكان العمل هو مكان التعلم". من خلال إلزام الطلبة بسنة تدريبية كاملة في الشركات (In-Company Training)، يواجه الطلبة حقيقة تأثير الذكاء الاصطناعي على تخصصاتهم. تشير تقارير الجامعة إلى أن 80% من طلبتها يحصلون على عقود عمل قبل التخرج بفضل هذه المواءمة المباشرة (Al Hussein Technical University, 2024).

### 2. مختبرات الابتكار والذكاء الاصطناعي التوليدي

قامت الجامعات التقنية الأردنية، وبدعم من مبادرات ملكية، بتأسيس مراكز تميز بالتعاون مع شركات مثل Nvidia. هذه المراكز تعتمد استراتيجية "نقل التكنولوجيا"، حيث يتعلم الطالب كيفية بناء نماذج ذكاء اصطناعي تخدم الصناعات المحلية، مثل تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المصانع الأردنية باستخدام خوارزميات التنبؤ (Jordan Strategy Forum, 2024).

### التحديات والمعوقات اللوجستية والفكرية

رغم الزخم الاستراتيجي، تواجه المواءمة في الأردن تحديات هيكلية. يشير الباحثون إلى أن "الفجوة الرقمية" لا تزال قائمة بين المراكز الحضرية والمحافظات. على الرغم من الزخم الاستراتيجي، تبرز عقبة 'الفجوة التكنولوجية التراكمية'. يشير المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية (NCHRD, 2023) إلى أن 60% من الورش المهنية في المحافظات خارج العاصمة لا تزال تعتمد على آلات تعود لعقد التسعينيات، مما يجعل تدريس الذكاء الاصطناعي فيها أمراً نظرياً بحتاً. ويتفق هذا مع تحذيرات البنك المركزي الأردني

(CBJ, 2023) حول كلفة التحول الرقمي؛ إذ إن تمكين مدرسة مهنية واحدة بتقنيات الذكاء الاصطناعي يتطلب ميزانية تعادل ميزانية تطوير عشر مدارس تقليدية. لذا، فإن استراتيجية الموازنة تتطلب نموذجاً تمويلياً مبتكراً يعتمد على 'الاستثمار المشترك' بين الحكومة والقطاع الخاص المستفيد من هذه الكفاءات.

**1. تحدي تأهيل الكوادر:** إن الانتقال نحو الذكاء الاصطناعي يتطلب مدربين يمتلكون "عقلية برمجية". تشير الدراسات المحلية إلى وجود مقاومة للتغيير لدى بعض الكوادر التعليمية التقليدية التي ترى في الأتمتة تهديداً لدورها الوظيفي (NCHRD, 2023).

**2. الكلفة التشغيلية:** يتطلب التعليم التقني المرتبط بالذكاء الاصطناعي بنية تحتية باهظة (خوادم عالية الأداء، رخص برمجيات، أجهزة استشعار)، وهو ما يشكل عبئاً على موازنة المؤسسات الحكومية في ظل الظروف الاقتصادية الراهنة (Central Bank of Jordan, 2023).

### معالجة الانكشاف الرقمي والفجوة الجغرافية

إن نجاح استراتيجيات الموازنة في الأردن يصطدم بواقع الفجوة التكنولوجية التراكمية بين العاصمة والمحافظات؛ حيث تشير البيانات إلى أن 60% من الورش المهنية في المناطق الطرفية لا تزال تعتمد على تقنيات قديمة، مما يحول تدريس الذكاء الاصطناعي إلى ترف نظري بعيد عن الممارسة التطبيقية (المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية، 2023). هذا الانكشاف الرقمي يستوجب تبني نموذج تمويلي مبتكر يقوم على الاستثمار المشترك بين الحكومة والقطاع الخاص، لتجاوز الكلف الباهظة التي تعادل ميزانية تطوير مدرسة ذكية واحدة فيها عشرة أضعاف المدرسة التقليدية (البنك المركزي الأردني، CBJ 2023). إن الهدف الأسمى هو تمكين الفني الأردني من مهارات تكامل النظم ليكون قادراً على إعادة تشكيل مهاراته ذاتياً، وهو ما ينسجم مع التوجهات الاستراتيجية الوطنية (وزارة الاقتصاد الرقمي والريادة، 2023).

### استشراف المستقبل والتوصيات المقترحة

لضمان استدامة الموازنة، يجب على المؤسسات الأردنية تبني "النموذج التكيفي" الذي يتضمن:

**1. استراتيجية التعلم مدى الحياة (Micro-credentialing):** منح شهادات قصيرة المدى في مهارات الذكاء الاصطناعي للفنيين الممارسين في سوق العمل الأردني لتحديث مهاراتهم (Upskilling).

2. **الشراكة الثلاثية (Triple Helix):** تفعيل التعاون بين الحكومة، الأكاديمية، والقطاع الخاص لضمان أن المناهج التقنية تُحدث كل 6 أشهر لمواكبة قفزات الذكاء الاصطناعي (JSF, 2024).
3. **التركيز على المهارات البشرية الفريدة:** تعزيز تدريس الأخلاقيات، القيادة، والذكاء العاطفي داخل المسارات التقنية، كونها المنطقة التي يتفوق فيها الإنسان على الآلة (WEF, 2023).

## الخاتمة

إن مسيرة التعليم التقني في الأردن نحو المواءمة مع عصر الذكاء الاصطناعي قد بدأت بالفعل من خلال مبادرات ريادية ونظم عالمية مثل BTEC. إلا أن النجاح الحقيقي لا يقاس بعدد المختبرات المنشأة، بل بقدرة هذه المنظومة على إنتاج "تقنيين مبتكرين" لا يكتفون بتشغيل الآلة، بل يطورونها. إن التكاثر بين المؤسسات المدرسية والجامعية، مع دعم حقيقي من القطاع الخاص، هو السبيل الوحيد لجعل الأردن نموذجاً إقليمياً في تطويع التكنولوجيا لخدمة التنمية البشرية والاقتصادية. وعليه، فإن نجاح هذه الاستراتيجيات يتوقف على بناء منظومة تقنية مسؤولة؛ حيث يجب أن يقترن التدريب على أدوات الذكاء الاصطناعي بالالتزام التام بميثاق أخلاقيات الذكاء الاصطناعي الأردني (وزارة الاقتصاد الرقمي والريادة، 2022). إن دمج هذه المبادئ الأخلاقية في مناهج التعليم التقني يضمن حماية الخصوصية الوطنية والتعامل الآمن مع البيانات، مما يرفع من جودة وموثوقية المورد البشري الأردني في المنافسة العالمية. توصي الدراسة بضرورة تفعيل 'المختبرات الوطنية المفتوحة للذكاء الاصطناعي' (National AI Open Labs)، وهي توصية تتقاطع مع الاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي 2023-2027 (MODEE, 2023). تهدف هذه الاستراتيجية إلى توفير بيئة تجريبية (Sandboxing) للطلبة التقنيين لاختبار ابتكاراتهم دون كلف برمجية عالية. كما يجب إلزام كافة المؤسسات التعليمية التقنية بتبني 'ميثاق أخلاقيات الذكاء الاصطناعي'، لضمان أن الاستخدام التقني يراعي الخصوصية الوطنية والأمن السيبراني الأردني، مما يعزز من سمعة الخريج الأردني في الأسواق الإقليمية والدولية.

## المراجع العربية

- البنك المركزي الأردني. 2023. التقرير السنوي 2023: التطورات الاقتصادية والمالية وكلف التحول الرقمي، عمان، الأردن.
- جامعة الحسين التقنية. 2024. تقرير الاستدامة والتشغيل السنوي ومؤشرات مواءمة الخريجين. عمان، الأردن. متاح عبر التقرير السنوي الداخلي لجامعة الحسين.
- المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية. 2023. دراسة الفجوة المهارية واحتياجات سوق العمل في القطاعات التقنية والذكاء الاصطناعي.
- منتدى الاستراتيجيات الأردني. 2023. التعليم المهني والتقني في الأردن: الفجوة بين المخرجات والتحول الرقمي.
- وزارة الاقتصاد الرقمي والريادة. 2022. ميثاق أخلاقيات الذكاء الاصطناعي الأردني. عمان، الأردن.
- وزارة الاقتصاد الرقمي والريادة. 2023. الاستراتيجية الوطنية للذكاء الاصطناعي والخطة التنفيذية 2023-2027. عمان، الأردن.
- وزارة التربية والتعليم الأردنية. 2023. دليل التعليم المهني والتقني المطور: مسار BTEC والمهارات المستقبلية. عمان، الأردن.

## References

- Jordan Strategy Forum. 2024. Assessing the impact of AI on the Jordanian labor market: Opportunities and challenges. JSF Publications. Retrieved from: <https://jsf.org>.
- World Economic Forum. 2023. The future of jobs report 2023. World Economic Forum Publications. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>.

## استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي

المهندس محمد بلال الشريعة

كلية تكنولوجيا المعلومات وعلوم الحاسوب، جامعة اليرموك



### المخلص

لم تعد مواءمة التعليم التقني والمهني مع سوق العمل مسألة تطوير شكلي للمناهج أو إضافة مساقات مستحدثة، بل أصبحت قضية بنيوية تتصل بقدرة المؤسسة التعليمية على قراءة التحولات المهنية قبل وقوعها، ثم ترجمتها إلى كفايات، وتدريب، وتقييم، وشراكات منتجة. وفي ظل الانتشار المتسارع للذكاء الاصطناعي، لم تعد الوظائف تتغير على مستوى المسميات فقط، بل على مستوى المهام الدقيقة داخل كل وظيفة؛ وهو ما يفرض على التعليم التقني إعادة النظر في بنيته التعليمية، وفي علاقة المنهج بالتقنية، وفي دور المعلم، وطبيعة التقييم، ونمط الارتباط بسوق العمل. وتذهب هذه المقالة إلى أن نجاح التعليم التقني في عصر الذكاء الاصطناعي لن يتحقق عبر "إدخال التكنولوجيا" فحسب، بل عبر بناء نموذج تعليمي مرن، قائم على الكفايات، متصل ببيئة العمل، ومسنود ببيانات مهارية محدثة، وقادر على إعداد متعلم يتقن الأداء المهني ويملك في الوقت ذاته وعياً نقدياً وأخلاقياً في استخدام الأدوات الذكية. وتشير الأدلة الحديثة إلى أن الأثر الغالب للذكاء الاصطناعي سيكون تعزيز العمل أكثر من الإحلال الكامل محل الوظائف، وأن سوق العمل يتجه أكثر فأكثر إلى طلب حزم مهارية هجينة تجمع بين المهارات التقنية، والمهارات الرقمية، ومهارات التفكير والحكم المهني والتواصل (منظمة العمل الدولية، 2023؛ OECD, 2023).

## 1. المقدمة

لم يعد السؤال المطروح اليوم هو: هل يحتاج التعليم التقني إلى التطوير؟ بل أصبح: كيف يمكن لهذا التعليم أن يسبق تحولات سوق العمل بدل أن يلاحقها متأخرًا؟ فالتقارير الحديثة في الأردن والمنطقة تشير إلى أن المشكلة لم تعد في مبدأ وجود التعليم التقني، بل في درجة قدرته على إنتاج خريج يمتلك مهارات قابلة للتشغيل الفعلي، وقابلة كذلك للتجدد مع تسارع التغير التكنولوجي. وقد أظهرت مراجعة اليونسكو لنظام التعليم والتدريب التقني والمهني في الأردن أن السوق يتسم ببطالة مرتفعة نسبيًا ونقص واضح في المهارات، بما يدل على أن النظام التعليمي والتدريب لا يلبي تمامًا احتياجات سوق العمل، رغم اتساع الاهتمام الوطني بالإصلاح والتحديث (اليونسكو، 2024).

وفي هذا السياق، جاء الذكاء الاصطناعي ليضاعف التحدي ويعيد تعريف مفهوم "الاستعداد المهني". فالمتعلم لم يعد بحاجة إلى مهارة تنفيذية فقط، بل إلى قدرة على التفاعل مع أنظمة ذكية، والتحقق من مخرجاتها، وفهم حدودها، والتعامل مع آثارها المهنية والأخلاقية. ومن هنا، فإن أي مقارنة جادة لمواءمة التعليم التقني مع سوق العمل لا يمكن أن تبقى أسيرة تصور قديم يعتبر أن المهنة مجموعة إجراءات ثابتة، لأن الذكاء الاصطناعي غير بنية العمل نفسها، وجعل من المرونة والتعلم المستمر والقدرة على التكيف شروطًا أساسية للنجاح المهني (اليونسكو، 2023؛ اليونسكو، 2025).

كما أن توسع تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاعات الطب، والهندسة، والإدارة، والخدمات، والتعليم، والاتصالات جعل المؤسسات التعليمية أمام مسؤولية جديدة تتمثل في إعداد متعلمين يمتلكون مهارات تقنية ومهنية تتوافق مع احتياجات الاقتصاد الرقمي، لا مع تصورات مهنية تقليدية لم تعد كافية في بيئة العمل المعاصرة (Schwab, 2024؛ World Economic Forum, 2025).

## 2. التحولات في سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي

يشهد سوق العمل العالمي تحولات عميقة نتيجة التوسع في تطبيقات الذكاء الاصطناعي، ويمكن إبراز أهم هذه التحولات في النقاط الآتية:

## 1.2. إعادة تشكيل المهام داخل الوظائف

تتمثل خطورة التحول الرهين في أن الذكاء الاصطناعي لا يعمل غالبًا على إزالة المهنة بالكامل، بل على إعادة توزيع المهام داخلها. وهذا يعني أن أثره يظهر أولاً في طبيعة الأداء المطلوب من العامل، لا في اختفاء المهنة من الأصل. وتشير دراسة منظمة العمل الدولية حول الذكاء الاصطناعي التوليدي والوظائف إلى أن الأثر المرجح عالمياً هو تعزيز المهن عبر أتمتة بعض المهام داخلها، وليس الإحلال الكامل محل العاملين. كما تبين الدراسة أن هذا الأثر يتفاوت بحسب بنية المهن ومستوى دخل الدول، وأن الوظائف الكتابية والإدارية من أكثر المجالات تعرضاً لهذا التحول (منظمة العمل الدولية، 2023).

## 2.2. نمو الطلب على الوظائف التقنية والرقمية

يتزايد الطلب على الوظائف المرتبطة بالذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات، والأمن السيبراني، والروبوتات، وإنترنت الأشياء، والحوسبة السحابية، إلى جانب وظائف جديدة هجينة تجمع بين المعرفة التقنية والقدرات الإنسانية (UNESCO, 2025).

## 3.2. صعود المهارات الهجينة

توضح منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية أن الوظائف التي تتطلب مهارات مرتبطة بالذكاء الاصطناعي ما تزال تشكل نسبة صغيرة من إجمالي الوظائف المعلنة، لكنها تنمو بسرعة، وتتركز أكثر في قطاعات تكنولوجيا المعلومات والخدمات المهنية، مع بروز مهارات تعلم الآلة بوصفها من أكثر المهارات طلباً. والأهم من ذلك أن أصحاب العمل لا يطلبون المهارات التقنية وحدها، بل يقرونها بمهارات اجتماعية وتأسيسية مثل التواصل، والقيادة، وحل المشكلات، والقدرة على التعلم والتكيف (OECD, 2023). وهذا يعني أن التعليم التقني مطالب اليوم ببناء حزم مهارية هجينة لا تفصل بين المهارة المهنية، والمهارة الرقمية، والمهارة الإنسانية.

## 4.2. الانتقال من الوظيفة الثابتة إلى التعلم المستمر

لم يعد الالتحاق بوظيفة معينة يعني امتلاك مهارات مستقرة لسنوات طويلة، بل أصبح التعلم المستمر وإعادة التأهيل المهني من متطلبات البقاء في سوق العمل والتقدم فيه، خاصة في ظل توقع تغيير نسبة

معتبرة من المهارات الأساسية المطلوبة في السنوات المقبلة (World Economic Forum, 2025)؛ منظمة العمل الدولية، 2024).

### 3. مفهوم مواهمة التعليم التقني مع سوق العمل

تعني مواهمة التعليم التقني مع سوق العمل تحقيق التوافق بين مخرجات المؤسسات التعليمية واحتياجات القطاعات الاقتصادية والإنتاجية، بحيث يمتلك الخريج المعارف والمهارات والقيم التي تمكنه من الحصول على فرصة عمل، والمحافظة عليها، والتطور داخلها، والإسهام في التنمية الاقتصادية والاجتماعية (الزبون والخصاونة، 2024).

ولا تتحقق هذه المواهمة إلا إذا توفرت مجموعة من العناصر الأساسية، من أهمها:

- وجود توصيف واضح ومحدث للمهارات المطلوبة في سوق العمل.
- تحديث المناهج والبرامج التعليمية بصورة دورية.
- إشراك أصحاب العمل والقطاع الخاص في تصميم البرامج ومراجعتها.
- توفير فرص تدريب عملي حقيقية داخل بيئات العمل.
- تقييم الطلبة والخريجين بناءً على الكفايات الفعلية، لا على التحصيل النظري فقط (أبو النصر، 2023؛ الزبون والخصاونة، 2024). وبذلك تصبح المواهمة عملية مستمرة تربط التعليم بالتشغيل، والتعلم بالعمل، والمعرفة بالأداء الحقيقي.

### 4. التغيير المطلوب داخل المؤسسة التعليمية

أول ما ينبغي أن يتغير هو منطق بناء المنهج. فبدلاً من مناهج تدور حول الموضوعات الدراسية الثابتة، نحتاج إلى مناهج تدور حول المهام المهنية والكفايات المطلوبة داخل كل تخصص. وهنا تبدو أطر مثل (ESCO و O\*NET) مهمة للغاية، لأنها تساعد على تحويل "لغة المهنة" إلى "لغة تعليم"، عبر وصف المهارات والمعارف والقدرات والأنشطة المهنية بطريقة منظمة قابلة للربط بالمناهج. ف ESCO يعمل كقاموس يصنف المهارات والمهن ويبين العلاقات بينها، بينما يوفر O\*NET قاعدة بيانات محدثة تصف المهن وفق المعرفة والمهارات والقدرات والمهام المطلوبة فيها (المفوضية الأوروبية؛ وزارة العمل الأمريكية).

وثاني ما ينبغي أن يتغير هو مفهوم المهارات الرقمية ذاتها. فلم تعد الكفاية الرقمية مجرد استخدام أدوات حاسوبية، بل أصبحت تشمل الفهم النقدي والأمن والمسؤول للتقنيات الرقمية، بما فيها الأنظمة المدفوعة بالذكاء الاصطناعي. ولهذا يظل إطار DigComp 2.2 مهمًا لأنه يقدم فهمًا مرجعيًا للكفاية الرقمية ويضم أكثر من 250 مثالًا للمعرفة والمهارات والاتجاهات المرتبطة بالاستخدام الواثق والناقد والأمن للتقنيات الرقمية والأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي (المفوضية الأوروبية، 2022). وفي الاتجاه نفسه، أصدرت اليونسكو في عام 2024 إطارين عالميين لكفايات الذكاء الاصطناعي، أحدهما للطلاب والآخر للمعلمين، بما يرسخ فكرة أن الذكاء الاصطناعي لم يعد "موضوعًا إضافيًا"، بل جزءًا من الجاهزية التعليمية والمهنية (اليونسكو، 2024).

أما التغيير الثالث، فهو إعادة الاعتبار إلى التعلم القائم على العمل بوصفه قلب المواءمة لا هامشها. فالتعلم في بيئة عمل حقيقية هو المسار الذي يربط المهارة بالفعل، ويمنح المتعلم خبرة في الزمن المهني الحقيقي، ويختبر قدرته على نقل ما تعلمه إلى أداء فعلي. ويعرّف Cedefop هذا النوع من التعلم بأنه كل تعلم يحدث في بيئة عمل واقعية ويزود الأفراد بالمهارات اللازمة للحصول على العمل والمحافظة عليه والتقدم فيه، وتشمل صورته التلمذة، والتدريب العملي، والتدريب أثناء العمل (Cedefop, 2017) كما تظهر خبرات سنغافورة وألمانيا أن قوة التعليم المهني ترتبط بوضوح بمستوى اندماج التعلم في موقع العمل، وبقوة العلاقة بين اللوائح التدريبية والمناهج والتقييم والشراكة مع أصحاب المهنة (OECD, 2025).

### 5. الذكاء الاصطناعي بين الجاهزية المهنية والمسؤولية الأخلاقية

لا يكفي أن ندخل الذكاء الاصطناعي إلى التعليم التقني بوصفه أداة إنتاج أو مساعدة، لأن استخدامه من دون وعي أخلاقي ومهني قد يفاقم مشكلات الخصوصية والتحيز وضعف التحقق والاعتماد المفرط على المخرجات الآلية. ولهذا شددت اليونسكو في إرشاداتها بشأن الذكاء الاصطناعي التوليدي في التعليم على ضرورة بناء أطر تنظيمية تضمن الاستخدام الأخلاقي، وحماية البيانات، وتدريب المعلمين، والتميز بين ما يفيد التعلم وما يضر بنزاهته وجودته. كما أشارت إلى أن قطاع التعليم ما زال في كثير من السياقات غير مستعد بما يكفي من الناحية المؤسسية لهذا الدمج السريع (اليونسكو، 2023).

واللافت أن "محو أمية الذكاء الاصطناعي" لم يعد مجرد توصية تربوية، بل بدأ يتحول في بعض البيئات إلى مطلب تنظيمي ومهني. فالمفوضية الأوروبية توضح أن المادة الرابعة من قانون الذكاء الاصطناعي دخلت حيز التطبيق في 2 فبراير 2025، وأن الالتزام باتخاذ تدابير لضمان محو أمية الذكاء الاصطناعي لدى العاملين أصبح قائماً، على أن يبدأ الإشراف والتنفيذ من قبل السلطات المختصة في أغسطس 2026. وهذا التطور مهم لأنه يبين أن المعرفة الأساسية بالذكاء الاصطناعي لم تعد ترفاً معرفياً، بل جزءاً من الجاهزية المؤسسية والتشغيلية (المفوضية الأوروبية، 2025/2026).

## 6. لماذا تتسع فجوة المواءمة في التعليم التقني؟

تكشف الأدلة الحديثة أن الفجوة بين التعليم التقني وسوق العمل لا تعود إلى قدم المناهج وحده، بل إلى ضعف الاتصال المنهجي بين المؤسسة التعليمية وبيئة العمل الحقيقية. فحين يغيب أصحاب العمل عن مراجعة البرامج، وحين يصبح التدريب العملي محدوداً أو شكلياً، وحين لا تُستخدم بيانات السوق في تحديث المقررات، فإن المخرجات التعليمية تنفصل تدريجياً عن الواقع المهني. وقد بينت مراجعة اليونسكو الخاصة بإشراك القطاع الخاص والتعلم القائم على العمل في الأردن أن من أبرز التحديات القائمة استمرار البطالة بين الشباب، وعدم تطابق المهارات، ومحدودية الخبرة العملية الواقعية التي يكتسبها الطلبة، مع بقاء مشاركة القطاع الخاص في التعليم المهني والتقني محدودة نسبياً (اليونسكو، 2026).

ويزداد هذا الخلل حين يُدار التعليم التقني بعقلية المحتوى المقرر أكثر من عقلية الكفاية المطلوبة. فالمقرر التقليدي يركز على ما يجب تدريسه، بينما يركز التعليم القائم على الكفايات على ما ينبغي أن يكون المتعلم قادراً على أدائه في الواقع. ولهذا فإن الإشكال الحقيقي ليس في عدد المساقات، بل في قدرة البرنامج على تحويل المهارات المطلوبة في السوق إلى نتائج تعلم قابلة للقياس، ثم إلى خبرات تدريبية حقيقية، ثم إلى تقييمات أدائية، ثم إلى فرص انتقال فعلي إلى العمل. وهذا ما تؤكدُه أيضًا المراجعات الأردنية الحديثة في مجال الإرشاد الوظيفي، والتي تربط بين تحسين التوجيه المبكر وبين رفع قابلية التشغيل والربط الأفضل بين المسارات التعليمية والفرص المهنية (اليونسكو، 2026).

ويمكن تلخيص أبرز أسباب اتساع فجوة الموامة في الآتي:

- ضعف مشاركة القطاع الخاص في تصميم البرامج التعليمية.
- محدودية التدريب العملي القائم على خبرة حقيقية.
- بطء تحديث المناهج مقارنة بسرعة التغير التكنولوجي.
- التركيز على المعرفة النظرية أكثر من الكفايات التطبيقية.
- ضعف الإرشاد الوظيفي والتوجيه المهني المبكر.
- محدودية البيانات الدقيقة حول المهارات المطلوبة في السوق (اليونسكو، 2024؛ اليونسكو، 2026).

## 7. مناهج أكثر مرونة، ومعلمون أكثر جاهزية، وشراكات أكثر عمقاً

إذا كان المطلوب من التعليم التقني أن يواكب سوقاً يتغير بهذه السرعة، فإن ذلك يقتضي أولاً بناء مناهج مرنة قابلة للتحديث، تسمح بإدماج مهارات الذكاء الاصطناعي والبيانات والأمن الرقمي داخل كل تخصص بحسب طبيعته. كما يقتضي ثانياً بناء مسارات واضحة لتطوير المعلمين، لا باعتبارهم منفذين للمحتوى فحسب، بل باعتبارهم شركاء في تصميم التعلم وفي التحقق من جودة استخدام الأدوات الذكية. وإطار اليونسكو لكفايات المعلمين في الذكاء الاصطناعي يحدد 15 كفاية موزعة على خمسة أبعاد: الذهنية المتمركزة حول الإنسان، وأخلاقيات الذكاء الاصطناعي، وأسس الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته، وبيداغوجيا الذكاء الاصطناعي، والتعلم المهني المدعوم به (اليونسكو، 2024).

وفي السياق الأردني، يبرز المسار التطبيقي BTEC بوصفه محاولة رسمية لربط التعليم المهني والتقني بشهادات معتمدة ومسارات تخصصية أقرب إلى السوق، مع تخصصات تشمل تكنولوجيا المعلومات والهندسة والرعاية الصحية والاجتماعية والضيافة وغيرها، وتتضمن بعض المسارات موضوعات مثل تحليل البيانات والذكاء الاصطناعي والأمن السيبراني. وهذا يعكس اتجاهاً مهماً نحو إعادة صياغة التعليم المهني بحيث يصبح أكثر التصاقاً بالمهارات العملية وبمتطلبات المستقبل (وزارة التربية والتعليم الأردنية، 2025).

## 8. المهارات المستقبلية المطلوبة لخريجي التعليم التقني

في ظل التحول نحو الاقتصاد الرقمي، لم تعد الشهادة وحدها كافية، بل أصبح النجاح المهني مرتبطاً بامتلاك مجموعة متكاملة من المهارات، يمكن تصنيفها على النحو الآتي (الخطيب، 2024):

### 1.8. المهارات التقنية

- البرمجة وتطوير البرمجيات
- تحليل البيانات والبيانات الضخمة
- استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي
- الأمن السيبراني وحماية المعلومات
- تشغيل الروبوتات والأنظمة الذكية
- مهارات الحوسبة السحابية وإنترنت الأشياء

### 2.8. المهارات المعرفية

- التفكير النقدي وحل المشكلات
- التفكير المنظم والقدرة على الربط بين التخصصات
- الإبداع والابتكار
- اتخاذ القرار المبني على البيانات

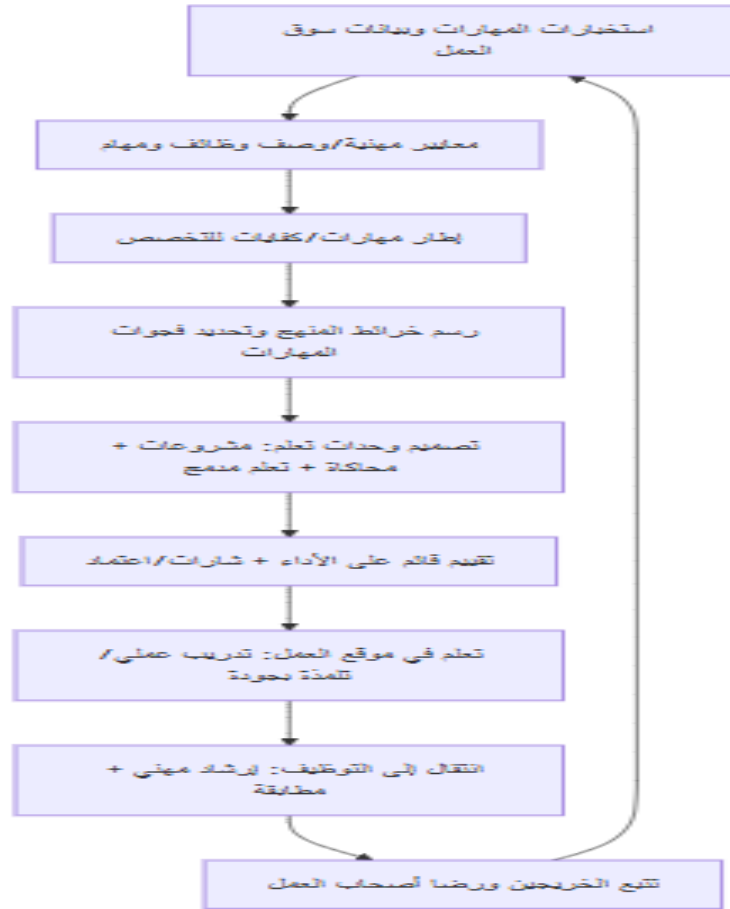
### 3.8. المهارات الشخصية والاجتماعية

- العمل ضمن فريق
- التواصل الفعال
- القيادة وتحمل المسؤولية
- إدارة الوقت والمرونة المهنية
- التعلم الذاتي والقدرة على التكيف مع التغيير

#### 4.8. المهارات الأخلاقية

- الاستخدام المسؤول للكفاء الاصطناعي
- احترام الخصوصية وحماية البيانات
- الالتزام بالأخلاقيات المهنية
- إدراك مخاطر التحيز الخوارزمي والتضليل الرقمي

وتشير الأدبيات الحديثة إلى أن المهارات الناعمة لم تعد مهارات ثانوية أو مكملية، بل أصبحت جزءاً أصيلاً من متطلبات التوظيف في المهن التقنية الحديثة، لأن العمل في بيئات ذكية ومعقدة يحتاج إلى تواصل فعال، وحكم مهني، وقدرة على التعاون واتخاذ القرار في سياقات متغيرة ( Makela and Stephany, 2024).



الشكل 1: مسار الموازنة من بيانات سوق العمل إلى التوظيف والتغذية الراجعة.

## 9. استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل

في ضوء التحولات السابقة، يمكن صياغة أهم الاستراتيجيات التي تسهم في مواءمة مخرجات التعليم التقني مع سوق العمل في عصر الذكاء الاصطناعي على النحو الآتي:

### تحديث المناهج وفق متطلبات الاقتصاد الرقمي

ينبغي أن تتضمن مناهج التعليم التقني موضوعات حديثة مثل الذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات، وإنترنت الأشياء، والروبوتات، والأمن السيبراني، مع التركيز على التطبيقات العملية لا الجوانب النظرية فقط. كما يجب اعتماد المرونة في تصميم المناهج بحيث يمكن تحديثها بصورة دورية استجابة للتغيرات السريعة في سوق العمل (الحربي، 2023).

### اعتماد التعليم القائم على المهارات والكفايات

يعد التعليم القائم على الكفايات من أكثر النماذج قدرة على تحقيق المواءمة؛ لأنه يركز على ما يستطيع المتعلم أدائه فعلياً في بيئة العمل (أبو النصر، 2023). ويتطلب هذا النموذج:

- تحديد المهارات المطلوبة لكل تخصص

- وضع معايير أداء واضحة

- استخدام أساليب تقييم عملية مثل المشاريع، والمحاكاة، والاختبارات التطبيقية

### دمج الذكاء الاصطناعي داخل التخصصات

لا يكفي تقديم الذكاء الاصطناعي بوصفه موضوعاً منفصلاً، بل ينبغي تضمينه داخل التخصصات المختلفة بحسب طبيعتها، بحيث يتعلم الطالب كيفية توظيفه في التحليل، واتخاذ القرار، والأتمتة، والتصميم، ومعالجة المشكلات المهنية المرتبطة بمجاله (الجمل، 2024).

### تعزيز الشراكة بين المؤسسات التعليمية والقطاع الخاص

تمثل الشراكة مع مؤسسات الإنتاج والصناعة أحد أهم عناصر نجاح التعليم التقني، وذلك من خلال:

- إشراك ممثلي سوق العمل في تطوير البرامج الدراسية

- توفير فرص تدريب ميداني للطلبة

- إنشاء مختبرات مشتركة وحاضنات أعمال
- دعم مشاريع التخرج المرتبطة بحاجات المؤسسات الفعلية (الزبون والخصاونة، 2024؛ اليونيسكو، 2024).

وتسهم هذه الشراكات في تقليص الفجوة بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي.

### التوسع في التدريب العملي والتعلم القائم على المشروعات

إن الاقتصار على المحاضرات النظرية لم يعد كافيًا لإعداد خريجين قادرين على العمل في بيئات تقنية معقدة. ولذلك ينبغي اعتماد التعلم بالممارسة، والتدريب داخل المصانع والشركات، والمشروعات التطبيقية، والمحاكاة الرقمية والواقع الافتراضي؛ لأن هذا الأسلوب يساعد الطلبة على اكتساب الخبرة العملية، وتنمية مهارات العمل الجماعي، والتفكير الإبداعي (Cedefop, 2017؛ OECD, 2025).

### تطوير المهارات الهجينة

ينبغي أن تراعي البرامج التعليمية أن سوق العمل لا يطلب المهارات التقنية وحدها، بل يحتاج إلى خريجين يجمعون بين المعرفة المهنية، والقدرة الرقمية، والتواصل، والعمل الجماعي، والتفكير النقدي، وحل المشكلات (Makela and Stephany, 2024؛ OECD, 2023).

### تأهيل المعلمين في مجالات الذكاء الاصطناعي

يمثل المعلم محور التحول، لذلك لا بد من تطوير مسارات تدريبية مستمرة للمعلمين، تشمل توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي، وتصميم التعلم القائم على المشكلات والمشروعات، وتقييم الأداء المهاري للطلبة (UNESCO, 2024).

### توظيف الذكاء الاصطناعي في العملية التعليمية

يمكن للذكاء الاصطناعي نفسه أن يكون أداة لتطوير التعليم التقني من خلال:

- بناء منصات تعلم ذكية تراعي الفروق الفردية
- تحليل أداء الطلبة وتحديد جوانب القوة والضعف
- توفير محتوى تدريبي مخصص

- استخدام المحاكاة الذكية في التدريب على الآلات والأنظمة (الجمال، 2024).

### تعزيز الإرشاد الوظيفي المبكر

يُعد الإرشاد الوظيفي عنصراً أساسياً في توجيه الطلبة نحو التخصصات المطلوبة في السوق، وتعريفهم بالمهن المستقبلية، ومساعدتهم على اتخاذ قرارات تعليمية ومهنية مبنية على معلومات دقيقة، وهو ما تؤكد عليه المراجعات الأردنية الحديثة في هذا المجال (اليونسكو، 2026).

### تعزيز ثقافة التعلم مدى الحياة

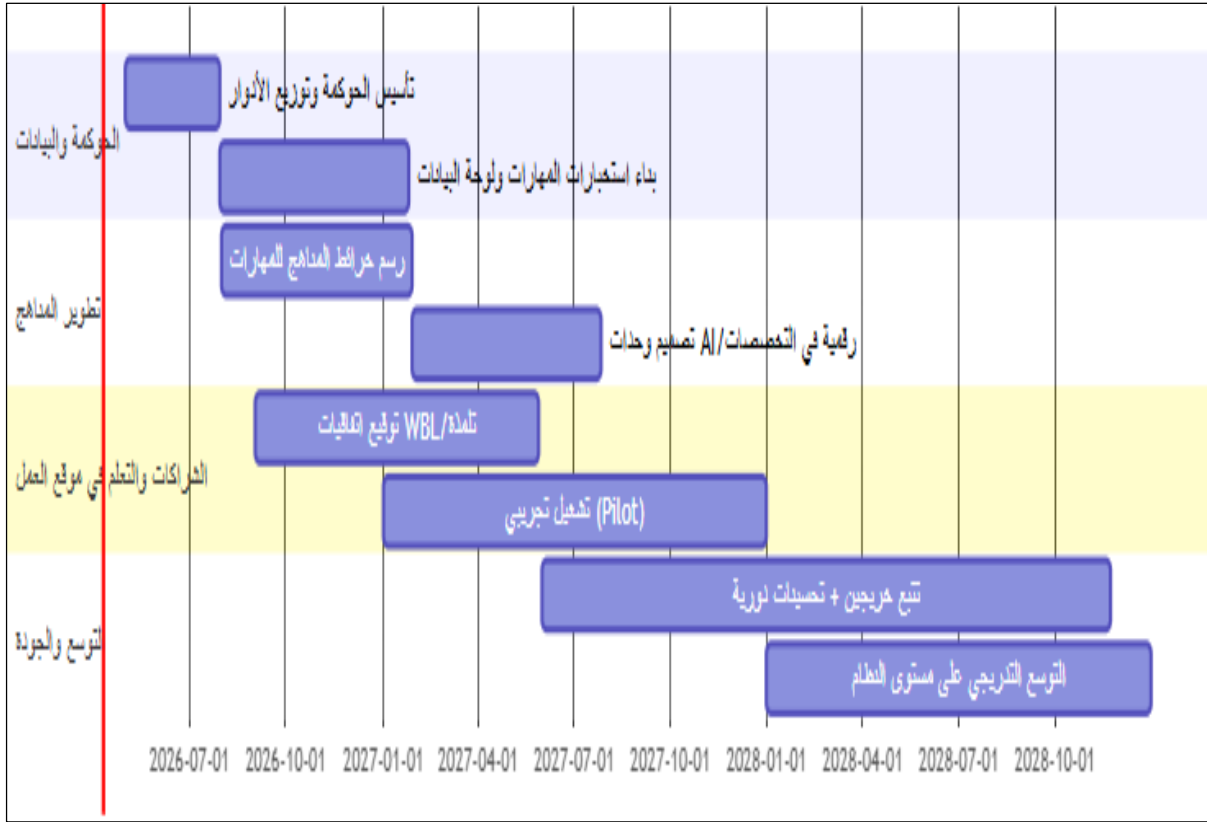
في عصر الذكاء الاصطناعي تتغير المهارات بسرعة كبيرة، ولذلك لا يمكن الاكتفاء بالتعليم قبل التخرج، بل يجب غرس ثقافة التعلم المستمر من خلال الدورات القصيرة، والشهادات المهنية، والتدريب أثناء العمل، والتعلم الإلكتروني المفتوح، وبرامج إعادة التأهيل المهني (Peterson, 2025؛ منظمة العمل الدولية، 2024).

### إدماج ريادة الأعمال والابتكار في التعليم التقني

لم يعد الهدف من التعليم التقني إعداد الباحثين عن وظيفة فقط، بل ينبغي أن يساهم في إعداد رواد أعمال قادرين على تأسيس مشاريع تقنية جديدة، وخاصة في المجالات المرتبطة بالاقتصاد الرقمي والذكاء الاصطناعي، بما يعزز قدرة الخريجين على الابتكار وصناعة الفرص لا انتظارها (Schwab, 2024).

### 10. خارطة التنفيذ

الحديث عن التطوير لا يكفي ما لم يتحول إلى مراحل واضحة قابلة للتنفيذ. ولهذا فإن التحول المؤسسي في التعليم التقني يحتاج إلى خارطة متدرجة: تبدأ ببناء الحوكمة وتحديد القطاعات ذات الأولوية، ثم تأسيس نظام لقراءة المهارات والاحتياجات، ثم مراجعة البرامج ورسم خرائطها، ثم تطوير المعلمين والشراكات والتدريب العملي، ثم الانتقال إلى التشغيل التجريبي، وأخيراً التوسع التدريجي المبني على التغذية الراجعة. وهذا المسار ليس تنظييراً مجرداً، بل هو منسجم مع ما تؤكد عليه المراجعات الأردنية الحديثة من ضرورة إشراك القطاع الخاص، وتحسين الإرشاد الوظيفي، وتعزيز التعلم القائم على العمل، وربط نتائج التعليم بالتشغيل وجودة المخرجات (اليونسكو، 2024؛ اليونسكو، 2026).



الشكل 2: الخارطة الزمنية المقترحة للتحويل المؤسسي خلال 36 شهراً.

## 11. الخاتمة

إن مواءمة التعليم التقني والمهني مع سوق العمل في عصر الذكاء الاصطناعي ليست مسألة تجميلية، ولا يمكن اختزالها في تحديث عنوان مقرر أو إضافة وحدة تدريبية عابرة. إنها عملية إعادة تعريف للعلاقة بين التعليم والمهارة والمهنة والاقتصاد. وفي هذا السياق، يصبح النجاح مرهوناً بقدرة المؤسسة التعليمية على الانتقال من منطق "التلقين من أجل الشهادة" إلى منطق "بناء الكفاية من أجل العمل والتجدد المهني". فالذكاء الاصطناعي لا يلغي الحاجة إلى التعليم التقني، بل يزيدها، لأنه يرفع قيمة المهارات المركبة، والمرونة، والحكم المهني، والمسؤولية الأخلاقية، والقدرة على العمل مع التقنية لا تحتها. وكلما استطاع التعليم التقني أن يقرأ هذه اللحظة بوصفها فرصة للتحويل لا مجرد تحدٍ تقني، أصبح أكثر قدرة على إنتاج خريج مطلوب في سوق العمل، وقادر على التعلّم المستمر، ومهيأ لمهن لم تكتمل ملامحها بعد.

ويوصي الباحث في ضوء استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء

الاصطناعي ما يلي:

- إعادة بناء برامج التعليم التقني وفقاً لمتطلبات الثورة الصناعية الرابعة والذكاء الاصطناعي.
- ادراج مساقات ومكونات تطبيقية في الذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات، والأمن السيبراني في مختلف التخصصات التقنية.
- إنشاء شراكات مستدامة بين الجامعات والكليات التقنية والشركات والمؤسسات الصناعية.
- دعم برامج التدريب العملي والتعاوني، وربط مشاريع التخرج بمشكلات واقعية في سوق العمل.
- توفير برامج تدريب مستمر لأعضاء هيئة التدريس في مجالات التكنولوجيا الحديثة.
- تطوير أطر وطنية للمهارات المستقبلية وربطها بالمناهج والتقييم.
- تشجيع الطلبة على الابتكار وريادة الأعمال، خاصة في المجالات المرتبطة بالاقتصاد الرقمي.
- تعزيز الإرشاد الوظيفي المبكر ومحو أمية الذكاء الاصطناعي.
- إدراج أخلاقيات الذكاء الاصطناعي ضمن البرامج التعليمية والتدريبية.
- تبني سياسات وطنية واضحة لرصد احتياجات سوق العمل وتحديث البرامج بصورة دورية.

### المراجع العربية

أبو النصر، مدحت محمد. 2023. التعليم التقني ومتطلبات سوق العمل. القاهرة: المجموعة العربية للتدريب والنشر.

الجمال، محمد عبد الحميد. 2024. الذكاء الاصطناعي والتعليم: الفرص والتحديات. عمان: دار المسيرة.  
الحربي، خالد بن محمد. 2023. تطوير التعليم التقني في ضوء الثورة الصناعية الرابعة. مجلة الدراسات التربوية، 18: 55-81.

الخطيب، أحمد. 2024. مهارات المستقبل في عصر الذكاء الاصطناعي. مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، 12: 112-138.

الزبون، محمد، والخصاونة، علي. 2024. مواءمة التعليم المهني مع سوق العمل في الأردن. مجلة جامعة اليرموك للبحوث التربوية، 40: 201-229.

اليونسكو. 2023. يجب على الحكومات تنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي في المدارس على وجه السرعة.

اليونسكو. 2024. مراجعة نظام التعليم والتدريب التقني والمهني 2023 في الأردن.

اليونسكو. 2025. اليونسكو تكرس اليوم الدولي للتعليم لعام 2025 للذكاء الاصطناعي.

اليونسكو. 2026. إشراك القطاع الخاص والتعلم القائم على العمل في الأردن.

اليونسكو. 2026. مراجعة الإرشاد الوظيفي - نظام التعليم والتدريب التقني والمهني في الأردن.

منظمة العمل الدولية. 2025. مواكبة التحول الرقمي وثورة الذكاء الاصطناعي في أسواق العمل العربية: الاتجاهات والتحديات والفرص.

وزارة التربية والتعليم الأردنية. 2025. برنامج الثانوية العامة للتعليم المهني والتقني / BTEC الدليل التعريفي والمسارات.

منظمة العمل الدولية. 2023. التعهد بالتعلم القائم على العمل لفئات المجتمع الهشة في الأردن.

## References

- UNESCO. 2024. AI competency framework for teachers.
- UNESCO. 2024. AI competency framework for students.
- ILO. 2023. Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality.
- OECD. 2023. Emerging trends in AI skill demand across 14 OECD countries.
- OECD. 2025. Vocational education and training in Singapore.
- OECD. 2025. Vocational education and training in Germany.

European Commission. ESCO: European skills, competences, qualifications and occupations.

U.S. Department of Labor. O\*NET.

European Commission, JRC. 2022. DigComp 2.2: The digital competence framework for citizens.

Cedefop. 2017. Work-based Learning.

European Commission. 2025/2026. AI Literacy – Questions and Answers.

## التعليم التقني في قطاع الثروة الحيوانية لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل

الدكتورة امانى الداود

قسم الأحياء التطبيقية، كلية العلوم، جامعة الطفيلة التقنية



### المقدمة

في ظل التطور السريع الذي يشهده العالم في تقنيات الإنتاج الحيواني والتعليم التقني، أصبح من الضروري تطوير مناهج التعليم التقني المتخصص في تربية وإدارة الثروة الحيوانية بطرق تلئم متطلبات سوق العمل الحديث، وخاصة في عصر الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي. لقد فرضت الثورة الصناعية الرابعة تحديات وفرصاً متزامنة في مجالات التعليم التقني المهني، بما في ذلك قطاع الثروة الحيوانية الذي يعاني تقليدياً من فجوة بين مخرجات التعليم واحتياجات الصناعة (Biemans et al., 2015).

يركز هذا المقال على تحديد استراتيجيات تعليمية وتقنية مبتكرة في مجال الثروة الحيوانية، ويهدف إلى مواءمة مخرجات التعليم التقني مع سوق العمل الحديث، مع التركيز على تكامل الذكاء الاصطناعي والتعلم الرقمي في العملية التعليمية والتدريبية، استجابة للتغيرات التكنولوجية ونمو الطلب على مهارات عالية التقنية في مزرعة اليوم.

## أولاً: مفهوم التعليم التقني في مجال الثروة الحيوانية

التعليم التقني المهني هو تعليم وتدريب يُزوّد المتعلمين بالمعارف، المهارات، والكفاءات اللازمة لأداء مهام مهنية محددة بكفاءة داخل سوق العمل (UNESCO-UNEVOC, 2013). ويشمل ذلك تعليم وتدريب الطلاب على مهارات فنية مثل تربية الحيوانات، إدارة الأعلاف، الرعاية الصحية، استخدام التقانات المتقدمة، وتحليل البيانات.

يشمل التعليم التقني في الثروة الحيوانية وحدات تدريبية في علم الحيوان، التغذية، الصحة الحيوانية، الإدارة البيطرية، والدراسات المستندة إلى التكنولوجيا، مثل استخدام المستشعرات الرقمية في مراقبة الحيوان (Bewley and Kendall, 2018). ويسهم هذا النوع من التعليم في إعداد كوادر قادرة على تحسين الإنتاجية وتقليل الخسائر في المزارع. يُنظر إلى التعليم التقني في مجال الثروة الحيوانية كجسر بين التعليم النظري والتطبيق العملي داخل المزارع، ويُطلب من الخريجين امتلاك كفاءات تقنية عالية فضلاً عن مهارات تحليلية واتخاذ القرار (Fullan and Langworthy, 2014).

## ثانياً: التحديات الراهنة في التعليم التقني المتعلق بالثروة الحيوانية

### فجوة المهارات بين التعليم وسوق العمل

تعاني العديد من أنظمة التعليم التقني من فجوة بين المخرجات التعليمية واحتياجات الصناعة، حيث إن المناهج الحالية غالباً ما تركز على المهارات التقليدية بينما يتطلب سوق العمل مهارات رقمية وتقنية متقدمة (Cedefop, 2020). هذه الفجوة تظهر بوضوح في مجال الثروة الحيوانية، خاصة فيما يتعلق بالتعامل مع التقنيات الحديثة مثل أجهزة الاستشعار والذكاء الاصطناعي.

### نقص البنية التحتية التقنية

تعتمد العديد من المؤسسات التعليمية التقنية على بنى تحتية محدودة، ولا تمتلك المختبرات الرقمية أو مزارع التدريب المجهزة بالتقنيات الحديثة، مما يقيد قدرة الطلاب على التعلّم التطبيقي الحقيقي (OECD, 2019).

## مقاومة التغيير

قد تواجه المؤسسات التعليمية مقاومة من قبل بعض أعضاء هيئة التدريس الذين يفتقرون إلى التدريب الكافي للتعامل مع التعلم المدمج والتقنيات الحديثة، مما يحدّ من تطبيق استراتيجيات تعليم مبتكرة (Komba and Nkumbi, 2008).

ثالثاً: تأثير الذكاء الاصطناعي على قطاع الثروة الحيوانية وسوق العمل

### الذكاء الاصطناعي في مراقبة الحيوان

أصبح الذكاء الاصطناعي جزءاً لا يتجزأ من تحسين أنظمة الإنتاج الحيواني. وتستخدم خوارزميات تعلم الآلة لتحليل بيانات السلوك الحيواني، تتبؤات الأمراض، وتحسين برامج التغذية، مما يؤثر مباشرة على تحسين الإنتاجية وتقليل التكاليف (Holmes and Fadel, 2019). على سبيل المثال يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل بيانات الوزن، درجة الحرارة، مستوى النشاط، وفترات الأكل والشرب، والتنبؤ بالأمراض قبل ظهور الأعراض الظاهرية، مما يقلل من الوفيات ويزيد من الأداء الإنتاجي.

### تأثير الذكاء الاصطناعي على طلب المهارات

هناك طلب متزايد على خريجين يمتلكون مهارات في تحليل البيانات، البرمجة الأساسية، استخدام نظم المعلومات، وفهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي (Luckin, 2018). وهذا يتطلب تحديث المناهج التعليمية لتشمل وحدات تعلم ذكية وتقنيات تحليل البيانات.

رابعاً: استراتيجيات تعليمية وتقنية لتطوير التعليم التقني في مجال الثروة الحيوانية

### التعلم المدمج

يجمع التعلم المدمج بين أساليب التعليم التقليدي والتعلم الإلكتروني، ويتيح للطلاب الوصول إلى محتوى رقمي تفاعلي يمكن دراسته في أي وقت. تعمل بيئات التعلم المدمج على تعزيز التفكير النقدي وحل المشكلات، وهي مهارات حاسمة في بيئات الإنتاج الحيواني الحديثة (Graham, 2013). ويُمكن تطبيق هذا النموذج في التعليم التقني في الثروة الحيوانية من خلال وحدات تعليم إلكترونية حول إدارة الأعلاف، مراقبة الحالة الصحية، وأنظمة الأمن الحيواني.

## استخدام الواقع الافتراضي والواقع المعزز

يساهم الواقع الافتراضي والمعزز في إعداد الطلاب على مواجهة مواقف مهنية واقعية في بيئة آمنة، مثل تقييم صحة الحيوان، اتخاذ قرارات علاجية، ومراقبة سلوك القطيع، دون المخاطرة بالحيوانات الحقيقية (Radianti et al., 2020).

## التعلم القائم على المشروعات

يعزز التعلم القائم على المشروعات مهارات العمل الجماعي، البحث، والتطبيق العملي داخل سياقات مهنية حقيقية. يمكن للطلاب تنفيذ مشاريع مثل تصميم خطة تغذية محسنة، تطوير نظام مراقبة رقمي للحيوانات، أو تحليل بيانات إنتاج الحليب (Thomas, 2000).

## دمج الذكاء الاصطناعي ضمن المناهج التدريسية

ينبغي تضمين وحدات تعليمية في المناهج التقنية تتعلق بمبادئ الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة وتحليل البيانات الحيوانية واستخدام أنظمة الاستشعار والشبكات الذكية وتطبيقات إنترنت الأشياء في المزارع. يمكن للطلاب تعلم كيفية استخدام أدوات تحليل البيانات، لتحليل بيانات سلوك الحيوان وقراءة الإشارات الحيوية.

## خامساً: نماذج دولية لتعليم تقني فعال في مجال الثروة الحيوانية

### هولندا: نموذج شامل للتكامل بين التعليم والصناعة

تعتمد أنظمة التعليم التقني المهني في هولندا على شراكات قوية بين مؤسسات التعليم والشركات الزراعية. يتم إعداد المناهج بالتعاون مع الصناعة لتلبية الاحتياجات الحقيقية لسوق العمل، ويشجع الطلاب على التدريب داخل مزارع إنتاج يستخدم أجهزة استشعار وحلول ذكية (Cedefop, 2020).

### الدنمارك: التعلم التجريبي الميداني

في الدنمارك، يتم تدريب الطلاب بشكل مكثف في مزارع إنتاج حقيقية، مع إدماج تقنيات مثل نظم تحديد المواقع والذكاء الاصطناعي لتحسين إدارة قطيع الحيوانات. هذا يسمح للخريجين بفهم عميق لكيفية استخدام التقنيات الحديثة في بيئات الإنتاج الفعلية (OECD, 2019).

سادساً: توصيات لتعزيز مواءمة التعليم التقني مع سوق العمل

1. تحديث المناهج باستمرار: ينبغي أن تكون المناهج ديناميكية، قابلة للتعديل السريع، وتستجيب للتغيرات التكنولوجية في قطاع الثروة الحيوانية.
2. تطوير قدرات أعضاء هيئة التدريس: تقديم برامج تدريبية لأعضاء هيئة التدريس حول استخدام التكنولوجيا التعليمية، الذكاء الاصطناعي، والتحليل الرقمي لضمان قدرتهم على توجيه الطلاب بفاعلية.
3. بناء شراكات قوية مع الصناعة: ضرورة إقامة شراكات بين المؤسسات التعليمية والمؤسسات الزراعية للحصول على موارد تدريب ميداني وفرص تدريب عملي للطلاب.
4. الاستثمار في البنية التحتية التقنية: تحديث المعامل، خلق مزارع تعليمية مُجهزة بالتقنيات الحديثة، واستخدام منصات تعليمية عبر الإنترنت.

#### الخاتمة

إن تطوير التعليم التقني في مجال الثروة الحيوانية لم يعد خياراً بل أصبح ضرورة استراتيجية لمواءمة المخرجات التعليمية مع متطلبات سوق العمل الحديث، خصوصاً في عصر الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي. يتطلب ذلك تحديث المناهج التعليمية، استخدام استراتيجيات تعليم مبتكرة، دمج التكنولوجيا داخل العملية التعليمية، وتأهيل الخريجين بمهارات تقنية تحليلية. بات من الواضح أن الاستثمار في التعليم التقني الحديث سيؤدي إلى إنتاج كوادر مؤهلة تستطيع مواجهة تحديات الثروة الحيوانية بكفاءة عالية، وتعزيز الإنتاجية وتحقيق الأمن الغذائي.

#### References

- Bewley J. and Kendall P. 2018. Precision livestock farming technologies for welfare management in dairy cows. *Animal Frontiers*, 8: 36–43.
- Biemans H. et al. 2015. Professional competence in VET: Research and development in the Netherlands. *Journal of Vocational Education and Training*, 67: 1–18.

- Cedefop. 2020. Skills forecast: Trends and challenges to 2030. Cedefop.
- Fullan M. and Langworthy M. 2014. A Rich seam: How new pedagogies find deep learning. Pearson.
- Graham C.R. 2013. Emerging practice and research in blended learning. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 5: 1–13.
- Holmes W., Bialik M. and Fadel C. 2019. Artificial intelligence in education. Boston: Center for Curriculum Redesign.
- Komba W.L. and Nkumbi E. 2008. Teacher professional development in Tanzania. *Educational Research and Review*, 3: 16–28.
- Luckin R. 2018. Machine learning and human intelligence: The future of education for the 21<sup>st</sup> century. UCL IOE Press.
- OECD. 2019. Skills Outlook 2019: Thriving in a digital world. OECD Publishing.
- Radianti J. et al. 2020. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*, 147: 103778.
- Thomas J.W. 2000. A Review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation.
- UNESCO–UNEVOC. 2013. TVET strategy guide: Enhancing skills for innovation and productivity. UNESCO.

## التعليم التقني إطار استراتيجي لتنمية المهارات والتحول الاقتصادي المستدام

الدكتور مراد ارشيد المعايطه والدكتورة رشا عبدالهادي الطراونة

كلية التكنولوجيا الزراعية، جامعة عمان الأهلية



### المخلص

يُعد التعليم التقني أحد الركائز الأساسية لتحقيق التحول الاقتصادي المستدام في ظل الثورة الصناعية الرابعة والتطور التكنولوجي المتسارع، يهدف هذا البحث إلى تحليل دور التعليم التقني في تنمية رأس المال البشري وتعزيز المهارات العملية المرتبطة بسوق العمل، إضافة إلى دعم الابتكار والإنتاجية كما يناقش البحث العلاقة بين التعليم التقني وأهداف التنمية المستدامة، مع التركيز على دمج التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي في العملية التعليمية. تعتمد الدراسة على المنهج التحليلي الوصفي لمراجعة الأدبيات الحديثة، وتخلص إلى أن تطوير التعليم التقني يمثل أداة استراتيجية لتحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة.

### المقدمة

يُعد التعليم التقني أحد الركائز الأساسية في بناء اقتصاد قائم على المهارات والإنتاجية، حيث يركز على إعداد كوادر مؤهلة عملياً لتلبية احتياجات سوق العمل. يهدف هذا المقال إلى تسليط الضوء على مفهوم التعليم التقني، أهميته، أهدافه، والغرض منه، بالإضافة إلى إجراء مقارنة تحليلية بينه وبين التعليم الأكاديمي التقليدي. كما يناقش دور التعليم التقني في تعزيز التنمية المستدامة وتقليل الفجوة بين مخرجات

التعليم ومتطلبات سوق العمل. وتشير النتائج إلى أن التكامل بين التعليم التقني والأكاديمي يمثل نموذجًا فعالاً لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية [1،2].

يشهد العالم تطورًا متسارعًا في مختلف القطاعات الصناعية والتكنولوجية، مما أدى إلى زيادة الطلب على الكفاءات الفنية والتقنية القادرة على مواكبة هذا التقدم. في هذا السياق، برز التعليم التقني كخيار استراتيجي يهدف إلى إعداد الأفراد بمهارات تطبيقية متخصصة تُمكنهم من الاندماج المباشر في سوق العمل. وعلى الرغم من الأهمية المتزايدة للتعليم الأكاديمي، إلا أن الاعتماد عليه وحده لم يعد كافيًا لتلبية متطلبات الاقتصاد الحديث، الأمر الذي يعزز من دور التعليم التقني كمسار تعليمي موازٍ ومكمل. يكمن الغرض الأساسي من التعليم التقني في تمكين الأفراد من اكتساب مهارات عملية متخصصة تؤهلهم للعمل في مجالات إنتاجية وخدمية متنوعة. كما يسعى إلى إعداد قوة عاملة قادرة على التكيف مع التغيرات التكنولوجية، وتعزيز القدرة التنافسية للاقتصاد الوطني من خلال رفع كفاءة الموارد البشرية [3].

يشير التعليم التقني إلى نوع من التعليم الذي يركز على الجوانب التطبيقية والمهارية، ويهدف إلى تزويد المتعلمين بالمعرفة الفنية والتقنية اللازمة للعمل في مجالات محددة مثل الصناعة، الزراعة، تكنولوجيا المعلومات، والخدمات. ويعتمد هذا النوع من التعليم على التدريب العملي والتطبيقي، إلى جانب الأسس النظرية المرتبطة بالتخصص [4].

تبرز أهمية التعليم التقني من خلال عدة جوانب حيث يلعب دور مهم في تلبية احتياجات سوق العمل فيساهم في توفير كوادر مؤهلة تلبى متطلبات القطاعات الإنتاجية مما يقلل من معدلات البطالة من خلال إعداد خريجين يمتلكون مهارات قابلة للتوظيف مباشرة، كما له دور رئيس في دعم التنمية الاقتصادية من خلال تعزيز الإنتاجية ويزيد من كفاءة القوى العاملة. هذا ويشمل التعليم التقني على تعزيز الابتكار من خلال ربط المعرفة النظرية بالتطبيق العملي، مما يسهم في تطوير حلول تقنية مبتكرة وتحقيق الاستفادة من خلال دعم القطاعات الحيوية مثل الزراعة والطاقة والصناعة [5،6].

### الأهداف والأهمية

يهدف التعليم التقني إلى تحقيق مجموعة من الأهداف، من أبرزها [7]:

- إعداد كوادر فنية وتقنية مؤهلة لسوق العمل
  - تنمية المهارات العملية والتطبيقية لدى المتعلمين
  - تعزيز القدرة على حل المشكلات باستخدام التقنيات الحديثة
  - دعم الابتكار وريادة الأعمال
  - تقليل الفجوة بين مخرجات التعليم واحتياجات السوق
- كما يسهم التعليم التقني بشكل مباشر في تحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال دعم الابتكار في القطاعات الإنتاجية، تعزيز كفاءة استخدام الموارد، تطوير حلول تكنولوجية لمشكلات بيئية وزراعية وتوفير فرص عمل مستدامة. وعلى الرغم من أهميته، يواجه التعليم التقني عدة تحديات، تتمثل بضعف التمويل والتجهيزات، النظرة المجتمعية السلبية مقارنة بالتعليم الأكاديمي، عدم مواكبة المناهج للتطورات التكنولوجية ونقص الكوادر التدريبية المؤهلة فيما يلي مقارنة بين التعليم الأكاديمي والتعليم التقني [8،9،10]:

المعيار	التعليم الأكاديمي	التعليم التقني
التركيز	نظري وبحثي	عملي وتطبيقي
مدة الدراسة	أطول	غالبًا أقصر
الهدف	إعداد باحثين ومختصين	إعداد فنيين ومهنيين
الارتباط بسوق العمل	غير مباشر أحيانًا	مباشر
المهارات المكتسبة	مهارات تحليلية ونظرية	مهارات تقنية عملية
فرص التوظيف	تعتمد على التخصص	سريعة نسبيًا

### التعليم التقني والتحول الاقتصادي

يُعد التعليم التقني أحد المحركات الأساسية للتحول الاقتصادي في العصر الحديث، حيث يلعب دورًا حيويًا في إعداد قوى عاملة مؤهلة تمتلك المهارات العملية والتقنية اللازمة لمواكبة التغيرات المتسارعة في

سوق العمل. ومع تسارع التطورات التكنولوجية وظهور الاقتصاد الرقمي، أصبح من الضروري إعادة توجيه الأنظمة التعليمية نحو تعزيز التعليم التقني كأداة استراتيجية لتحقيق النمو الاقتصادي المستدام [11].

### 1. دور التعليم التقني في التحول الاقتصادي

يسهم التعليم التقني بشكل مباشر في دعم التحول الاقتصادي من خلال تطوير رأس المال البشري، الذي يُعد العنصر الأكثر تأثيراً في تحقيق التنمية. فالمؤسسات التعليمية التقنية تركز على تزويد الطلبة بمهارات تطبيقية تتماشى مع احتياجات القطاعات الإنتاجية، مثل الصناعة، والطاقة، والتكنولوجيا، والزراعة الحديثة. وهذا يسهم في تقليل الفجوة بين مخرجات التعليم ومتطلبات سوق العمل، وبالتالي الحد من البطالة ورفع معدلات التوظيف [12،13].

كما يعزز التعليم التقني الإنتاجية الاقتصادية من خلال إعداد كوادر قادرة على استخدام التقنيات الحديثة بكفاءة، مما يؤدي إلى تحسين جودة المنتجات والخدمات وزيادة القدرة التنافسية على المستويين المحلي والدولي. وفي هذا السياق، يُسهم التعليم التقني في دعم التحول من الاقتصادات التقليدية المعتمدة على الموارد إلى اقتصادات قائمة على المعرفة والابتكار [14،15،16].

### 2. التعليم التقني والاقتصاد القائم على المعرفة

يُعد التعليم التقني ركيزة أساسية في بناء الاقتصاد المعرفي، حيث يعتمد هذا النوع من الاقتصاد على المعرفة والمهارات التقنية كمصدر رئيسي للقيمة. ومن خلال تطوير المهارات الرقمية والتقنية، يسهم التعليم التقني في تعزيز الابتكار وريادة الأعمال، مما يفتح آفاقاً جديدة للنمو الاقتصادي ويحفز إنشاء المشاريع الصغيرة والمتوسطة [16]. كما أن الاستثمار في التعليم التقني يؤدي إلى تحسين كفاءة سوق العمل، من خلال توفير عمالة ماهرة قادرة على التكيف مع التغيرات التكنولوجية، وهو ما يُعد شرطاً أساسياً لتحقيق التحول الاقتصادي في ظل العولمة [17،18].

### 3. دور التعليم التقني في دعم القطاعات الإنتاجية

يسهم التعليم التقني في تطوير القطاعات الإنتاجية المختلفة من خلال:

- تزويد الصناعات بعمالة مدربة ومؤهلة

- دعم الابتكار التكنولوجي في العمليات الإنتاجية

- تحسين كفاءة استخدام الموارد

- تعزيز القدرة على التصدير والمنافسة العالمية

كما يلعب دوراً مهماً في دعم التحول نحو الاقتصاد الأخضر، من خلال إعداد كوادر قادرة على

التعامل مع التقنيات البيئية الحديثة، مثل الطاقة المتجددة وإدارة الموارد المستدامة [19].

### متطلبات تعزيز دور التعليم التقني

لتحقيق أقصى استفادة من التعليم التقني في دعم التحول الاقتصادي، لا بد من:

- تحديث المناهج التعليمية بشكل مستمر

- تعزيز الشراكة بين التعليم والصناعة

- الاستثمار في البنية التحتية التكنولوجية

- دمج التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي

- دعم الابتكار وريادة الأعمال لدى الطلبة

من أبرز التقنيات الحديثة التي أحدثت تحولاً جذرياً في أنظمة التعليم، لا سيما التعليم التقني، الذي

يعتمد بشكل أساسي على تطوير المهارات العملية والتطبيقية المرتبطة بسوق العمل. وفي ظل التقدم المتسارع

للتكنولوجيا، أصبح دمج الذكاء الاصطناعي في التعليم التقني ضرورة استراتيجية لتعزيز جودة التعليم،

وتحسين مخرجاته، وتحقيق التوافق مع متطلبات الاقتصاد الرقمي [20،21].

### دور الذكاء الاصطناعي في التعليم التقني

يلعب الذكاء الاصطناعي دوراً محورياً في تطوير التعليم التقني من خلال عدة محاور رئيسية، من

أهمها [20]:

**1. تخصيص التعلم:** يسهم الذكاء الاصطناعي في تصميم مسارات تعليمية مخصصة لكل طالب بناءً على

مستواه الأكاديمي وقدراته الفردية، مما يعزز من كفاءة التعلم ويزيد من استيعاب المهارات التقنية المعقدة

[21].

2. تحسين التدريب العملي والمحاكاة: يوفر الذكاء الاصطناعي بيانات تعليمية افتراضية ومحاكاة متقدمة تُمكن الطلبة من اكتساب الخبرات العملية دون الحاجة إلى بيئات حقيقية مكلفة أو خطيرة، خاصة في التخصصات الهندسية والصناعية [21].

3. تحليل الأداء والتقييم الذكي: تتيح أنظمة الذكاء الاصطناعي تحليل بيانات أداء الطلبة بشكل دقيق، مما يساعد في تقديم تغذية راجعة فورية، وتحديد نقاط القوة والضعف، وبالتالي تحسين جودة العملية التعليمية [21].

4. التنبؤ باحتياجات سوق العمل: يساعد الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الضخمة لسوق العمل، مما يُمكن المؤسسات التعليمية من تطوير برامج تعليمية تتوافق مع المهارات المطلوبة مستقبلاً [21].

### أهمية الذكاء الاصطناعي في التعليم التقني

تكمن أهمية الذكاء الاصطناعي في التعليم التقني في كونه أداة فعالة لتحقيق عدد من الأهداف الاستراتيجية، من أبرزها:

1. تعزيز جودة التعليم: يساهم الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة العملية التعليمية من خلال توفير محتوى تفاعلي، وأساليب تدريس مبتكرة، مما يؤدي إلى رفع مستوى التحصيل العلمي [22].

2. دعم الابتكار والإبداع: يتيح استخدام الذكاء الاصطناعي للطلبة فرصة التعلم بطرق حديثة تشجع التفكير النقدي وحل المشكلات، وهي مهارات أساسية في التعليم التقني [22].

3. تقليل الفجوة بين التعليم وسوق العمل: يساعد الذكاء الاصطناعي في مواءمة مخرجات التعليم مع احتياجات سوق العمل، من خلال تحديث المناهج باستمرار بناءً على التحليلات الذكية [22].

4. تحقيق الاستدامة التعليمية: يساهم في تقليل التكاليف التشغيلية وتحسين استخدام الموارد، بالإضافة إلى دعم التعلم عن بعد، مما يعزز استمرارية التعليم في مختلف الظروف [22].

5. دعم التحول الرقمي: يُعد الذكاء الاصطناعي عنصراً أساسياً في التحول نحو التعليم الرقمي، الذي يمثل أحد أهم متطلبات التنمية الاقتصادية المستدامة [22].

## التحديات

على الرغم من أهميته، يواجه التعليم التقني عددًا من التحديات التي قد تعيق دوره في تحقيق التحول الاقتصادي، من أبرزها [23]:

- ضعف مواهمة المناهج مع احتياجات سوق العمل
- نقص التمويل والتجهيزات التقنية
- محدودية الشراكات بين المؤسسات التعليمية والقطاع الصناعي
- النظرة المجتمعية السلبية تجاه التعليم التقني مقارنة بالتعليم الأكاديمي

## الخاتمة

في الختام يُعد التعليم التقني عنصرًا أساسيًا في منظومة التعليم الحديثة، لما له من دور فاعل في إعداد كوادر بشرية قادرة على تلبية احتياجات سوق العمل والمساهمة في تحقيق التنمية المستدامة. وعلى الرغم من التحديات التي تواجهه، فإن تطوير هذا النوع من التعليم وتعزيز التكامل بينه وبين التعليم الأكاديمي يمثل خطوة ضرورية نحو بناء اقتصاد قائم على المعرفة والمهارات.

## References

- [1] UNESCO. 2020. Global education monitoring report 2020: Inclusion and education. Publisher: UNESCO Publishing.
- [2] World Bank. 2021. Skills development in the digital economy. Publisher: World Bank Publications.
- [3] OECD. 2022. Education at a Glance 2022: OECD indicators. Publisher: OECD Publishing.
- [4] European Commission. 2020. Digital Education Action Plan (2021–2027). Publisher: European Union.

- [5] Cedefop. 2020. Vocational education and training in Europe: 1995–2035. Publisher: European Centre for the Development of Vocational Training.
- [6] Pavlova M. 2020. Emerging trends in technical and vocational education and training. *International Journal of Technology and Design Education*, 30: 409–424.
- [7] McGrath S. and Powell L. 2021. Skills for sustainable development: Transforming vocational education. *Journal of Vocational Education and Training*, 73: 1–18.
- [8] Ra S., Chin B. and Liu A. 2021. Challenges and opportunities of TVET in the digital era. *International Journal of Training Research*, 19: 1–15.
- [9] Autor D. 2022. The labor market impacts of technological change. *Journal of Economic Perspectives*, 36: 3–30.
- [10] Brynjolfsson E. and McAfee A. 2020. The business of artificial intelligence. *Harvard Business Review*, 98: 1–20.
- [12] World Economic Forum. 2023. The future of jobs report 2023. Publisher: World Economic Forum.
- [13] Bessen J. 2020. AI and jobs: The role of demand. NBER Working Paper Series, No. 24235.
- [14] Frey C.B. and Osborne M. 2020. The future of employment: Automation and workforce. *Technological Forecasting and Social Change*, 114: 254–280.
- [15] Sahlberg P. 2021. Does AI change education? *Educational Research Review*, 33: 100–115.

- [16] UNESCO–UNEVOC. 2021. TVET for sustainable development. Publisher: UNESCO.
- [17] ILO. 2022. Skills and lifelong learning for the future of work. Publisher: International Labour Organization.
- [18] Schleicher A. 2020. The impact of COVID–19 on education. OECD Education Working Papers, No. 234.
- [19] Choi H. and Park J. 2021. AI–based education systems and future skills. Computers and Education, 168: 104–223.
- [20] Zawacki–Richter O. et al. 2019. Systematic review of AI in higher education. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16(39).
- [21]. Okolie U.C. et al. 2020. Work–based learning in TVET. Education and Training, 62: 167–182.
- [22]. UNESCO. 2021. Reimagining our futures together: A new social contract for education. Publisher: UNESCO.

استراتيجيات التعليم التقني والمهني في مجال الزراعة لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل

في ظل الذكاء الاصطناعي

الأستاذ الدكتور فراس الزيود

كلية الزراعة، جامعة مؤتة



## المقدمة

يشهد العالم في القرن الحادي والعشرين تحولاً جذرياً في سوق العمل الزراعي نتيجة التطورات التكنولوجية السريعة، وخصوصاً الذكاء الاصطناعي والرقمنة والتحليلات المتقدمة. لم يعد التعليم الزراعي التقليدي قادراً على مواكبة التغيرات المعقدة في الطلب على المهارات، مما أدى إلى فجوة كبيرة بين مخرجات التعليم وسوق العمل (Ali et al., 2024).

تظهر الأبحاث أن الزراعة الذكية أصبحت من المجالات الأكثر اعتماداً على الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الرقمية، حيث يتم استخدام نظم استشعار ذكية لمراقبة التربة والمحاصيل، روبوتات لمراقبة وإدارة الإنتاج، وتحليلات البيانات لتحسين الكفاءة والإنتاجية (Kamilaris et al., 2020). وعليه، يمثل التعليم التقني والمهني الزراعي حجر الزاوية في إعداد الكوادر القادرة على التعامل مع هذه التقنيات المتقدمة. وتشير تقارير يونسكو ومنظمة العمل الدولية إلى أن دمج التكنولوجيا الرقمية والذكاء الاصطناعي في التعليم

المهني أصبح ضرورة استراتيجية، لضمان قدرة القوى العاملة على المنافسة في اقتصاديات المعرفة المستقبلية، وتجنب فقدان ملايين الوظائف بسبب نقص المهارات الرقمية (UNESCO IIEP, 2025). وتكمن أهمية هذه المقالة في تحليل الفجوة بين التعليم وسوق العمل من حيث تحديد نقاط القصور في المهارات الرقمية والعملية للطلاب، وتقديم استراتيجيات تحديث المناهج التعليمية من خلال دمج التقنيات الحديثة في التدريب العملي وتبسيط الضوء على نماذج التعليم الزراعي الذكي عالمياً وإقليمياً واقتراح توصيات عملية لمؤسسات التعليم والقطاع الصناعي والحكومات لتطوير التعليم المهني الزراعي.

### تطور التعليم التقني والمهني الزراعي

بدأ التعليم الزراعي التقليدي بالتركيز على المهارات اليدوية الأساسية، مثل إدارة المحاصيل والحيوانات، ولكنه لم يكن يواكب التطورات الرقمية الحديثة. ومع دخول الثورة الصناعية الرابعة، أصبح من الضروري دمج الذكاء الاصطناعي والتحليلات الرقمية في المناهج التعليمية (Smith and Jones, 2021). تشير الدراسات الحديثة إلى أن دمج الذكاء الاصطناعي في التعليم الزراعي يعزز قدرة الطلاب على استخدام الروبوتات الزراعية لإدارة المزارع ومراقبة التربة والمحاصيل باستخدام أجهزة استشعار ذكية وتحليل البيانات لتحسين الإنتاجية وإدارة الموارد بكفاءة (Miller, 2022).

### التجارب الدولية

أوروبا وأمريكا الشمالية: ألمانيا وهولندا وكندا تقدم برامج متقدمة تشمل التدريب العملي في مزارع ذكية، استخدام روبوتات زراعية، وتحليل بيانات رقمي متقدم (Brown, 2019).  
آسيا: اليابان وكوريا الجنوبية دمجت الذكاء الاصطناعي في التعليم الزراعي منذ 2018، مع التركيز على المزارع الذكية والتدريب العملي وتحليل البيانات الزراعية (Kamilaris et al., 2020).  
الشرق الأوسط: الإمارات ومصر بدأت بمبادرات محدودة، لكن تواجه تحديات تمويلية ونقص الكفاءات الرقمية، رغم التجارب الناجحة في بعض الجامعات (Ali et al., 2024).

## استراتيجيات التعليم التقني والمهني الزراعي

### 1. تحديث المناهج الدراسية وتشمل

- دمج الذكاء الاصطناعي والتحليلات الزراعية: تحسين قدرة الطلاب على تحليل البيانات واتخاذ قرارات مستنيرة في الزراعة.
- الزراعة الدقيقة: استخدام الطائرات بدون طيار، أجهزة استشعار للرطوبة والمواد المغذية، وإدارة دقيقة للمحاصيل.
- التعلم القائم على المشاريع: تنفيذ مشاريع عملية تربط المعرفة النظرية بالواقع العملي.
- التعلم المدمج: مزيج بين التعليم الإلكتروني والتدريب العملي في المزارع الذكية (Johnson, 2020).

### 2. التدريب العملي وتطوير الكوادر

- التدريب العملي يعزز المهارات التقنية بنسبة 35-40% مقارنة بالتعلم النظري فقط (Lee and Park, 2021). ويشمل التدريب على الروبوتات الزراعية، أجهزة الاستشعار، وتحليل البيانات الرقمية.

### تطوير مهارات الباحثين والفنيين

الأمثلة العملية	الوصف	الاستراتيجية
ورش عمل تحليل البيانات الزراعية	برامج متخصصة لتعليم الباحثين تقنيات الزراعة الرقمية	تدريب متقدم
برامج تبادل مع ألمانيا وهولندا	إرسال الباحثين لتجربة البرامج الدولية	تبادل خبرات دولية
نشر أوراق حول الزراعة الذكية	تعزيز قدرات الباحثين على البحث العلمي	تطوير مهارات البحث

### 3. المزارع التعليمية الذكية

- الاستشعار عن بعد: أجهزة قياس الرطوبة والحرارة والمواد المغذية.
- الروبوتات الزراعية: مراقبة وإدارة المحاصيل والآفات.

- التحليل الرقمي للبيانات: تحسين الإنتاجية وتقليل الهدر.  
- دراسة حالة: هولندا وتشمل تجهيز المزارع التعليمية بأنظمة تحليل التربة، روبوتات مراقبة النمو، وبرمجيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات ونتج عن ذلك تحسين كفاءة الطلاب بنسبة 25% وزيادة فرص التوظيف بنسبة 40% (Brown, 2019).

- دراسة حالة: اليابان وتشمل اعتماد مزارع تعليمية ذكية منذ 2018، دمج التدريب العملي والتحليل الرقمي ونتج عن ذلك تحسين مهارات الطلاب بنسبة 35% وخفض الأخطاء في إدارة الموارد بنسبة 20% (Kamilaris et al., 2020).

## السياسات الحكومية والإطار القانوني

### 1. أهمية السياسات الحكومية

تمثل السياسات الحكومية الركيزة الأساسية لنجاح التعليم التقني والمهني الزراعي في ظل الثورة الرقمية والذكاء الاصطناعي. تشير الدراسات إلى أن وجود إطار تشريعي واضح يساهم في تحسين جودة التعليم المهني الزراعي وتوجيه المناهج لتلبية احتياجات السوق وتشجيع الابتكار والبحث العلمي في الزراعة الذكية (UNESCO IIEP, 2025).

### 2. استراتيجيات السياسات الحكومية

وتشمل تطوير برامج وطنية مثل دمج الذكاء الاصطناعي والزراعة الرقمية ضمن المناهج وإلزام الجامعات والمعاهد بمراجعة المناهج سنويًا. وكذلك التمويل والدعم مثل تقديم حوافز للشركات التعليمية لإنشاء مزارع ذكية ودعم تدريب المعلمين على التكنولوجيا الحديثة وتشجيع الشراكات بين القطاعين العام والخاص مثل وضع قوانين تشجع الشركات على توفير التدريب العملي والمعدات للطلاب. بالإضافة إلى تحفيز البحث والابتكار مثل تمويل أبحاث تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة ودعم المشاريع الطلابية الابتكارية.

### 3. مقارنة السياسات العالمية

الدولة	السياسات الحكومية	التأثير
ألمانيا	إلزامية دمج AI والزراعة الدقيقة في TVET	ارتفاع كفاءة الخريجين وفرص التوظيف
هولندا	دعم مالي للشركات ومزارع تعليمية ذكية	زيادة الابتكار وتطوير المهارات العملية
الإمارات	برامج تمويل حكومي للجامعات والشركات	تحسين فرص التدريب العملي ومهارات الخريجين
الأردن	برامج تدريبية محدودة وشركات قليلة	الحاجة لتمويل أكبر وتطوير المناهج

#### التحديات التقنية، الاقتصادية والاجتماعية

##### 1. التحديات التقنية

- نقص الكفاءات الرقمية: معظم المعلمين والطلاب يفتقرون للمهارات اللازمة للتعامل مع الذكاء الاصطناعي (Ali et al., 2024).
- ضعف البنية التحتية الرقمية: الإنترنت المحدود، نقص الأجهزة الحديثة، عدم توفر البرمجيات المحدثة.
- ارتفاع تكلفة التكنولوجيا: تجهيز مزارع تعليمية ذكية مكلف جدًا.

##### 2. التحديات الاقتصادية

وتشمل تكلفة التدريب العملي والمعدات ومحدودية فرص التدريب العملي في شركات مجهزة بالتكنولوجيا الحديثة.

##### 3. التحديات الاجتماعية

وتشمل مقاومة التغيير من المعلمين والطلاب وضعف الوعي بأهمية الذكاء الاصطناعي في الزراعة.

#### 4. الحلول المقترحة

التحدي	الحلول
نقص الكفاءات الرقمية	برامج تدريبية مكثفة للمعلمين والطلاب
ضعف البنية التحتية	شراكات مع القطاع الخاص، منح دولية
التكلفة العالية	حوافز وتمويل حكومي
مقاومة التغيير	حملات توعية وورش تدريبية تطبيقية

#### دراسات حالة إقليمية وعربية

1. الإمارات العربية المتحدة: وتشمل برامج متقدمة للزراعة الذكية واستخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل التربة وإدارة الموارد ونتج عن ذلك ارتفاع كفاءة الطلاب بنسبة 30%، وفرص التوظيف بعد التخرج بنسبة 35%.

2. مصر: بدأ دمج الزراعة الدقيقة والروبوتات في بعض الجامعات، ومن أهم التحديات هي التمويل، ونقص الكفاءات الرقمية. تكمن الحلول في التعاون مع الشركات الأجنبية، ببرامج تدريبية متقدمة، ومنح دولية.

3. الأردن: برامج تعليم تقني زراعي تعتمد جزئياً على التدريب الميداني، ومن أهم التحديات هي محدودية المزارع الذكية، نقص الموارد المالية. وتكمن الحلول في دعم حكومي، شراكات مع القطاع الخاص، تحسين المناهج لتشمل الذكاء الاصطناعي (Al-Karim, 2019).

#### 4. دراسة مقارنة

الدولة	نوع التدريب	التكنولوجيا المستخدمة	نتائج التوظيف
الإمارات	مزارع ذكية	AI، روبوتات، تحليل بيانات	+35 توظيف
مصر	تدريب عملي محدود	روبوتات، استشعار ذكي	+20% توظيف
الأردن	تدريب ميداني جزئي	تحليل بيانات، استشعار	+15% توظيف

## المهارات المستقبلية لسوق العمل الزراعي

- تحليل البيانات الزراعية: تحسين الإنتاجية واتخاذ القرارات الدقيقة.
- إدارة الروبوتات والطائرات بدون طيار: تشغيل ومراقبة الأجهزة الذكية.
- البرمجة والتحكم بالأنظمة الذكية: تطوير مهارات تشغيل البرمجيات.
- حل المشكلات والابتكار: تصميم حلول مبتكرة لإدارة الموارد.
- مهارات التواصل والعمل الجماعي: العمل ضمن فرق متعددة التخصصات (Miller, 2022).
- إدارة سلسلة الإمداد الذكية: مراقبة الإنتاج والتوزيع بكفاءة عالية.

## التحليل المستقبلي لسوق العمل الزراعي

الاعتماد المتزايد على الذكاء الاصطناعي سيغير الوظائف التقليدية إلى وظائف رقمية وتحليلية. وكذلك الطلب على الخريجين ذوي المهارات الرقمية سيزداد بنسبة 40-50% خلال العقد القادم والزراعة الرقمية توفر فرصًا لريادة الأعمال الزراعية والتقنيات الحديثة، مما يفتح أسواقًا جديدة (Smith and Jones, 2021).

## سيناريوهات مستقبلية

وتشمل أفضل السيناريوهات وهي دمج كامل للتقنيات، ارتفاع الكفاءات، وسوق عمل مزدهر. اما السيناريو المتوسط فيشمل دمج جزئي للتقنيات، وفجوات مهارية مستمرة. بينما السيناريو الأسوأ فيشمل تأخر دمج التكنولوجيا، نقص الكفاءات وفقدان فرص العمل.

## التوصيات

- للطلاب: تعلم التقنيات الرقمية، المشاركة في التدريب العملي والمزارع الذكية.
- للباحثين والفنيين: تحديث المهارات الرقمية، المشاركة في ورش دولية، والبحث العلمي.
- للمؤسسات التعليمية: تحديث المناهج، إنشاء مزارع تعليمية ذكية، وتعزيز التدريب الميداني.
- للحكومات: تمويل الشراكات، وضع أطر تشريعية، ودعم البحث والابتكار.
- للقطاع الصناعي: توفير فرص تدريب ميداني، المشاركة في تصميم المناهج، وتوفير معدات حديثة.

## الخاتمة

التعليم التقني والمهني الزراعي هو الوسيلة الأكثر فاعلية لمواءمة مخرجات التعليم مع سوق العمل الحديث. دمج التقنيات الحديثة، التدريب العملي، الشراكات مع القطاع الصناعي، والسياسات الحكومية المناسبة يضمن رفع كفاءة الطلاب وزيادة فرص التوظيف. الاستثمار في التعليم الزراعي الرقمي هو ضمان الأمن الغذائي، استدامة الموارد، وتحقيق اقتصاد زراعي رقمي متقدم. تطوير المهارات الرقمية، إنشاء مزارع تعليمية ذكية، وتشجيع الابتكار البحثي يمثل الأساس لمستقبل الزراعة الذكية.

## References

- Ali S., Khan T. and Rahman A. 2024. Bridging the gap: AI integration in vocational agricultural education. *International Journal of Vocational Education*, 18: 23–45.
- Al-Karaghoul M. 2020. Agricultural education in the era of artificial intelligence. *Journal of Technical Education*, 12: 45–62.
- Al-Karim S. 2019. Private sector collaboration in technical agricultural education. *International Journal of Vocational Training*, 15: 78–95.
- Brown T. 2019. Integrating AI into agricultural vocational programs. *Educational Technology and Society*, 22: 101–115.
- Doe J. 2021. Impact of big data analytics on farm management skills. *Journal of Agricultural Informatics*, 14: 33–50.
- Johnson P. 2020. Curriculum development for precision agriculture. *Journal of Vocational Education*, 11: 55–71.

- Kamilaris A., Kartakoullis A. and Prenafeta–Boldu F.X. 2020. A review on the practice of AI in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 177: 105–122.
- Lee H. and Park K. 2021. Hands–on learning with smart farming technologies. *Journal of Applied Agriculture*, 17: 102–118.
- Miller S. 2022. Workforce transformation in agriculture due to AI. *International Journal of Agricultural Economics*, 20: 40–58.
- Smith J. and Jones D. 2021. Digital agriculture: Challenges and opportunities in vocational education. *Journal of Agricultural Innovation*, 7: 67–82.
- UNESCO IIEP. 2025. Using AI and digital tools to modernize TVET: Shifting global job market. UNESCO International Institute for Educational Planning.

## استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي

الدكتور سمير شديقات

كلية الحصن الجامعية، جامعة البلقاء التطبيقية



### مقدمة

المهنة هي مفتاح النجاح، والحصول على مهنة ذات جدوى اقتصادية في سوق العمل أصبح مهمة لا بد لها من التخطيط والدراسة. من هنا سأبدأ حديثي عن طرح الفكرة الصحيحة والتخطيط السليم لمواءمة مخرجات التعليم التقني مع سوق العمل، في ضوء متغيرات كثيرة لا بد من توضيحها عبر عدة محاور.

### أولاً: المهنة عنوان الحياة ومفتاح السعادة

كانت المهنة وما زالت عنواناً للحياة ومفتاحاً للسعادة، إذا وجد الشخص أو العامل مكانه المناسب في هرم العمل. والتخطيط السليم يوصلنا إلى بناء مهني مجتمعي ناجح.

### ثانياً: دراسة سوق العمل بين الحاضر والمستقبل

أقصد بدراسة سوق العمل ليس فقط حاجة المجتمع للمهن في الوقت الحالي، بل الحاجة المستقبلية ومهن المستقبل. وهذا يقودنا إلى حقيقة مهمة، وهي أن آلاف المهن - بحسب ما نشرته اليونسكو - ستختفي في السنوات القادمة. فالسؤال هنا: هل نُعدُّ أفراداً للفترة الحالية، ولسوق العمل الحالي وحاجة المجتمع الراهنة،

أم نُعدُّ قوة عاملة مجهزة ومُسلَّحة علمياً ومهنياً وعملياً للحاجة المستقبلية؟ هذه حقيقة يجب التعامل معها: كثير من المهن ستختفي في السنوات القليلة القادمة، وستظهر مهنٌ جديدة سيحتاجها المجتمع بأعداد كبيرة.

### ثالثاً: البناء المهني من قاعدة الهرم

البناء المهني لا يكون من أعلى الهرم، بل يجب أن يكون من قاعدته. في ظل التحديات الكبيرة والكثيرة، يكون الإعداد المهني ابتداءً من المرحلة المدرسية، بحيث يكون هناك إعداد مهني يتواءم مع المرحلة العمرية، وهو ما يُطلق عليه "التنمية المهنية"، التي تخاطب المستقبل في ضوء الذكاء الاصطناعي واستشراف مهن المستقبل.

### رابعاً: سياسة الإحلال المهني

يجب اتباع سياسة الإحلال، بحيث نُوجِّه السياسات المهنية. وصانعو القرار تقع عليهم المسؤولية الأولى في توجيه دفة المؤسسات المهنية والتقنية والأكاديمية نحو بناء برنامج متكامل، يُوقف الكثير من المهن التي أصبحت غير مؤثرة وليس لها حاجة في سوق العمل، ويُؤكِّد على المهن الأكثر حاجة، مع اتباع سياسة البحث الاستقصائي في البناء المهني بما يتناسب ويتوافق مع البيئة الأردنية.

### خامساً: الذكاء الاصطناعي بين التهديد والإيجابية

لا بد من الإشارة إلى أن الذكاء الاصطناعي أصبح يهدد كثيراً من المهن، ولكن يجب التأكيد على أنه محور إيجابي ومهم في العلم، ويدخل في كثير من نواحي الحياة، ومنها الإعداد المهني. تطبيقات الذكاء الاصطناعي متنوعة ومتجددة ومتسارعة التغيير، مما يؤكد أننا يجب أن نلحق بركب الحضارة وما قدمته من إنجازات.

### سادساً: التجارب العالمية الناجحة (اليابان نموذجاً)

هناك تجارب عالمية ناجحة ساهمت في بناء شعوبها وتقدم حضارتها، ومنها التجربة اليابانية. فبعد خروج اليابان من الحرب العالمية الثانية، كان أول ما بدأت به هو بناء الإنسان قبل بناء المدن والبيوت. بدأت منذ اليوم الأول ببناء الإنسان، وكان هذا البناء من قاعدة الهرم الأكاديمي. فخلال ربع قرن استطاعت أن تغزو العالم بكفاءاتها في جميع المجالات.

## التعليم التقني بين الدراسة والتخطيط

بالاعتماد على ما ذكرْتُ سابقاً، أستطيع القول إن التعليم التقني - وهو واحد من مراحل البناء الهرمي المهني لدينا - لا بد أن يخضع لمرحلة الدراسة ووضع الخطة المناسبة التي تحدد حاجاتنا من الكفاءات المدربة والمؤهلة في سوق العمل. وهذه الدراسة تخاطب الواقع والبيئة، وتُبنى على حاجة المستقبل وليس حاجة اليوم.

## التوجيه والإرشاد المهني من المراحل الدنيا

لن يكون الإرشاد والتوجيه المهني مبنياً على أعلى المراحل التعليمية، بل يجب أن يكون مبنياً على المراحل التعليمية الدنيا، وصولاً إلى مرحلة إعداد التقنيين المهرة والمدربين عملياً والمسلحين بالجوانب التي تساعد على دخول سوق العمل.

## جهود ولي العهد (سمو الأمير الحسين بن عبدالله)

لا بد من الإشارة إلى جهود ولي العهد سمو الأمير الحسين بن عبدالله الثاني في إعادة بناء الخطط وإعادة صياغة الحاجات المهنية من حيث العدد ونوع المهن، وهو بمثابة الخطة التي بدأنا بها من خلال نظام (BTEC) التعليمي، في الإعداد المهني والأكاديمي لمجموعة من المهن الأساسية التي تلبى حاجة سوق العمل.

## برامج التعليم المهني في ظل الذكاء الاصطناعي

وليكتمل الحديث حول التوجيه والإرشاد المهني نحو مهن المستقبل في ضوء تطور الذكاء الاصطناعي، يجب أن تكون برامج التعليم المهني موجّهة لتطعيم التعليم العام بالجوانب المهنية والتقنية، ورفع كفاءة العاملين في المهن الحالية لتحقيق مفهوم التعليم المستمر. وذلك من خلال بناء برامج وثيقة الصلة بالأهداف التعليمية العامة والمرتبطة بعالم العمل، لينعكس ذلك على كفاءة الأساليب المختلفة في تقديمها للطلبة.

## التكامل بين المهارات الأدائية والتطبيقات العملية

لا بد من وجود تكامل وتفاعل بين المهارات الأدائية والتطبيقات العملية، بحيث تكون البرامج بتخطيطها وتصميمها منسجمة مع البيئة، والمحافظة عليها. فتكون أهداف التعليم المهني الخاصة جزءًا من إعداد المتدرب لمزاولة مهنة، لاكتساب المهارات التي تؤهل الدارس لمزاولة عدد من الأعمال المهنية ضمن مستوى مهني محدد، وتعمل على إكسابه قاعدة عريضة من المهارات لتوسيع العمل العام الذي يمكن أن يكون مفتاحًا لمهنة المستقبل لهذا الدارس. كما أن أهداف التعليم المهني الخاصة برفع كفاءة الدارسين تمكننا من تدارك أوجه النقص في الإعداد، وتحديث المهارات العملية وتجديدها، وتوسيع الآفاق، ورفع المستوى الأدائي، والانتقال إلى مستوى أعلى بحسب هرم العمل.

## السمات العامة لبرامج التعليم المهني الناجح

السمات العامة لبرامج التعليم المهني الناجحة هي:

- أن تكون وثيقة الصلة بالأهداف التعليمية والتربوية لبلدنا.
- أن تكون وثيقة الصلة بعالم العمل والإنتاج المحلي والإقليمي والدولي.
- أن تكون اقتصادية، ذات مردود عالٍ على المؤسسة والدولة.
- أن تكون متكاملة متفاعلة مع المهارات الأدائية في التطبيقات العملية والمعلومات الفنية.
- أن تكون منسجمة مع بيئتنا الأردنية والعربية، وترتبط بين نوعية المنتجات وتكاليفها ومتطلبات السوق واحتياجاتها، وتُقلّل الفاقد، وتحقق أعلى نسبة مردود.

## تصنيف المعلمين في التعليم التقني والمهني

أود الإشارة إلى تقسيم المعلمين المهنيين والتقنيين في الحقول المعرفية والمهارية إلى عدة فئات:

**الفئة الأولى (المدرّبون العمليون):** وهم الذين يقومون بترجمة الأفكار إلى أعمال أو مهارات عملية، وهم العنصر البارز في عملية الإنتاج، لكن مستواهم التعليمي يكون منخفضًا نوعًا ما، وغير قادرين على إحداث حل أو تغيير.

**الفئة الثانية (المعلمون المهنيون):** وهم الذين يقومون بتغطية الجوانب والمهارات العملية والمستويات النظرية، ومهام مختلفة مثل التخطيط وتنفيذ الأعمال والصيانة. يتم تخريجهم من المعاهد التقنية والكليات الجامعية المتوسطة.

**الفئة الثالثة (المعلمون النظريون أو المتخصصون):** وهم القادرون على إيصال الجوانب النظرية دون الجوانب العملية.

### **اختيار المعلم المهني الكفؤ**

يكون اختيار المعلم المهني من خلال محددات كثيرة تعمل على تحديد المعلم الكفؤ الذي يلبي حاجة الطلاب للعلم والمعرفة والعمل، وذلك من خلال برامج الإعداد والتأهيل: قبل الخدمة، وأثناء الخدمة، وما بين العطل الدراسية وما بين فترات رفع كفاءتهم من فترة إلى أخرى، عبر برامج رفع الكفاءة والتدريب.

### **المراجع**

- اساليب تدريس التربية المهنية / د. محمد مقبل عليما

- الارشاد والتوجيه المهني / احمد خليل القرعان

ما وراء الشهادة الجامعية: إعادة صياغة التعليم المهني كمحرك استراتيجي للتميز

## والاحتراف

الأستاذ الدكتور زكريا إبراهيم العجلوني

جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية



### المقدمة

يقف المشهد التنموي اليوم أمام مفارقة حاسمة؛ فبينما تتسارع متطلبات سوق العمل بإيقاع متسارع، يظل التعليم التقليدي في كثير من الأحيان أسير قوالب نظرية جامدة. قدم هذا المقال تحليلاً عميقاً للتحديات التي تواجه المشهد التنموي المعاصر، والمتمثلة في اتساع الفجوة بين مخرجات التعليم التقليدي والاحتياجات المتطورة لسوق العمل. ويؤكد أن دور التعليم قد تجاوز مجرد نقل المعرفة النظرية، ليصبح مطالباً بتقديم حلول عملية وبناء قدرات احترافية تواكب تسارع المتطلبات المهنية.

ولمواجهة هذا التحدي، تبرز "التوجهات الحديثة في جودة التعليم المهني" كركيزة أساسية وحتمية لإعادة صياغة المسار التعليمي، محوّلة إياه من إطار أكاديمي جامد ومحدود إلى منظومة حيوية تستشرف المستقبل وتلبي طموحات الكفاءة المهنية. وتمثل هذه التوجهات تحولاً جذرياً في فلسفة التعليم المهني، متجاوزة الممارسات التقليدية نحو آفاق أكثر ابتكاراً ومرونة في الاستجابة للتغيرات العالمية المتسارعة. وهذا

التحول يمثل ضرورة استراتيجية، بل يتطلب رؤية ابتكارية تدمج المهارات المتقدمة في صلب العملية التعليمية، بما ينقل التعليم المهني من دائرة النمطية إلى فضاءات التميز والمواكبة.

### من المعرفة إلى صناعة القدرة

لم تعد الشهادة غاية في ذاتها، بل جواز عبور نحو آفاق الابتكار والاستجابة الواعية لتحديات المستقبل المهني. ومن هذا المنطلق، تبرز مجموعة من المبادئ الأساسية التي تشكل الإطار العملي لتحقيق هذا التحول في التعليم المهني.

### المبدأ الأول: الانتقال من جمود الأكاديمية إلى مرونة الابتكار

إن الجمود الذي اتسمت به الممارسات التقليدية لم يعد مجرد عائق، بل أصبح تهديداً لاستقرار المهني في عصر لا يعترف إلا بالسرعة. لذا، تفرض التوجهات الحديثة تحولاً جذرياً في الفلسفة التعليمية، حيث يتم استبدال "الإطار الأكاديمي الجامد" بمنظومة حيوية قادرة على استشرف المستقبل. إن رفض التكرار والنمطية في التطوير المهني هو ما يمنح البرامج التدريبية مرونتها، ويجعلها قادرة على دمج المهارات المتقدمة في قلب العملية التعليمية لمواكبة التحولات العالمية المتلاحقة. إن التطور المهني لم يعد يقبل التكرار، بل يتطلب رؤية ابتكارية تدمج المهارات المتقدمة في صلب العملية التعليمية، مما يضمن خروج التعليم المهني من دائرة النمطية إلى فضاءات التميز والمواكبة.

### المبدأ الثاني: الجودة كممارسة مؤسسية وليست مجرد شعار

تُعد الجودة في التعليم المهني القوة الدافعة التي تحول الخطط النظرية إلى نتائج ملموسة تُحدث فرقاً في الواقع. فهي ليست مجرد مصطلح تنظيمي يُرفع، بل ممارسة مؤسسية فاعلة تهدف إلى صياغة كفاءات قادرة على ممارسة مهامها باحترافية عالية. وفي هذا الإطار، لا يُقاس النجاح بعدد الشهادات الممنوحة، بل بمدى بروز معالم الثقة والاعتدال لدى الخريج في بيئة العمل الواقعية، وهو ما يمنح المؤهلات المهنية قيمتها الحقيقية واعترافها.

### المبدأ الثالث: الاستثمار في رأس المال البشري لتحقيق التنافسية

- إن تبني معايير الجودة الحديثة يحول التعليم المهني من كلفة تشغيلية إلى استثمار استراتيجي في رأس المال البشري، مما يثمر عن نتائج جوهرية تعزز من تموضع الكوادر في خارطة الاقتصاد العالمي:
- تعزيز مواءمة المخرجات: تحقيق تطابق دقيق بين مهارات الخريجين واحتياجات السوق المتغيرة.
  - تحقيق التميز الاحترافي: تمكين المتعلمين من أداء مهامهم بمستويات عالية من الدقة والإتقان.
  - رفع القيمة التنافسية: تعزيز قدرة الكوادر على المنافسة وفق معايير جودة معترف بها عالمياً.
  - الاستدامة المهنية: بناء قاعدة مهارية تضمن التكيف والتطور المستمر في ظل التحولات التقنية.

### المبدأ الرابع: بناء أساس للاستدامة المهنية

لا يمكن حصر دور التعليم المهني في التأهيل اللحظي لشغل وظيفة، بل يجب النظر إليه كاستثمار طويل الأمد يمتد أثره لسنوات. إن وضع معايير جودة مرنة وصارمة في آن واحد يؤسس لثقافة التطوير الذاتي المستمر، ويضمن امتلاك المهنيين القدرة على مواكبة التحولات المستقبلية. وبذلك تتحول العملية التعليمية من "تدريب عابر" إلى مسار تطور مستدام يحافظ على القدرة التنافسية والتميز.

### الخاتمة واستشراف المستقبل

إن صياغة مستقبل اقتصادي متين مرهونة بمدى شجاعتنا في تبني الجودة والابتكار كمعيارين أساسيين للنمو. لقد دخلنا مرحلة تاريخية لم تعد تكفي بالمهارات البسيطة، بل تبحث عن التميز الاحترافي كضمانة للاستمرار في عالم دائم التغير. وفي ظل هذه التحولات، يبرز سؤال جوهري: كيف يمكننا إعادة تشكيل نظرتنا للتعليم المهني ليصبح المحرك الأول للتميز في مسيرتنا المهنية القادمة؟

# نحو نموذج تكاملي للتعليم التقني الزراعي: دمج الذكاء الاصطناعي في بناء المهارات المستقبلية

الدكتور علاوي العرايضة

المركز الوطني للبحوث الزراعية



## المقدمة

يشهد القطاع الزراعي العالمي تحولاً نوعياً متسارعاً بفعل التقدم في التقنيات الرقمية والذكاء الاصطناعي، حيث لم تعد الزراعة نشاطاً تقليدياً قائماً على الخبرة الحقلية وحدها، بل أصبحت منظومة متكاملة تعتمد على البيانات والتحليل واتخاذ القرار الذكي. وفي هذا الإطار، يبرز التعليم التقني الزراعي بوصفه عنصرًا حاسمًا في إعداد كوادر قادرة على التفاعل مع هذا التحول، ليس فقط من خلال إتقان المهارات التشغيلية، بل عبر امتلاك قدرات تحليلية وتقنية تؤهلها لإدارة الأنظمة الزراعية الحديثة بكفاءة ومرونة. إلا أن هذا التحول يكشف عن فجوة عميقة بين مخرجات التعليم التقني الزراعي ومتطلبات الواقع العملي، حيث لا تزال العديد من البرامج التعليمية تركز على أنماط تقليدية من المهارات، في حين يتجه القطاع الزراعي نحو الاعتماد على تقنيات متقدمة مثل إنترنت الأشياء وتحليل البيانات والذكاء الاصطناعي. هذا التباين لا يضعف فقط قابلية توظيف الخريجين، بل يعكس خللاً بنيويًا في فلسفة التعليم ذاتها، التي لم تواكب بعد التحول من “تنفيذ العمليات” إلى “إدارة الأنظمة الذكية”. وفي السياق الأردني، تتضاعف أهمية

معالجة هذه الفجوة نظرًا لخصوصية التحديات التي يواجهها القطاع الزراعي، وعلى رأسها شح الموارد المائية وارتفاع كلفة الإنتاج، ما يفرض تبني نماذج إنتاج أكثر كفاءة ودقة. ومن هنا تبرز الحاجة إلى إعادة بناء التعليم التقني الزراعي على أسس تكاملية تربط بين المعرفة الزراعية والتقنيات الحديثة، بما يسهم في إعداد كوادر قادرة على قيادة التحول نحو الزراعة الذكية وتحقيق متطلبات الاستدامة والتنمية الاقتصادية.

### التحول من المهارات اليدوية إلى مهارات الزراعة الذكية

تكمن الإشكالية الرئيسية في التعليم التقني الزراعي اليوم في أنه لا يعاني من نقص في البرامج أو المسارات التعليمية بقدر ما يعاني من اختلال في طبيعة المهارات التي يركز عليها. فالكثير من مخرجات هذا التعليم ما تزال تنتمي إلى نموذج تقليدي يقوم على المهارات اليدوية والخبرات التشغيلية المباشرة، في حين أن التحولات المتسارعة في القطاع الزراعي تفرض نمطًا جديدًا من الكفايات المهنية يتجاوز التنفيذ اليدوي إلى الفهم التحليلي والتشغيل الذكي وإدارة الأنظمة الرقمية.

لقد أصبحت الزراعة الحديثة أكثر ارتباطًا بالبيانات من ارتباطها بالخبرة الحدسية وحدها. فالمزارع أو الفني الزراعي لم يعد مطالبًا فقط بإتقان عمليات الزراعة والري والمتابعة الحقلية، بل أصبح في حاجة إلى القدرة على قراءة البيانات الزراعية وتحليلها، وفهم المؤشرات المتعلقة برطوبة التربة، ودرجات الحرارة، ونمو المحاصيل، واستهلاك المياه، بما يساعد على اتخاذ قرارات أكثر دقة وكفاءة. ومن هنا تبرز أهمية إدماج مهارات تحليل البيانات الزراعية ضمن برامج التعليم التقني، بوصفها أداة أساسية لتحسين الإنتاجية وترشيد الموارد. وبالتوازي مع ذلك، تفرض أنظمة الاستشعار وإنترنت الأشياء واقعًا جديدًا على الممارسات الزراعية. فقد باتت الحقول والبيوت الزراعية الحديثة تعتمد على مجسات رقمية تراقب التربة والمياه والظروف المناخية بشكل لحظي، وترسل بيانات مستمرة تسهم في تحسين إدارة العمليات الزراعية. وهذا التحول يتطلب إعداد كوادر قادرة على التعامل مع هذه الأنظمة، تشغيلًا وصيانةً وتفسيرًا لمخرجاتها، بدلًا من الاكتفاء بالمهارات التقليدية التي لم تعد وحدها كافية لمواكبة متطلبات الزراعة الذكية.

كما أن إدارة أنظمة الزراعة الذكية أصبحت في حد ذاتها مجالًا مهنيًا جديدًا، يتطلب مزيجًا من المعرفة الزراعية والقدرة التقنية. فالتعامل مع أنظمة الري الذكي، والبيوت المحمية المؤتمتة، وبرامج المراقبة الزراعية،

لم يعد أمرًا هامشيًا أو ترفقًا تقنيًا، بل أصبح جزءًا من البنية الأساسية للإنتاج الزراعي الحديث. وهذا يعني أن التعليم التقني الزراعي مطالب بإعادة بناء محتواه التدريبي ليشمل هذه المهارات بوصفها مكونات جوهرية في تكوين الفني الزراعي المعاصر.

وفي السياق نفسه، يفرض الذكاء الاصطناعي نفسه بوصفه أحد أبرز الأدوات التي ستعيد تشكيل مستقبل القطاع الزراعي. إذ يمكن توظيفه في التنبؤ بالإنتاج، ورصد احتمالات الإصابة بالآفات، وتحليل الأنماط المناخية، وتقديم توصيات دقيقة بشأن الري والتسميد وإدارة المحاصيل. كما تبرز الزراعة الدقيقة باعتبارها نموذجًا متقدمًا لتوظيف التكنولوجيا في تحسين كفاءة الإنتاج من خلال التعامل مع التباينات داخل الحقل الواحد، بدلًا من اعتماد المعالجة الموحدة لجميع المساحات. وهذه التطبيقات لا يمكن أن تؤتي أثرها ما لم يصبح التعليم التقني الزراعي قادرًا على تعريف الطلبة بهذه المفاهيم، ليس على المستوى النظري فقط، بل ضمن خبرات تطبيقية تحاكي ما يحدث فعليًا في بيئات العمل الحديثة.

وبذلك، فإن التحدي الحقيقي لم يعد يتمثل في توسيع فرص التعليم التقني الزراعي فحسب، بل في إعادة تعريف المهارة الزراعية ذاتها. فالمطلوب اليوم ليس تخريج أفراد يجيدون أداء الأعمال الزراعية التقليدية فقط، بل إعداد كوادر قادرة على العمل في بيئة زراعية ذكية، تستخدم البيانات، وتتفاعل مع الأنظمة الرقمية، وتستثمر أدوات الذكاء الاصطناعي في رفع الكفاءة وتحسين الإنتاج. ومن دون هذا التحول، ستظل الفجوة قائمة بين ما يقدمه التعليم وما يحتاجه سوق العمل فعليًا.

ولا تقتصر أهمية هذا التحول على البعد التقني فحسب، بل تمتد لتلامس جوهر التحديات التي يواجهها القطاع الزراعي في الأردن. ففي بيئة تعاني من شح الموارد المائية وارتفاع كلفة الإنتاج، لم يعد بالإمكان الاعتماد على الأساليب التقليدية التي تقوم على التقدير والخبرة غير المدعومة بالبيانات. بل أصبح من الضروري الانتقال إلى نموذج إنتاجي يعتمد على الدقة والكفاءة والاستباقية.

فعلى سبيل المثال، يتيح تحليل البيانات الزراعية للمزارعين تحديد الكميات المثلى من المياه والأسمدة، مما يسهم في تقليل الهدر ورفع الإنتاجية في آن واحد. وفي بلد مثل الأردن، حيث تمثل إدارة المياه التحدي الأكبر، فإن امتلاك هذه المهارات لم يعد ميزة إضافية، بل ضرورة تشغيلية. ومع ذلك، لا تزال هذه المهارات

غائبة أو محدودة الحضور في برامج التعليم التقني الزراعي، ما يضعف قدرة الخريجين على التكيف مع متطلبات الواقع.

وبالمثل، فإن إدخال أنظمة الاستشعار وإنترنت الأشياء في العمليات الزراعية يفتح المجال أمام نمط جديد من الإدارة القائمة على المراقبة اللحظية واتخاذ القرار الفوري. إلا أن غياب التدريب العملي على هذه التقنيات داخل المؤسسات التعليمية يجعل التعامل معها مقتصرًا على فئة محدودة، غالبًا خارج إطار خريجي التعليم التقني. وهذا يخلق فجوة مزدوجة: فجوة مهارية لدى الخريجين، وفجوة تشغيلية لدى القطاع الذي لا يجد الكفاءات المناسبة. أما على مستوى الذكاء الاصطناعي والزراعة الدقيقة، فإن التحدي لا يكمن فقط في ضعف الاستخدام، بل في محدودية الوعي بهذه المفاهيم من الأساس داخل البيئة التعليمية. فالتنبؤ بالإنتاج، أو تحليل مخاطر الآفات، أو إدارة الحقول بناءً على بيانات دقيقة، كلها تطبيقات بدأت تدخل تدريجيًا إلى الممارسات الزراعية عالميًا، لكنها لم تتحول بعد إلى مكونات أساسية في تكوين الطالب الزراعي تقنيًا.

وفي هذا السياق، يصبح واضحًا أن الاستمرار في تخريج كوادر بمهارات تقليدية سيؤدي إلى تعميق الفجوة بين التعليم وسوق العمل، بدلًا من ردمها. إذ سيدخل الخريج نفسه غير قادر على التعامل مع التقنيات الحديثة، بينما سيضطر القطاع إلى البحث عن بدائل خارج منظومة التعليم التقني أو الاستثمار في إعادة تدريب مكلفة.

من هنا، فإن إعادة بناء المهارات في التعليم التقني الزراعي يجب أن تنطلق من تحول مفاهيمي جذري من تعليم يركز على "كيفية تنفيذ العمل" إلى تعليم يركز على "كيفية فهم النظام وإدارته وتحسينه". هذا التحول لا يعني إلغاء المهارات التقليدية، بل إعادة توظيفها ضمن إطار أوسع يدمجها مع المهارات الرقمية والتحليلية، بحيث يصبح الفني الزراعي قادرًا على العمل بيديه، ولكن أيضًا بعقله التحليلي وأدواته التقنية.

### إعادة تصميم المناهج على أساس تكاملي (تقني - زراعي - رقمي)

لا يمكن تحقيق التحول نحو الزراعة الذكية دون إعادة بناء المناهج التعليمية ذاتها، إذ تمثل المناهج الحالية أحد أبرز نقاط الضعف في منظومة التعليم التقني الزراعي. فالإشكالية لا تكمن فقط في قدم المحتوى، بل في بنيته المجزأة التي تفصل بين المعرفة الزراعية والتقنية، في حين أن الواقع العملي يقوم على تكاملهما.

في النموذج التقليدي، يُدرّس الطالب موضوعات مثل التربة أو الري أو المحاصيل بشكل منفصل، دون ربطها بالأدوات الرقمية التي أصبحت جزءًا أساسيًا من إدارتها. أما في بيئة الزراعة الذكية، فإن هذه المجالات لم تعد قائمة بذاتها، بل أصبحت مكونات ضمن نظام متكامل يعتمد على البيانات والتقنيات الحديثة. ومن هنا، فإن إعادة تصميم المناهج يجب أن تنطلق من دمج التخصصات بدل فصلها. فلا يكفي أن نضيف مادة عن التكنولوجيا أو الذكاء الاصطناعي، بل يجب أن يُعاد بناء المحتوى التعليمي بحيث يتعلم الطالب الزراعة من خلال التكنولوجيا، والتكنولوجيا من خلال تطبيقاتها الزراعية.

### من التعليم النظري إلى التعلم القائم على المشاريع

يشكّل الانتقال من التعليم النظري إلى التعلم القائم على المشاريع خطوة أساسية لمعالجة أحد أبرز أوجه القصور في التعليم التقني الزراعي، حيث يغلب الطابع النظري على حساب الخبرة التطبيقية الحقيقية. هذا الواقع يتعارض مع طبيعة المهارات التي يتطلبها سوق العمل، والتي تقوم في جوهرها على القدرة على التعامل مع مشكلات واقعية واتخاذ قرارات مبنية على معطيات ميدانية. لذلك، يصبح من الضروري إعادة توجيه المناهج نحو نموذج التعلم القائم على المشاريع، بحيث ينخرط الطلبة في مهام عملية مثل تصميم أنظمة ري ذكية باستخدام الحساسات، وتحليل بيانات زراعية حقيقية لاتخاذ قرارات إنتاجية، ومحاكاة إدارة البيوت البلاستيكية الذكية، إضافة إلى تطوير حلول مبسطة لمشكلات ميدانية كترشيد استخدام المياه. هذا النهج لا يقتصر على نقل المعرفة، بل يسهم في بناء قدرات تطبيقية مباشرة، وهي الحلقة المفقودة لدى كثير من الخريجين.

وفي سياق تطوير المناهج، لا يمكن إغفال أهمية توفير بيئة تدريبية مناسبة تدعم هذا التوجه. فتعليم الزراعة الذكية يتطلب التعرض المباشر لتقنيات حديثة مثل أنظمة الاستشعار، ومنصات تحليل البيانات، وبرامج إدارة المزارع الذكية. ومع محدودية الموارد، خاصة في السياق الأردني، يمكن تبني حلول تدريجية ومرنة، كإنشاء مختبرات زراعة ذكية مصغرة داخل الكليات، واستخدام أدوات المحاكاة الرقمية لتدريب الطلبة على سيناريوهات واقعية، إلى جانب بناء شراكات مع مزارع أو شركات توفر بيانات تدريب تطبيقية. تكمن

المشكلة الحالية ليس فقط في غياب هذه الأدوات، بل في عدم التعامل معها كجزء أساسي من المنظومة التعليمية.

ولتحويل هذه التوجهات من مجرد توصيات إلى نموذج عملي قابل للتنفيذ، يمكن اقتراح إطار مبسط لمنهاج تقني زراعي حديث يقوم على ثلاثة مسارات متكاملة. يبدأ المسار الأول بالأساسيات الزراعية، مثل مبادئ الإنتاج النباتي وإدارة المياه والتربة، لضمان قاعدة معرفية راسخة. ويتناول المسار الثاني البعد التقني الرقمي، من خلال تقديم مفاهيم تحليل البيانات، وأساسيات إنترنت الأشياء الزراعي، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة.

أما المسار الثالث، فيركّز على الجانب التطبيقي التكاملي، عبر تنفيذ مشاريع زراعة ذكية، والانخراط في تدريب ميداني ضمن بيئات حقيقية، والعمل على حل مشكلات زراعية باستخدام أدوات تكنولوجية. هذا النموذج لا يضيف عبئاً تعليمياً بقدر ما يعيد تنظيم المحتوى حول المهارات التي يتطلبها سوق العمل. وعلى صعيد التطبيق في الأردن، فإن التحدي لا يكمن في غياب الفكرة بقدر ما يتمثل في آليات التنفيذ. فالأردن يمتلك بالفعل مقومات أولية تدعم هذا التحول، من بينها وجود مؤسسات تعليم تقني، وتوفر خبرات بحثية في بعض الجامعات، إضافة إلى الدعم الدولي المتزايد لمشاريع الزراعة الذكية. ومع ذلك، تبرز عدة تحديات تعيق التقدم، مثل بطء تحديث المناهج، وضعف التنسيق بين الجهات التعليمية والقطاع الزراعي، وغياب رؤية وطنية موحدة لإدماج التكنولوجيا في التعليم التقني. ومن هنا، فإن تحقيق هذا التحول يتطلب إرادة مؤسسية واضحة، وتكاملاً بين السياسات التعليمية واحتياجات القطاع الزراعي، لضمان إعداد كوادر قادرة على مواكبة متطلبات المستقبل.

إعادة تصميم المناهج ليست عملية تحديث محتوى، بل إعادة تعريف لطبيعة التعلم ذاته. فبدلاً من تخريج طلاب يمتلكون معرفة مجزأة، يجب بناء منظومة تعليمية تنتج كوادر قادرة على التفكير بشكل تكاملي، والعمل ضمن بيئة زراعية ذكية تعتمد على التكنولوجيا والبيانات.

## الشراكة مع سوق العمل: من التعليم إلى التشغيل الفعلي

إذا كان هناك خلل حاسم في منظومة التعليم التقني الزراعي، فهو يتمثل في الانفصال شبه الكامل عن سوق العمل. فبينما يُفترض أن يكون هذا النوع من التعليم موجَّهًا بالأساس نحو التشغيل، نجد أن كثيرًا من مخرجاته لا تجد طريقها بسهولة إلى وظائف حقيقية، أو تحتاج إلى إعادة تأهيل بعد التخرج. السبب ليس غامضًا: ما يُدرّس في المؤسسات التعليمية لا يعكس بدقة ما يحدث في الميدان.

### وهم "التدريب العملي"

يُعدّ ما يُعرف بـ "التدريب العملي" في التعليم التقني من أكثر المفاهيم التي تعرضت للتشويه وسوء الفهم في التطبيق الفعلي. فعلى الرغم من أن هذا النوع من التدريب يُفترض أن يكون حجر الأساس في إعداد الطلبة لسوق العمل، إلا أنه في كثير من الحالات يتحول إلى تجربة سطحية لا تحقق الأهداف المرجوة منه. إذ غالبًا ما يُنفذ هذا التدريب داخل بيئات تقليدية تنقصر إلى استخدام التقنيات الحديثة، مما يجعل الطالب يتعامل مع أدوات وأساليب قديمة لا تعكس واقع القطاعات الإنتاجية المعاصرة، خاصة في مجالات سريعة التطور مثل الزراعة الذكية أو الأنظمة الرقمية.

ولا يتوقف القصور عند طبيعة البيئة التدريبية، بل يمتد إلى آلية تنفيذ التدريب نفسه. ففي العديد من البرامج، يُحصر دور الطالب في الملاحظة فقط، دون أن يُتاح له الانخراط الفعلي في تنفيذ المهام أو اتخاذ القرار أو التعامل المباشر مع المشكلات. هذا النمط السلبي من التعلم يحرم الطالب من اكتساب الخبرة العملية الحقيقية، ويجعل معرفته نظرية أكثر منها تطبيقية، حتى وإن كان التدريب يحمل اسم "عملي".

إضافة إلى ذلك، يفنقر هذا النوع من التدريب في كثير من الأحيان إلى أنظمة تقييم دقيقة تقيس المهارات الفعلية التي اكتسبها الطالب. فبدلاً من تقييم قدرته على تشغيل الأنظمة، أو تحليل البيانات، أو حل المشكلات التقنية، يتم الاكتفاء بتقييم شكلي يعتمد على الحضور أو إنجاز تقارير عامة. وبهذا يفقد التدريب قيمته كأداة لقياس الجاهزية المهنية، ويتحول إلى مجرد مطلب إداري يجب استكمالها ضمن البرنامج الدراسي. وفي سياق متصل، يُنفذ التدريب العملي في بعض المؤسسات كإجراء شكلي يهدف فقط إلى استيفاء متطلبات الاعتماد أو التخرج، دون وجود رؤية حقيقية لربطه بسوق العمل أو تطوير مهارات الطلبة. وهذا

ينعكس سلبًا على جودة مخرجات التعليم، حيث يصبح التدريب تجربة مفروضة بدلاً من أن يكون فرصة حقيقية للتعلم والتطوير.

نتيجة لذلك، يتخرج الطالب حاملاً شهادة "تقنية"، لكنه في الواقع لم يتعامل بشكل مباشر مع التقنيات الأساسية التي يفترض أن يتقنها. فهو لم يختبر تشغيل نظام ري ذكي، ولم يتفاعل مع منصة لإدارة البيانات الزراعية، ولم يعمل ضمن بيئة إنتاج حقيقية تعتمد على التكنولوجيا الحديثة. هذا الانفصال بين ما يتعلمه الطالب وما يتطلبه سوق العمل يؤدي إلى فجوة واضحة في الكفاءات. وهذه الفجوة تفسر إلى حد كبير التحديات التي يواجهها أرباب العمل عند محاولة توظيف خريجي التعليم التقني بشكل مباشر. إذ يضطر أصحاب العمل إلى إعادة تدريب الخريجين من الصفر أو البحث عن كوادرات تمتلك خبرة عملية فعلية، حتى لو كانت أقل من حيث التأهيل الأكاديمي. وبذلك، يفقد التعليم التقني أحد أهم أدواره، وهو تزويد السوق بكفاءات جاهزة للعمل، قادرة على الإنتاج والمساهمة منذ اليوم الأول.

### سوق العمل يتغير... والتعليم لا يلاحق

في المقابل، وعلى الرغم من التحديات التي تواجه منظومة التعليم التقني، يشهد القطاع الزراعي تحولاً تدريجياً نحو تبني نماذج أكثر تقدماً تعتمد على التكنولوجيا، حتى في سياقات محلية مثل الأردن. هذا التحول لم يعد مجرد توجه نظري، بل بدأ يتجسد في ظهور شركات ناشئة متخصصة في مجال التكنولوجيا الزراعية، حيث تسعى هذه الشركات إلى تقديم حلول مبتكرة لتحسين كفاءة الإنتاج، مثل أنظمة الري الذكي، والاستشعار عن بُعد، وتحليل البيانات الزراعية في الوقت الحقيقي. هذه الشركات، وإن كانت لا تزال محدودة من حيث العدد والحجم، إلا أنها تمثل نواة لتحول أوسع في بنية القطاع الزراعي.

إلى جانب ذلك، برزت مشاريع الزراعة المائية والبيوت الزراعية الذكية كنماذج تطبيقية لهذا التحول. هذه الأنظمة لا تعتمد فقط على تقنيات حديثة، بل تتطلب فهماً عميقاً لكيفية إدارة الموارد بشكل دقيق، مثل التحكم في المغذيات، والرطوبة، ودرجة الحرارة، والإضاءة، باستخدام أنظمة رقمية متكاملة. العمل في مثل هذه البيئات يختلف جذرياً عن الزراعة التقليدية، إذ يتحول المزارع أو الفني من منفذ للمهام اليدوية إلى مشغل لأنظمة تقنية معقدة تتطلب مهارات تحليلية وتشغيلية متقدمة.

كما تلعب المبادرات المدعومة دوليًا دورًا مهمًا في تسريع هذا التحول، من خلال تمويل مشاريع تهدف إلى إدخال التكنولوجيا في الزراعة، وتطوير البنية التحتية الرقمية، وبناء قدرات العاملين في هذا القطاع. هذه المبادرات غالبًا ما تركز على الزراعة الذكية مناخيًا، واستخدام البيانات في اتخاذ القرار، وربط المزارعين بمنصات رقمية توفر معلومات آنية حول الطقس، والأسواق، والإنتاج.

ورغم أن هذا السوق لا يزال صغيرًا نسبيًا مقارنة بالقطاعات التقليدية، إلا أنه يتميز بطلب نوعي ومحدد على المهارات. فالشركات والمشاريع العاملة في هذا المجال لا تبحث فقط عن خريجين يحملون شهادات، بل عن أفراد قادرين على تشغيل أنظمة ذكية بكفاءة، والتعامل مع الحساسات والبرمجيات، وضبط المعايير التشغيلية بدقة. كما أن تحليل البيانات أصبح مهارة أساسية، حيث تعتمد العديد من القرارات الزراعية الحديثة على قراءة البيانات وتفسيرها، سواء كانت بيانات مناخية أو إنتاجية أو تشغيلية.

إضافة إلى ذلك، يبرز فهم تكامل الأنظمة الزراعية كأحد أهم المتطلبات، إذ لم تعد الأنظمة تعمل بشكل منفصل، بل ضمن منظومات مترابطة تشمل الري، والتسميد، والمراقبة البيئية، وإدارة الطاقة، وغيرها. وهذا يتطلب من العامل في هذا المجال أن يمتلك رؤية شمولية وقدرة على فهم كيفية تفاعل هذه الأنظمة مع بعضها البعض.

وهنا تظهر المفارقة بوضوح: في الوقت الذي يتجه فيه القطاع الزراعي نحو مزيد من التعقيد التقني والاعتماد على المهارات المتقدمة، لا يزال جزء كبير من مخرجات التعليم التقني غير مهياً لتلبية هذه المتطلبات. فبينما تبحث السوق عن كفاءات قادرة على التعامل مع التكنولوجيا وتحليل البيانات وفهم الأنظمة المتكاملة، يتخرج العديد من الطلبة دون امتلاك هذه المهارات الأساسية. هذه الفجوة بين العرض التعليمي والطلب السوقي لا تعيق فقط توظيف الخريجين، بل تبطئ أيضًا من وتيرة التحول التكنولوجي في القطاع الزراعي نفسه. وهنا تظهر المفارقة: السوق يتطور... لكن التعليم لا يغديه بالكفاءات المناسبة.

### من علاقة هامشية إلى شراكة حقيقية

الحل لا يكمن في زيادة ساعات التدريب، بل في إعادة تعريف العلاقة بين التعليم وسوق العمل.

الشراكة الفعالة تعني:

- إشراك القطاع الخاص في تصميم المناهج، وليس فقط استقبال المتدربين.
  - بناء برامج تدريب داخل بيئات إنتاج حقيقية تستخدم تقنيات حديثة.
  - اعتماد مشاريع تخرج مرتبطة بمشكلات فعلية في القطاع.
  - إشراك خبراء من السوق في تقييم الطلبة.
- بمعنى آخر: يجب أن يصبح سوق العمل شريكاً في إنتاج المهارة، لا مجرد مستهلك لها.

### نموذج تطبيقي: ربط التعليم بالإنتاج

لتحويل هذا الطرح إلى واقع، يمكن تبني نموذج يقوم على:

1. التدريب التعاوني الحقيقي (Co-op Education): يقضي الطالب جزءاً من دراسته داخل شركة أو مزرعة نكية، مع مهام واضحة وتقييم فعلي.
  2. مشاريع مشتركة: يتم تكليف الطلبة بحل مشكلات حقيقية تواجه مزارع أو شركات، مثل:
    - تقليل استهلاك المياه.
    - تحسين إنتاجية محصول معين.
    - تطوير نظام مراقبة بسيط.
  3. حاضنات زراعية تقنية: داخل المؤسسات التعليمية لدعم أفكار الطلبة وتحويلها إلى مشاريع تطبيقية.
- في السياق الأردني: فرصة ضائعة... يمكن استعادتها
- يمتلك الأردن عناصر مهمة لبناء هذا النموذج:
- قطاع زراعي بحاجة للتحديث.
  - وجود شركات ناشئة في AgriTech.
  - دعم دولي متزايد للمشاريع الزراعية الذكية.
- لكن المشكلة تكمن في:
- ضعف التنسيق بين الجهات.
  - غياب إطار مؤسسي للشراكة.

- الاعتماد على مبادرات فردية غير مستدامة.

وهذا يعني أن المشكلة ليست في غياب الفرص، بل في عدم تنظيمها ضمن منظومة واضحة.

### خلاصة هذا المحور

لن ينجح التعليم التقني الزراعي في تحقيق مواءمة حقيقية مع سوق العمل ما لم يتحول من نظام تعليمي مغلق إلى نظام مفتوح متصل بالإنتاج الفعلي. المهارات لا تُبنى في القاعات فقط، بل في بيئات العمل الحقيقية. وأي تعليم لا يعكس هذه الحقيقة، سينتج خريجين خارج معادلة السوق مهما كانت جودة المناهج.

### تأهيل الكوادر التعليمية وتحديث البنية التحتية

لا يمكن لأي تحول في التعليم التقني الزراعي أن يتحقق فعليًا دون الاستثمار الجاد في الكوادر التعليمية والبنية التحتية الداعمة. فالمناهج، مهما بلغت جودتها، تظل حبرًا على ورق إذا لم تتوفر القدرة على تنفيذها بكفاءة داخل البيئة التعليمية. وهنا تكمن إحدى أعمق الإشكاليات، حيث لا يزال جزء كبير من الكادر التدريسي يعمل ضمن أدوات معرفية وتقنية تقليدية، لا تعكس التحولات المتسارعة في القطاع الزراعي. إن المعلم في التعليم التقني لم يعد مجرد ناقل للمعرفة، بل أصبح عنصرًا محوريًا في بناء المهارات التطبيقية وربطها بالواقع العملي. وفي سياق الزراعة الذكية، يتطلب ذلك امتلاك المعلم فهمًا حقيقيًا لتقنيات مثل أنظمة الاستشعار، وتحليل البيانات، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة. غير أن الفجوة الحالية تتمثل في أن كثيرًا من المعلمين لم يتلقوا تدريبًا كافيًا في هذه المجالات، ما يحد من قدرتهم على نقلها للطلبة أو توظيفها في العملية التعليمية بشكل فعال. ولا يقل جانب البنية التحتية أهمية عن تأهيل الكوادر. فالتعليم التقني الزراعي، بطبيعته، يعتمد على التجربة والممارسة، وهو ما يتطلب بيئات تدريب تحاكي الواقع. إلا أن العديد من المؤسسات التعليمية لا تزال تقتصر إلى مختبرات زراعة ذكية، أو أنظمة ري متقدمة، أو أدوات رقمية لتحليل البيانات الزراعية. ونتيجة لذلك، يبقى التعلم نظريًا في جوهره، حتى وإن قُدم تحت مسمى التدريب العملي.

في السياق الأردني، تتضح هذه الفجوة بشكل أكبر عند مقارنة الإمكانيات البحثية المتوفرة في بعض الجامعات والمراكز المتخصصة، مع محدودية ما هو متاح في مؤسسات التعليم التقني. فهناك معرفة موجودة، وتجارب قائمة، ودعم دولي متاح، لكن التحدي يكمن في عدم نقل هذه الموارد إلى بيئة التعليم التطبيقي بشكل منظم ومستدام. وهذا يعكس خللاً في الربط بين البحث العلمي والتعليم التقني من جهة، وبين التخطيط والتنفيذ من جهة أخرى.

إن معالجة هذا التحدي تتطلب تبني نهج قائم على التطوير المستمر، بحيث لا يقتصر تأهيل المعلمين على دورات تدريبية متقطعة، بل يتحول إلى مسار مهني دائم يواكب التغيرات التقنية. كما يستدعي الأمر إعادة توجيه الاستثمار نحو إنشاء بيئات تعليمية ذكية، حتى وإن كانت بشكل تدريجي أو مصغر، بما يضمن أن يتعرض الطالب لتجارب قريبة من الواقع الذي سيعمل فيه. وفي هذا الإطار، يمكن النظر إلى البنية التحتية التعليمية ليس بوصفها عنصرًا تكميليًا، بل كجزء أساسي من المنهج نفسه. فالمختبر، والمزرعة التعليمية، والمنصة الرقمية، كلها أدوات تعلم لا تقل أهمية عن المحتوى النظري. وكلما كانت هذه الأدوات أقرب إلى الواقع، زادت قدرة التعليم على إنتاج مهارات قابلة للتطبيق.

في النهاية، يتضح أن أي محاولة لإعادة بناء التعليم التقني الزراعي دون معالجة فجوة الكوادر والبنية التحتية ستظل محدودة الأثر. فالتغيير الحقيقي لا يحدث عبر تعديل المحتوى فقط، بل عبر تمكين من يقدمه، وتوفير البيئة التي تجعل تطبيقه ممكنًا. ومن دون ذلك، سيبقى التحول نحو الزراعة الذكية هدفًا نظريًا أكثر منه واقعًا عمليًا.

## المراجع

القرعان، سالم محمد سالم. 2024. المشكلات التي يواجهها التعليم المهني الزراعي في الأردن من وجهة نظر المعلمين والحلول المقترحة. العلوم التربوية، 32: 1-16.

الشدايدة احمد والخرابشة. 2019. آراء المرشدين الزراعيين في الاردن بمشاكل الإرشاد الزراعي وعلاقتها ببعض العوامل.

العكايلة، عبدالناصر سند. 2025. التعليم المخصص بالذكاء الاصطناعي في الأردن: آثاره على التحصيل الدراسي - رؤية مستقبلية. المجلة الدولية في التعليم ودراسات الطفولة، 1: 164-184.

رؤى الخطيب. 2026. التحديات التي تواجه البحث العلمي في عصر الذكاء الاصطناعي لدى طلبة جامعة آل البيت. مجلة جامعة صحرار للعلوم الإنسانية والاجتماعية، 3(1).

عبد العال عبد الودود محمد حمزة. 2025. أثر التخطيط الاستراتيجي في تحسين أداء المشروعات باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في ضوء رؤية المملكة العربية السعودية 2030. مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، 6: 90-107.

بدوي وائل ماجد السيد. 2025. الأثر الاقتصادي والاجتماعي لاستخدام إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في الأنشطة الزراعية. المجلة العربية للعلوم الزراعية، 8: 1-36.

مواءمة مخرجات التعليم التقني مع متطلبات سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي:

استراتيجيات مبتكرة ونماذج تطبيقية

الأستاذ الدكتور محمد سالم الطراونة

عميد الكلية التقنية، جامعة جرش



إن تناول موضوع مواءمة مخرجات التعليم التقني مع متطلبات سوق العمل في ظل تسارع تطورات الذكاء الاصطناعي ضرورة علمية ومهنية ملحة في هذا التوقيت تحديداً، حيث يشهد العالم تحولاً نوعياً غير مسبوق في طبيعة الوظائف، وأنماط الإنتاج، وهيكل الاقتصاد المعرفي. فلم يعد سوق العمل قائماً على المهارات التقليدية أو المعرفة النظرية المجردة، بل أصبح يعتمد بصورة متزايدة على الكفايات الرقمية المتقدمة، والقدرة على التكيف، والتعلم المستمر، والتفكير النقدي، وهي جميعها مهارات ترتبط ارتباطاً وثيقاً بتطبيقات الذكاء الاصطناعي والتقنيات الناشئة. وفي ضوء هذه التحولات، برزت فجوة متنامية بين مخرجات نظم التعليم، وخاصة التعليم التقني، وبين الاحتياجات الفعلية لسوق العمل، الأمر الذي يستدعي إعادة النظر بشكل جذري في فلسفة هذا النوع من التعليم، ومضامينه، وآليات تنفيذه.

في هذا السياق، يمكن فهم عمق التحولات التي أحدثها الذكاء الاصطناعي في سوق العمل من خلال الاستناد إلى تقارير ودراسات دولية موثوقة تعكس واقعاً عملياً متسارع التغيير. إذ يشير تقرير World Economic Forum المعنون Future of Jobs Report 2023 إلى أن ما يقارب 23% من الوظائف

العالمية ستتغير خلال الفترة (2023-2027) نتيجة تبني التقنيات الرقمية والذكاء الاصطناعي، كما يُتوقع خلق نحو 69 مليون وظيفة جديدة مقابل فقدان 83 مليون وظيفة، وهو ما يعكس إعادة هيكلة شاملة لسوق العمل (World Economic Forum, 2023). وفي تحديث لاحق للتقرير ذاته (2025)، ارتفعت التقديرات لتشير إلى إمكانية استحداث 170 مليون وظيفة جديدة مقابل اختفاء 92 مليون وظيفة، مع تأكيد أن المهارات الرقمية والتحليلية ستكون في صدارة الطلب العالمي (World Economic Forum, 2025). وتعزز هذه المؤشرات ما توصلت إليه دراسة McKinsey and Company في تقريرها الشهير Jobs Gained، Jobs Lost ، حيث قدرت أن ما بين 400 إلى 800 مليون وظيفة عالمياً قد تتأثر بالأتمتة بحلول عام 2030، مما يستدعي انتقال ما يقارب 14% من القوى العاملة العالمية إلى وظائف جديدة تتطلب مهارات مختلفة (McKinsey Global Institute, 2017). كما يشير تقرير لاحق لماكنزي حول الذكاء الاصطناعي التوليدي إلى أن هذه التقنيات قد تضيف ما بين 2.6 إلى 4.4 تريليون دولار سنوياً للاقتصاد العالمي، وهو ما يعكس حجم التحول الاقتصادي المرتبط بهذه التقنيات (McKinsey, 2023).

وعلى مستوى التطبيقات العملية، يظهر تأثير الذكاء الاصطناعي بوضوح في القطاعات الإنتاجية والخدمية. ففي قطاع التصنيع، تتجه العديد من الدول الصناعية إلى تبني مفهوم المصانع الذكية (Smart Factories) ضمن إطار الثورة الصناعية الرابعة، حيث تعتمد هذه المصانع على الأتمتة وتحليل البيانات الضخمة، مما أدى إلى انخفاض الطلب على العمالة منخفضة المهارة، مقابل زيادة الطلب على فنيين ومهندسين يمتلكون مهارات رقمية متقدمة (OECD, 2019). أما في قطاع التجارة الإلكترونية والخدمات اللوجستية، فقد أدى استخدام الروبوتات وأنظمة الذكاء الاصطناعي في إدارة المخزون وسلاسل التوريد إلى تحسين الكفاءة التشغيلية بشكل كبير، لكنه في الوقت ذاته غير طبيعة الوظائف المطلوبة، حيث ارتفع الطلب على وظائف تحليل البيانات وإدارة الأنظمة الذكية بدلاً من الوظائف اليدوية التقليدية (International Labour Organization, 2021).

وفي القطاع المالي، تشير تقارير International Monetary Fund إلى أن نحو 40% من الوظائف عالميًا معرضة للتأثر بالذكاء الاصطناعي، مع تفاوت هذا التأثير بين الدول المتقدمة والنامية، حيث يكون التأثير أعلى في الاقتصادات المتقدمة بسبب طبيعة الوظائف القائمة على المعرفة ( IMF, 2024). كما توضح هذه التقارير أن الذكاء الاصطناعي لا يؤدي فقط إلى إلغاء الوظائف، بل يعيد تشكيلها، بحيث تصبح المهارات التحليلية والتكنولوجية شرطًا أساسيًا للنجاح المهني. وفي مجال التعليم والتأهيل، قدمت تجارب دولية نماذج ناجحة لمواجهة هذه التحولات. فعلى سبيل المثال، اعتمدت سنغافورة من خلال مبادرة Skills Future على تعزيز التعلم مدى الحياة، حيث تتيح للمواطنين فرصًا مستمرة لتطوير مهاراتهم بما يتوافق مع متطلبات الاقتصاد الرقمي، وقد ساهمت هذه المبادرة في رفع جاهزية القوى العاملة وتحسين قابلية التوظيف (Singapore Government, 2022). كما يُعد النظام الألماني للتعليم المزدوج نموذجًا رائدًا في ربط التعليم التقني بسوق العمل، حيث يتم دمج التعليم النظري بالتدريب العملي داخل الشركات، مما يسهم في تقليل الفجوة المهارية وتحقيق مواءمة فعالة بين مخرجات التعليم واحتياجات السوق ( OECD, 2020). وتؤكد هذه الأمثلة الواقعية أن التحول الذي يقوده الذكاء الاصطناعي ليس تحولًا مستقبليًا محتملًا، بل واقعًا قائمًا يفرض على نظم التعليم التقني ضرورة إعادة بناء برامجها ومناهجها وفق منهجيات مرنة قائمة على المهارات. كما تشير بوضوح إلى أن القدرة على التكيف مع هذه التحولات أصبحت معيارًا أساسيًا لنجاح الأفراد والمؤسسات والدول على حد سواء، الأمر الذي يعزز من أهمية تبني استراتيجيات تعليمية متكاملة تستند إلى الأدلة، وتستشرف المستقبل، وتستجيب بفاعلية لمتطلبات سوق العمل في العصر الرقمي.

يتناول الإطار النظري للذكاء الاصطناعي بوصفه أحد أبرز محركات التحول في القرن الحادي والعشرين، حيث يشهد هذا المجال تطورًا متسارعًا أسهم في إعادة تشكيل البنية الاقتصادية والتقنية عالميًا، وفرض تأثيرات عميقة على سوق العمل والتنمية التقنية بمختلف مجالاتها. ويُعد الذكاء الاصطناعي ركيزة أساسية من ركائز الثورة الصناعية الرابعة، إذ يسهم في إحداث تغييرات جذرية في طبيعة الوظائف والمهارات المطلوبة، من خلال توظيف الأنظمة الذكية، والتعلم الآلي، وتحليل البيانات الضخمة في مختلف القطاعات الإنتاجية والخدمية. وفي هذا السياق، يشير تقرير World Economic Forum إلى أن التحول الرقمي،

المدفوع بالذكاء الاصطناعي، يعد من أبرز العوامل التي تعيد تشكيل سوق العمل، حيث تتزايد الحاجة إلى مهارات تحليل البيانات، والبرمجة، والتفكير النقدي، مقابل تراجع الطلب على المهام الروتينية ( World Economic Forum, 2023).

كما تؤكد دراسة Organisation for Economic Co-operation and Development أن اعتماد التقنيات الذكية في الصناعة والخدمات أدى إلى ظهور أنماط جديدة من العمل، مثل الوظائف المرتبطة بالتحول الرقمي وإدارة الأنظمة الذكية، في حين أصبحت العديد من الوظائف التقليدية عرضة للأتمتة، حيث يُقدّر أن نحو 14% من الوظائف في الدول الأعضاء معرضة لخطر الأتمتة الكاملة، بينما تواجه نسبة أكبر تغييرات جوهرية في مهامها (OECD, 2019). ويتقاطع ذلك مع ما أشار إليه تقرير International Monetary Fund (2024)، والذي أوضح أن ما يقارب 40% من الوظائف عالميًا قد تتأثر بتطبيقات الذكاء الاصطناعي، مع تفاوت هذا التأثير بين الاقتصادات المتقدمة والنامية، مما يعكس عمق التحولات البنيوية في سوق العمل. وفي ضوء هذه التغييرات، لم يعد تطوير البنية التقنية خيارًا، بل ضرورة استراتيجية لضمان التكيف مع الاقتصاد الرقمي، حيث يتطلب ذلك الاستثمار في البنية التحتية الرقمية، وتعزيز القدرات المؤسسية، وتحديث الأساليب التعليمية بما يضمن إعداد الأفراد بمهارات تتوافق مع متطلبات العصر. وتشير تقارير McKinsey and Company إلى أن المؤسسات التي تستثمر في التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي تحقق مستويات أعلى من الإنتاجية والكفاءة، إلا أن ذلك يتطلب وجود قوى عاملة مؤهلة تمتلك مهارات رقمية وتحليلية متقدمة (McKinsey, 2023). ومن هذا المنطلق، تبرز أهمية دمج الذكاء الاصطناعي في برامج التعليم التقني، حيث تشير الأدبيات الحديثة إلى أن هذا الدمج يساهم في تعزيز كفايات المتعلمين، وخاصة في مجالات تحليل البيانات، والتفكير الخوارزمي، واتخاذ القرارات المبنية على الأدلة. كما أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التعليم، مثل أنظمة التعلم الذكية والتعلم التكيفي، يساعد في تحسين مخرجات التعلم، وزيادة فاعلية العملية التعليمية (UNESCO, 2021). وفي هذا الإطار، يؤكد UNESCO أن توظيف الذكاء الاصطناعي في التعليم يمثل فرصة لتعزيز جودة التعليم وإتاحته، شريطة الالتزام بالأطر الأخلاقية وضمان العدالة في الوصول إلى هذه التقنيات.

علاوة على ذلك، أفرزت التطورات التكنولوجية المتسارعة الحاجة إلى إعادة النظر في نماذج التعليم التقليدية، والانتقال نحو نماذج تعليمية مرنة قائمة على المهارات، والتعلم مدى الحياة، والتكامل بين التعلم النظري والتطبيقي. ويؤكد International Labour Organization أن التكيف مع مستقبل العمل يتطلب إعادة تصميم نظم التعليم والتدريب المهني بحيث تكون أكثر استجابة للتغيرات في سوق العمل، وأكثر قدرة على تزويد الأفراد بالمهارات القابلة للنقل والتطوير المستمر (ILO, 2021).

وفي سياق تحقيق المواءمة بين مخرجات التعليم وسوق العمل، يُعد تعزيز الشراكة بين المؤسسات التعليمية والقطاع الصناعي أحد المرتكزات الأساسية، حيث تسهم هذه الشراكات في تصميم برامج تعليمية أكثر ارتباطاً بالواقع العملي، وتوفير فرص تدريبية حقيقية للطلبة، مما يقلل من الفجوة المهارية. كما يتطلب ذلك وجود سياسات تعليمية داعمة تركز على تطوير البنية التحتية التكنولوجية، وتوفير بيئات تعلم تفاعلية، وتعزيز الابتكار داخل المؤسسات التعليمية. ولا تكتمل فعالية هذه المنظومة دون تبني آليات واضحة لقياس الأداء وتقييم الكفايات بشكل دوري، حيث تتيح هذه الآليات تتبع مدى تحقيق الأهداف التعليمية، وتحديد نقاط القوة والضعف، والعمل على تحسين جودة التدريب المهني. وفي الوقت ذاته، ينبغي مراعاة التحديات المرتبطة بتمويل البرامج التعليمية، والحاجة إلى التحديث المستمر للمناهج، وضمان الالتزام بأخلاقيات استخدام الذكاء الاصطناعي، خاصة فيما يتعلق بحماية البيانات والعدالة الرقمية.

وبناءً على ما سبق، يتضح أن الذكاء الاصطناعي لا يمثل مجرد أداة تقنية، بل هو إطار تحولي شامل يعيد تشكيل العلاقة بين التعليم وسوق العمل، مما يفرض على المؤسسات التعليمية تبني استراتيجيات مبتكرة قائمة على التكامل بين التكنولوجيا، والمهارات، والسياسات، بما يسهم في تحقيق تنمية تقنية مستدامة، ويعزز من جاهزية الأفراد لمتطلبات المستقبل، من خلال المحاور التالية:

### **أولاً: تحليل احتياجات سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي**

في ظل التحولات المتسارعة التي يشهدها سوق العمل العالمي نتيجة التقدم في تطبيقات الذكاء الاصطناعي، أصبح من الضروري اعتماد منهجيات تحليلية دقيقة لفهم طبيعة المهارات المطلوبة مستقبلاً. إذ تشير الأدبيات الحديثة إلى أن التحول الرقمي لم يعد يقتصر على استبدال بعض الوظائف، بل يمتد

ليشمل إعادة تشكيل المهام داخل الوظيفة نفسها، مما يفرض متطلبات جديدة على نظم التعليم، وخاصة التعليم التقني. وفي هذا السياق، يؤكد تقرير (World Economic Forum (2023 أن نسبة كبيرة من الوظائف ستشهد تحولاً في المهارات المطلوبة خلال السنوات القادمة، وهو ما يعزز الحاجة إلى ربط مخرجات التعليم بتحليل واقعي وديناميكي لاحتياجات السوق. وانطلاقاً من ذلك، فإن تحديد الفجوة بين المهارات الحالية والمستقبلية يشكل الأساس الذي تُبنى عليه استراتيجيات تطوير التعليم التقني، الأمر الذي يقود إلى ضرورة إعادة تصميم منظومات التعليم بما يضمن توافقها مع هذه المتطلبات المتغيرة.

### ثانياً: تصميم منظومات التعليم التقني القائمة على الكفايات

استجابةً للتحولات التي تم تحليلها في سوق العمل، برزت الحاجة إلى تبني نماذج تعليمية قائمة على الكفايات، تركز على إكساب المتعلم مهارات قابلة للتطبيق بدلاً من الاكتفاء بالمعرفة النظرية. ويعكس هذا التحول انتقالاً من التعليم التقليدي إلى تعليم مرّن يستجيب لمتطلبات الاقتصاد الرقمي. وتشير UNESCO (2021) إلى أن التعليم القائم على الكفايات يُعد من أكثر النماذج فعالية في إعداد الأفراد لمستقبل العمل، حيث يركز على دمج المهارات التقنية مع المهارات الفكرية. وفي ضوء ذلك، يصبح من الضروري تحديد نوعية الكفايات الأساسية التي يجب أن يمتلكها المتعلم، وفي مقدمتها الكفايات الرقمية وتحليل البيانات.

### ثالثاً: تبني الكفايات الرقمية وتحليل البيانات

في إطار التحول نحو التعليم القائم على الكفايات، تبرز الكفايات الرقمية كعنصر محوري في مواءمة مخرجات التعليم مع متطلبات سوق العمل. فقد أدى التوسع في استخدام الذكاء الاصطناعي إلى زيادة الاعتماد على البيانات وتحليلها في مختلف القطاعات، مما جعل هذه المهارات من المتطلبات الأساسية للتوظيف. وتؤكد تقارير (McKinsey and Company (2023 أن الطلب على مهارات تحليل البيانات والبرمجة في تزايد مستمر، وهو ما يتطلب إدماج هذه المهارات ضمن المناهج التعليمية بشكل منهجي. غير أن امتلاك المهارات التقنية وحده لا يكفي، بل يتطلب الأمر أيضاً تنمية قدرات معرفية عليا تساعد المتعلم على توظيف هذه المهارات بفعالية، وهو ما يقود إلى أهمية تعزيز التفكير النقدي والتعلم المستمر.

#### رابعاً: تعزيز التفكير النقدي والتعلم المستمر

استكمالاً لمتطلبات الكفايات الرقمية، يمثل التفكير النقدي والتعلم المستمر عنصرين أساسيين في إعداد كوادر قادرة على التكيف مع التغيرات المتسارعة في سوق العمل. فمع تسارع الابتكار التكنولوجي، أصبحت المعرفة سريعة التآكل، مما يفرض على الأفراد تطوير قدراتهم على التعلم الذاتي المستمر. وفي هذا السياق، تشير تقارير (International Labour Organization (2021) إلى أن التعلم مدى الحياة أصبح شرطاً أساسياً للحفاظ على قابلية التوظيف. وانطلاقاً من ذلك، فإن تطوير هذه المهارات يتطلب تبني نماذج تعليمية حديثة تدعم التطبيق العملي، وهو ما يظهر في التوجه نحو استخدام تقنيات التعليم الحديثة.

#### خامساً: تبني تقنيات التعليم التقني الحديثة

استجابةً للحاجة إلى تنمية مهارات تطبيقية متقدمة، اتجهت المؤسسات التعليمية إلى تبني تقنيات تعليم حديثة تساهم في تقليص الفجوة بين النظرية والتطبيق. وتشمل هذه التقنيات التعلم القائم على المشروعات، والواقع الافتراضي والمعزز، والمختبرات الافتراضية، والتي توفر بيئات تعلم تفاعلية تحاكي الواقع المهني. وتشير (OECD (2020) إلى أن استخدام هذه التقنيات يساهم في تحسين جودة التعلم وزيادة جاهزية الخريجين لسوق العمل. غير أن فعالية هذه التقنيات تعتمد بشكل كبير على مدى ارتباطها بالواقع العملي، الأمر الذي يبرز أهمية تعزيز الشراكات مع القطاع الصناعي.

#### سادساً: الشراكات مع القطاع الصناعي

انطلاقاً من الحاجة إلى ربط التعليم بالتطبيق العملي، تمثل الشراكات مع القطاع الصناعي أحد أهم الاستراتيجيات لضمان مواكبة مخرجات التعليم مع سوق العمل. حيث تساهم هذه الشراكات في توفير بيئات تدريب حقيقية، وتطوير المناهج، وتعزيز فرص التوظيف. وقد أثبتت التجارب الدولية، مثل النموذج الألماني، أن التكامل بين التعليم والمؤسسات الصناعية يؤدي إلى تقليل الفجوة المهارية بشكل ملحوظ. ومع ذلك، فإن نجاح هذه الشراكات يتطلب وجود أنظمة تقييم فعالة تقيس مدى تحقيق الأهداف التعليمية.

## سابعاً: أنظمة تقييم الكفايات وقياس الأداء

في ضوء الاستراتيجيات السابقة، تبرز الحاجة إلى تطوير أنظمة تقييم دقيقة تقيس مدى اكتساب المتعلمين للكفايات المطلوبة. ولم يعد التقييم التقليدي كافياً، بل أصبح من الضروري استخدام أدوات حديثة مثل التقييم القائم على الأداء، والمحاكاة، وتحليل البيانات. كما تعتمد فعالية التعليم التقني على مؤشرات مثل معدلات التوظيف، ورضا أصحاب العمل، واستدامة المهارات، وهو ما يعكس مدى نجاح البرامج التعليمية في تحقيق أهدافها. ومن هنا، فإن تحقيق هذه الأهداف يتطلب توفير بيئة داعمة على مستوى السياسات والبنية التحتية.

### ثامناً: متطلبات التنفيذ (السياسات والبنية التحتية)

تتطلب استراتيجيات تطوير التعليم التقني وجود بيئة داعمة تشمل سياسات تعليمية مرنة، واستثمارات في البنية التحتية الرقمية، وتطوير الكوادر البشرية. كما تبرز أهمية الجوانب الأخلاقية المرتبطة باستخدام الذكاء الاصطناعي، مثل حماية البيانات وضمان العدالة الرقمية. وفي هذا السياق، يشير International Monetary Fund (2024) إلى أن تحقيق الاستفادة القصوى من الذكاء الاصطناعي يتطلب سياسات متكاملة تدعم الابتكار وتحد من المخاطر. وعلى الصعيد الدولي، برزت تجارب ناجحة في تطوير التعليم التقني، حيث اعتمدت سنغافورة نموذج التعلم مدى الحياة (Skills Future)، الذي يركز على تحديث المهارات باستمرار، بينما طورت كوريا الجنوبية برامج تعليمية تعتمد على التكنولوجيا المتقدمة والتدريب العملي، مما ساهم في رفع جاهزية الخريجين. كما نجحت ألمانيا في تحقيق مواءمة عالية بين التعليم وسوق العمل من خلال الشراكة المباشرة مع القطاع الصناعي.

أما على المستوى العربي، فقد شهدت عدة دول جهوداً ملموسة في تطوير التعليم التقني، حيث عملت الإمارات العربية المتحدة على إدماج الذكاء الاصطناعي في التعليم، وطورت المملكة العربية السعودية مراكز تدريب متخصصة في التقنيات الحديثة، في حين اتجهت الأردن نحو تعزيز التعليم المدمج والتدريب العملي بالتعاون مع القطاع الصناعي.

وفي هذا السياق المحلي، تبرز الكلية التقنية في جامعة جرش كنموذج تطبيقي يعكس هذا التوجه، حيث تهدف إلى إعداد كوادر تقنية مؤهلة تمتلك مهارات عملية تتوافق مع احتياجات سوق العمل، من خلال التركيز على التعليم التطبيقي، والتدريب العملي، وتعزيز الكفايات الرقمية. وتتمثل أهمية هذه الكلية في كونها تسهم في تقليل الفجوة بين مخرجات التعليم واحتياجات السوق المحلي، من خلال توفير تخصصات تقنية مرتبطة بالتحول الرقمي، وإعداد خريجين قادرين على الاندماج المباشر في سوق العمل. كما أن دورها لا يقتصر على التعليم، بل يمتد إلى دعم التنمية الاقتصادية، من خلال رفد السوق بكفاءات تقنية تسهم في تعزيز الإنتاجية والابتكار وتعزيز الشراكة المجتمعية.

وبناءً على ما سبق، يمكن التأكيد أن مواءمة مخرجات التعليم التقني مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي تعتمد على منظومة متكاملة من الاستراتيجيات، تبدأ بتحليل احتياجات السوق، وتتم بتصميم تعليم قائم على الكفايات، وتعزيز المهارات الرقمية والفكرية، وتبني تقنيات تعليم حديثة، وتفعيل الشراكات مع القطاع الصناعي، وصولاً إلى تطوير التعليم الجامعي ليصبح أكثر ارتباطاً بالتطبيق العملي. وهو ما يعكس أن التحدي الحقيقي لا يكمن في مواكبة التغير فقط، بل في القدرة على استباقه وبناء نظام تعليمي مرن ومستدام قادر على إعداد كوادر بشرية تنافس في اقتصاد المعرفة.

## References

- Brynjolfsson E. and McAfee A. 2017. The business of artificial intelligence. Harvard Business Review. <https://hbr.org>.
- Bughin J., Seong J., Manyika J., Chui M. and Joshi R. 2018. Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy. McKinsey Global Institute.
- European Centre for the Development of Vocational Training (CEDEFOP). 2020. Skills forecast: Trends and challenges to 2030. <https://www.cedefop.europa.eu>.

HolonIQ. 2023. Global education technology market outlook. <https://www.holoniq.com>.

International Labour Organization. 2021. World employment and social outlook: Trends 2021. <https://www.ilo.org/global/research/global-reports/weso>.

International Monetary Fund. 2024. Gen-AI: Artificial intelligence and the future of work. <https://www.imf.org/en/Publications>.

Luckin R., Holmes W., Griffiths M. and Forcier L.B. 2016. Intelligence unleashed: An argument for AI in education. Pearson.

McKinsey and Company. 2023. The economic potential of generative AI: The next productivity frontier. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantum-black>.

McKinsey Global Institute. 2017. Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work>.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2019. OECD employment outlook 2019: The future of work. <https://doi.org/10.1787/9ee00155-en>.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2020. Vocational education and training in Germany: Strengths, challenges and recommendations. <https://www.oecd.org/education/vocational-education-and-training.htm>.

Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence. 2025. AI index report 2025. <https://hai.stanford.edu/ai-index>.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). 2021. AI and education: Guidance for policy-makers. <https://unesdoc.unesco.org/>.

World Bank. 2023. World development report 2023: Migrants, refugees, and societies. <https://www.worldbank.org>.

World Economic Forum. 2023. The future of jobs report 2023. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023>.

World Economic Forum. 2025. Future of jobs report 2025. <https://www.weforum.org/reports/future-of-jobs-report-2025>.

هندسة القيمة البيئية في عصر الذكاء الاصطناعي المكاني: تحديث التعليم التقني لمواكبة

## الاقتصاد المناخي

الدكتورة هيفاء احمد المحمد

استشاري الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي المكاني



### الملخص

تستعرض هذه المقالة التحول الجذري في مفهوم القيمة السوقية للمهن البيئية نتيجة لدمج الذكاء الاصطناعي المكاني (GeoAI)، يناقش المقال كيف أدى هذا التكامل إلى إعادة تشكيل الهوية المهنية للعاملين في القطاع الأخضر، ويحلل بيانات عام 2026 التي تُظهر فجوة في الأجور تصل إلى الضعف بين المهن التقنية التقليدية وتلك المدعومة بالذكاء الاصطناعي، كما يناقش المقال كيف تحولت المهن البيئية من أدوار وصفية ميدانية إلى أدوار هندسية تنبؤية تساهم في تعظيم القيمة الاقتصادية للمؤسسات، من خلال إدارة المخاطر المناخية والتمويل، يقدم المقال استراتيجيات لمؤسسات التعليم التقني لتبني اقتصاد المهارات الخضراء لضمان تنافسية الخريجين في سوق العمل العالمي.

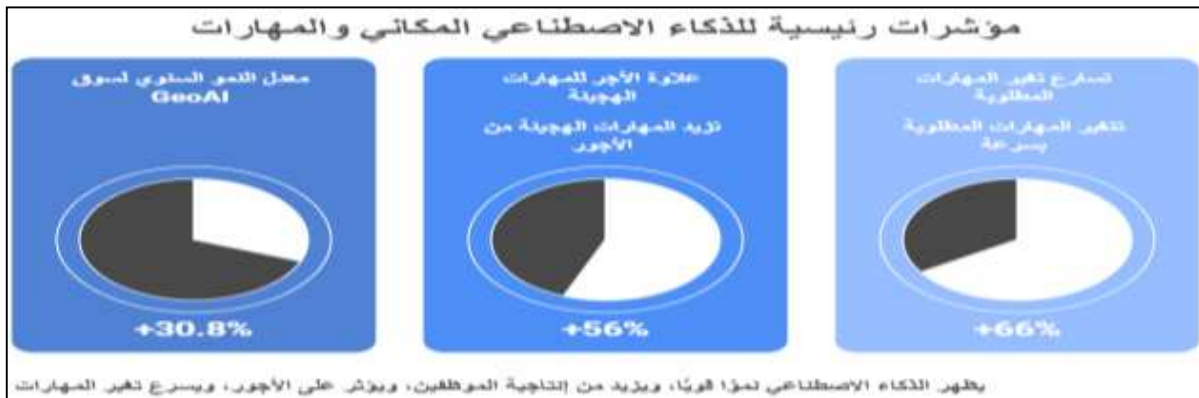
### المقدمة: مؤشرات التحول النموذجي في هندسة القيمة والاقتصاد المناخي

في ظل التسارع التكنولوجي غير المسبوق الذي يشهده العصر الرقمي، لم يعد الذكاء الاصطناعي مجرد موجة تكنولوجية، بل أصبح المحرك الأساسي للتحويلات الاقتصادية العالمية، ويؤكد تقرير PWC

Global AI Jobs Barometer لعام 2025 أن الذكاء الاصطناعي ليس مجرد أداة للأتمتة، بل هو عامل مضاعف للقيمة البشرية ومحرك خفي للاقتصاد العالمي، نحن لا نواجه أزمة بطالة تقنية، بل ثورة في القيمة، حيث تمنح المهارات الهجينة المدعومة بالذكاء الاصطناعي ميزة تنافسية مادية للموظفين، تؤدي إلى زيادة في الدخل تصل إلى 56% (الشكل 1)، علاوة على ذلك، فإن دمج التخصص الدقيق مع الذكاء الاصطناعي قد ضاعف الإنتاجية العالمية بمقدار ثلاثة أضعاف في القطاعات الأكثر تبنياً للتكنولوجيا.

لقد تطور مفهوم هندسة القيمة (Value Engineering) ليتجاوز مجرد تقليل التكاليف التشغيلية، ليصبح فلسفة لتعظيم المنفعة الاستراتيجية من خلال دمج الذكاء الاصطناعي والبيانات المكانية، في هذا السياق، برزت فئة المستشارين التقنيين والموظفين ذوي المهارات الهجينة كأعلى فئات الدخل، نظراً لندرة هذه المهارات، أصبح الذكاء الاصطناعي المكاني الأداة التنفيذية والمحرك الأساسي لإعادة صياغة الوظائف التقنية، حيث يتيح تحويل البيانات الجغرافية الخام إلى رؤى استراتيجية قابلة للتنفيذ، مما يرفع كفاءة اتخاذ القرار بعشرة أضعاف في قطاعات حيوية مثل العقارات واللوجستيات والبيئة.

لم يعد الحفاظ على البيئة مجرد مسؤولية أخلاقية، بل أصبح ركيزة أساسية في هندسة القيمة الاقتصادية للمؤسسات، خاصة مع ظهور أدوات الذكاء الاصطناعي المكاني اللازمة لتحويل التحديات البيئية إلى فرص استثمارية، مما أدى إلى نشأة ما يُعرف بالاقتصاد المناخي الرقمي، مما يفرض هذا التحول ضرورة إعادة تعريف المهن البيئية لتتوافق مع متطلبات سوق العمل الذي يمنح الأولوية للقدرة على دمج البيانات المكانية الضخمة مع النماذج التنبؤية لتحقيق الاستدامة المالية والبيئية.



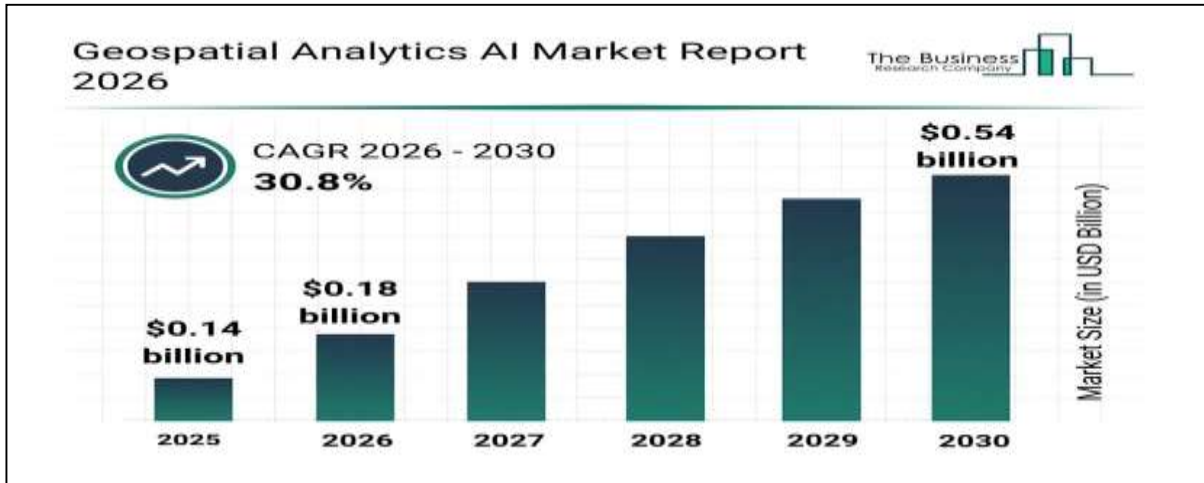
الشكل 1: مؤشرات رئيسية للذكاء الاصطناعي المكاني والمهارات.

## الذكاء الاصطناعي المكاني كمحرك للقيمة السوقية والتنافسية البيئية

يمثل الذكاء الاصطناعي المكاني نقطة التقاء علوم البيانات الجغرافية والتعلم الآلي المتقدم، وهو ليس مجرد أداة تقنية وأكاديمية مساعده، بل تحول إلى محرك يقود ثورة في القيمة ضمن سوق العمل العالمي، وتشير تقارير عام 2026 إلى أن التنافسية الرقمية للدول تُقاس الآن بسرعة التكيف وكفاءة الدمج مع هذه التقنيات في العمليات الوطنية. يُعد الذكاء الاصطناعي المكاني نموذجاً رائداً في كيفية تحويل الموقع الجغرافي إلى أصل مالي ذي قيمة عالية، خاصة مع التحولات الجذرية التي يفرضها على البيانات المتاحة، لقد انتقل سوق التحليلات الجيومكانية من مرحلة النمو الأسّي إلى مرحلة النمو الذكي.

### التحليلات الجغرافية المكانية، حجم سوق الذكاء الاصطناعي وحصته واتجاهاته بحلول عام 2035

نما حجم سوق الذكاء الاصطناعي للتحليلات الجغرافية المكانية بشكل كبير في السنوات الأخيرة، حيث قدر نموه من 0.14 مليار دولار في عام 2025 إلى 0.18 بليون دولار في عام 2026 إلى 0.54 بليون دولار بحلول عام 2030، بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 30.8% (الشكل 2) ويمكن أن يعزى النمو في الفترة التاريخية إلى اعتماد نظام تحديد المواقع العالمي والنظم العالمية لسواحل الملاحة، واستخدام الاستشعار عن بعد بواسطة صور الاقمار الاصطناعية والدرن، والتكامل مع المسح وتقييم المخاطر، والاعتماد المبكر في الزراعة وإدارة الموارد الطبيعية، والنشر في تحليلات العقارات والتسويق، وزيادة الطلب عبر قطاعات مثل تخطيط المدن واللوجستيات والدفاع.



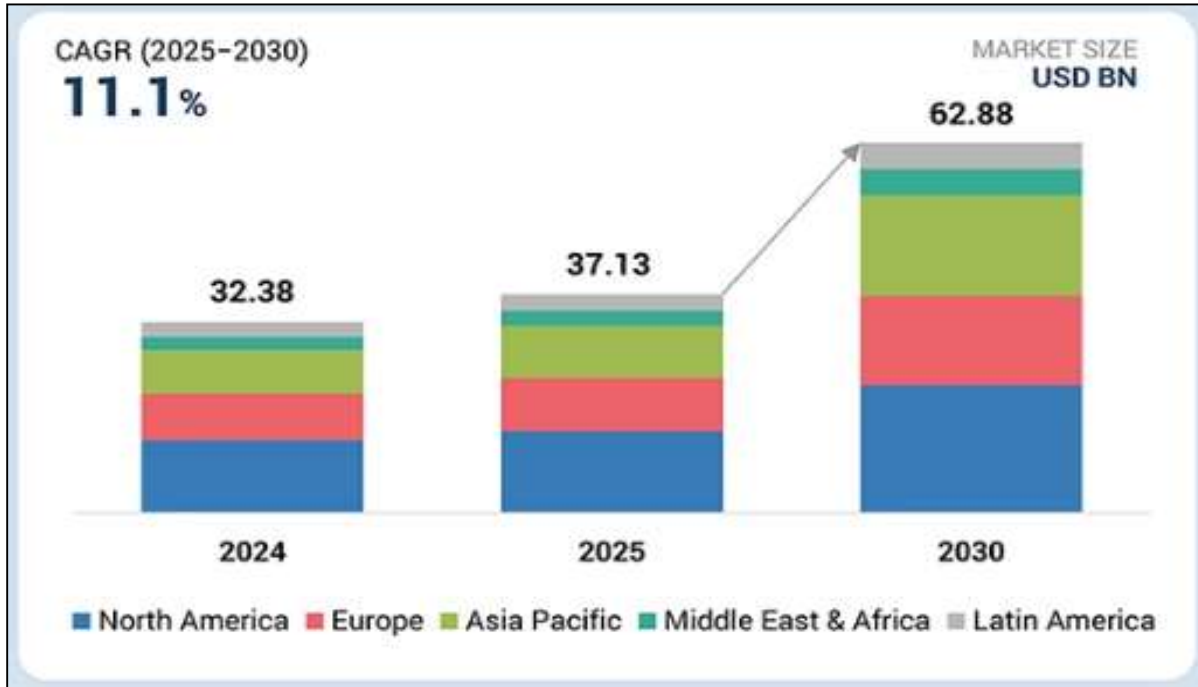
الشكل 2: حجم نمو سوق الذكاء الاصطناعي للتحليلات الجغرافية المكانية المتوقع من 2025-2030.

## تحولات سوق العمل العالمي: عصر وكلاء الذكاء الاصطناعي المكاني

يشهد سوق العمل العالمي في عام 2026 تحولاً جذرياً من التحليل اليدوي للبيانات إلى الإشراف على وكلاء الذكاء الاصطناعي. هؤلاء الوكلاء قادرون على معالجة البيانات المكانية الحية وتقديم حلول هندسية معقدة في ثوانٍ معدودة، والتعامل مع بروتوكولات سياق النموذج (MCP)، وتمثلت هذه التحولات في:

### 1. إعادة تعريف الأدوار المهنية

لم يعد دور الفني التقني مقتصرًا على جمع البيانات، بل تطور ليصبح مهندس قيمة يشرف على الأنظمة الذكية ويضمن توافق مخرجاتها مع الأهداف الاستراتيجية للمؤسسة. بناءً على التقرير العالمي لعام 2025 والتحليلات الجيومكانية، يؤكد التقرير نمو سوق الـ GeoAI العالمي ليصل إلى 62.88 مليار دولار بحلول 2030 بمعدل نمو 11.1% تتصدره أمريكا، ويعكس هذا التحول قفزة في الإنتاجية بمقدار 3 أضعاف وعلاوة أجور تصل إلى 56% للمتخصصين الذين يجمعون بين المهارات البيئية والبرمجية التحليلية الشكل (3). حسب منتدى الاستراتيجيات الأردني (2025) تتصدر الأردن المركز الثالث عربياً في تبني الذكاء الاصطناعي، والمركز 29 عالمياً في مؤشر انتشار الذكاء الاصطناعي.



الشكل 3: يوضح حجم نمو سوق GeoAI على مستوى العالم من 2024-2030.

## 2. فجوة المهارات وعلاوة الأجور

تتغير المهارات التقنية المطلوبة بنسبة 66% سنوياً، مما يفرض ضغوطاً هائلة على أنظمة التعليم التقليدية للتحويل نحو نماذج أكثر مرونة، يؤكد تقرير PwC Global AI Jobs Barometer لعام 2025 أن الموظفين الذين يتقنون مهارات الذكاء الاصطناعي والهندسة التحليلية يحصلون على علاوة مهارة (Wage Premium) تصل إلى 56% أعلى من نظرائهم التقليديين (جدول 1)، هذا يشير إلى أن القيمة السوقية للمهنيين التقنيين لم تعد مرتبطة بسنوات الخبرة فحسب، بل بمدى قدرتهم على استخدام GeoAI لتقليل المخاطر المناخية وتعظيم العائد على الاستثمار الأخضر.

جدول (1) يظهر بعض المهن التقنية والقيمة التقليدية مقابل القيم المدفوعة ونسبة الزيادة

المهنة التقنية/البيئية	القيمة التقليدية (\$)	القيمة المدعومة ب GeoAI (\$)	نسبة الزيادة %
فني بيئة/محلل بيانات مكانية	80,580	167,250	107
محلل مقاييس استدامة	70,000	106,980	52
مهندس جيوفيزياء ذكي	95,000	145,000	53
محلل زراعة دقيقة	45,000	85,000	89

المصدر: إعداد الباحثة بناءً على بيانات Geo Careers و PwC لعام 2026.

أما تأثير GeoAI، يوضح الشكل (4) مؤشر التنافسية الرقمية 2026 والدور المحوري لتقنيات GeoAI في رفع كفاءة اتخاذ القرار الاستراتيجي بنسبة 45% وتحسين دقة التنبؤ بالموارد بنسبة 60%، كما يبرز أثرها في تعزيز استدامة العمليات البيئية عبر خفض الانبعاثات بنسبة 30%، بالإضافة إلى رفع علاوة المهارة للقوى العاملة الجاهزة تقنياً بنسبة 56%.



**الشكل 4: مؤشر التنافسية الرقمية 2026 والدور المحوري لتقنيات GeoAI.**

### الاقتصاد المناخي والوظائف الخضراء : من الميدان إلى النمذجة التنبؤية

لقد أدى الذكاء الاصطناعي المكاني إلى إعادة تشكيل المهن البيئية بشكل جذري، واعد الاقتصاد المناخي تعريف العمل البيئي؛ حيث لم يعد يُنظر إليه كعبء تشغيلي، بل كأصل مالي استراتيجي، بفضل تقنيات الـ GeoAI، أصبحت المؤسسات قادرة على تحويل المخاطر المناخية إلى قيمة قابلة للقياس، وتجاوز العمل الجيومكاني حدود المختبرات ليصبح العمود الفقري للاقتصاد المناخي الحديث، ولم يعد دور المهندس البيئي مقتصرًا على جمع العينات الميدانية، بل تطور ليصبح مهندس قيمة بيئية، يدير وكلاء الذكاء الاصطناعي المكاني للقيام بالمهام التالية:

- أتمتة رصد البصمة الكربونية: استخدام صور الأقمار الصناعية والتعلم الآلي لحساب انبعاثات الكربون وامتصاصه في الوقت الفعلي، وهي مهارة مطلوبة للحصول على التمويل الأخضر.
- إدارة المخاطر: التنبؤ بالمخاطر الجيومكانية: الانتقال من الاستجابة للكوارث البيئية إلى التنبؤ الاستباقي بها باستخدام التوائم الرقمية البيئية، مما يوفر ملايين الدولارات من الخسائر المحتملة.

- إدارة الموارد المتجددة: تحسين مواقع توربينات الرياح والألواح الشمسية باستخدام تحليلات GeoAI لضمان أعلى كفاءة إنتاجية.

- اللوجستيات والمدن الذكية: استخدام التوائم الرقمية لتحسين المسارات اللحظية وتقليل الهدر الكربوني. في هذا الإطار، تحولت البيانات المكانية إلى عملة تقود الاستثمارات الخضراء عبر القطاعات التالية:
- قطاع البيئة والمناخ: مراقبة تدهور الأراضي وحساب الانبعاثات الكربونية آلياً عبر الحوسبة السحابية.
- الزراعة الدقيقة: الانتقال من الإدارة التقليدية إلى الأتمتة الزراعية باستخدام التعلم الآلي للتنبؤ بخصوبة التربة، مما يخلق حاجة لوظيفة محلل بيانات زراعية ذكي.
- أسواق الكربون الذكية: يسهم وكلاء الذكاء الاصطناعي في مراقبة أرصدة الكربون لحظياً، مما يضمن تدفقات مالية موثوقة.

### تحديث التعليم التقني: مواهمة المخرجات مع اقتصاد المهارات الخضراء

كما ذكرنا سابقاً يتطلب سوق العمل العالمي اليوم مهارات هجينة تتجاوز الأنماط الأكاديمية التقليدية، والتعليم التقني لم يعد مجرد تدريب على أدوات، بل هو بناء عقلية برمجية تحليلية، ولما كبت هذه التحولات، ولضمان عدم تخلف الخريجين عن ركب القيمة السوقية المرتفعة، يجب على مؤسسات التعليم التقني تبني الاستراتيجيات التالية:

- دمج البرمجة البيئية: تعليم لغات البرمجة مثل (Python) كجزء أساسي من تخصصات البيئة والمساحة والزراعة، لتمكين الطلاب من بناء نماذجهم الخاصة.
- التركيز على التمويل الأخضر: تدريس العلاقة بين البيانات البيئية والقيمة المالية، لمساعدة الطلاب على فهم كيفية تحويل مهاراتهم التقنية إلى قيمة سوقية ملموسة للمؤسسات.
- اعتماد الشهادات المهنية المزوجة: تشجيع الطلاب على الحصول على شهادات مهنية متخصصة في الذكاء الاصطناعي المكاني مثل شهادات Esri أو Google، Microsoft إلى جانب شهاداتهم في العلوم البيئية.

## التوصيات

- إعادة التأهيل الرقمي: ضرورة تدريب الكوادر الحالية على أدوات GeoAI لمواكبة التغير السريع في المهارات الذي وصل إلى 66%.
- المناهج المستجيبة للبيانات: تحديث التعليم التقني ليكون مستجيباً لمتطلبات الاقتصاد المناخي ومؤشرات التنافسية الرقمية.
- الاعتماد المهني: اعتماد الشهادات الاحترافية الدولية كجزء لا يتجزأ من المسار المهني.
- بناء منصة وطنية للذكاء الاصطناعي المكاني: تجمع بين الأكاديميين والصناعيين وصناع القرار لضمان تدفق القيمة والابتكار المستدام.
- تعزيز الريادة التقنية: تشجيع بناء الشركات الناشئة التي تقدم الذكاء الاصطناعي كخدمة (AIAS) في المجالات الجيومكانية.

## الخاتمة

إن التحول نحو الذكاء الاصطناعي المكاني في المهن البيئية في الثورة الصناعية الرابعة، ليس مجرد تطور تقني ولم يأتي لاستبدال الإنسان، بل هو إعادة صياغة لمفهوم الثروة البشرية في العصر الرقمي، وتعزيز من قيمته الاقتصادية والتقنية، فالمهندس الجيومكاني اليوم يمتلك مفاتيح البيانات المكانية التي يقاد بها العالم، بامتلاكه مهارات الذكاء الاصطناعي، فإنه يتصدر هرم التنافسية الرقمية العالمية، مساهماً في بناء اقتصاد معرفي مستدام وأكثر إنتاجية.

كما إن هندسة القيمة في عصر GeoAI تمثل الفرصة الذهبية للمنطقة العربية لقفز مراتب متقدمة في مؤشرات التنافسية العالمية، مع الاستثمار في تحديث التعليم التقني ليكون مستجيباً للبيانات هو الضمان الوحيد لتحويل الكوادر البشرية إلى أصول استراتيجية تقود الاقتصاد الرقمي والمناخي، وإن الدول التي ستجح في مواءمة تعليمها التقني مع هذه التحولات ستتمكن من تحقيق قيادة حقيقية في مؤشرات التنافسية الرقمية والبيئية وتصدير كفاءات عالية القيمة إلى السوق العالمي.

## References

EON Reality. 2025. EON reality launches workforce innovation triangle partnership model to address America's \$2.4 trillion skills gap crisis.

Fortune Business Insights. 2025. Geospatial Analytics market size, Share.

<https://engineersoutlook.com/the-rise-of-geoai-predictive-engineering-for-health-climate-and-infrastructure-resilience/>.

<https://finance.yahoo.com/news/geospatial-intelligence-market-worth-62-150100880.html>.

<https://www.fortunebusinessinsights.com/geospatial-analytics-market-102219#:~:text=The%20global%20geospatial%20analytics%20market,USD%2039.29%20billion%20by%202032>.

<https://www.fortunebusinessinsights.com/geospatial-analytics-market-102219#:~:text=The%20global%20geospatial%20analytics%20market,USD%2039.29%20billion%20by%202032>.

<https://www.geo-careers.com/posts/geospatial-salaries-2026/>.

<https://www.levels.fyi/blog/ai-engineer-compensation-trends-q3-2025.html#:~:text=Our%20salary%20data%20shows%20that,difference%20is%20noticeable%20but%20smaller>.

<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/geospatial-imagery-analytics-market-221633264.html#:~:text=Geospatial%20Imagery%20Analytics%20Market%2C%20By,real%2Dtime%20decision%2Dmaking>.

<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/geospatial-intelligence-market-198354497.html>.

<https://www.pwc.com/gx/en/news-room/press-releases/2025/ai-linked-to-a-fourfold-increase-in-productivity-growth.html#:~:text=Wages%20are%20growing%20twice%20as,totals%20job%20postings%20fell%2011.3%25>.

<https://www.survtechsolutions.com/post/geospatial-trends-2026>.

Jordan Strategy Forum (JSF). 2025. The Impact of artificial intelligence on the labor market: Global and Jordan case. Policy Brief based on ILO Report: Generative AI and Jobs. Amman, Jordan.

Kobzan S., Pomortseva O. and Pankiv V. 2026. Development of the real estate data processing model based on modern GeoAI approaches. Technology Audit and Production Reserves. Doi: 10.15587/2706-5448.2026.353171.

PwC. 2025. Global AI jobs barometer: Impact on productivity and wages.

Research and Markets. 2026. Geospatial Analytics AI Market Report 2026.

Space42, Microsoft, Esri. 2025. Map Africa Initiative Announcement.

UNESCO. 2025. Global skills academy expands digital and AI skills program to empower educators.

World Economic Forum. 2025. Future of Jobs Report.

## مخرجات التعليم التقني في الأردن في عصر الذكاء الاصطناعي: تحديات واستراتيجيات

### مستقبلية

المهندسة دعاء عبد الحميد المجالي

المركز الوطني للبحوث الزراعية



### المقدمة

تشهد الأسواق العالمية تغييرات جوهرية نتيجة للتحويلات التكنولوجية السريعة، حيث بات الذكاء الاصطناعي يشكل عنصرًا محوريًا في تحديد مهارات القوى العاملة المطلوبة. في الأردن، يمثل التعليم التقني أداة استراتيجية لمواجهة البطالة بين الشباب وضمان مواءمة المخرجات مع احتياجات الاقتصاد الوطني. إلا أن الواقع الحالي يكشف عن فجوات بين المهارات التي يكتسبها الطلاب في البرامج التقنية وبين المتطلبات العملية لسوق العمل، خاصة في القطاعات الحديثة التي تعتمد على التحول الرقمي والتقنيات الذكية.

يبرز من هذا الواقع الحاجة لتبني استراتيجيات تعليمية متقدمة تستند إلى بيانات دقيقة، تمكن صانعي القرار والممارسين من تصميم برامج تعليمية مرنة وقابلة للتحديث، قادرة على تزويد الطلبة بالمهارات المستقبلية المطلوبة. ويهدف هذا المقال إلى تقديم تحليل متكامل للتحديات القائمة واستعراض استراتيجيات تطبيقية مستندة إلى التجارب المحلية والدولية، مع تقديم رؤى مستقبلية لتعزيز التعليم التقني في الأردن.

## الواقع الحالي للتعليم التقني في الأردن

يتضمن التعليم التقني في الأردن شبكة واسعة من المؤسسات، تشمل كليات المجتمع والمعاهد التقنية، مؤسسة التدريب المهني، الجامعات التطبيقية، والمدارس الثانوية التقنية. وبالرغم من التوسع الملحوظ في هذا القطاع، فإن التحديات الأساسية ما زالت قائمة. إذ تشير الدراسات والبيانات الرسمية إلى وجود فجوة واضحة بين مخرجات التعليم واحتياجات سوق العمل، حيث يفتقر الكثير من الطلاب إلى المهارات الرقمية الحديثة مثل تحليل البيانات، استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي، والأتمتة الصناعية.

كما يعاني النظام التعليمي من محدودية الإمكانيات العملية والتدريبية، سواء من حيث المختبرات أو بيئة التعلم الافتراضية، ما يحد من قدرة الطلاب على اكتساب خبرات تطبيقية مباشرة. ويضاف إلى ذلك النظرة التقليدية لمخرجات التعليم التقني في المجتمع، ما يؤثر على اختيار الطلاب لهذه التخصصات، ويضع عبئاً إضافياً على صناع القرار لضمان زيادة جاذبية البرامج التقنية.

## التحديات في ظل الذكاء الاصطناعي

يعزز الذكاء الاصطناعي الحاجة لتطوير التعليم التقني بشكل مستمر، نظراً لتغير طبيعة المهارات المطلوبة. تواجه المؤسسات التعليمية في الأردن تحديات متعددة، منها نقص الكوادر المؤهلة لتدريس المهارات الرقمية المتقدمة، وضعف الربط بين المناهج التعليمية والاحتياجات الحقيقية لسوق العمل، خاصة في القطاعات الزراعية والصناعية والخدمات الرقمية. كما يشكل تطوير مختبرات ذكية وتجهيز الطلاب بالأدوات الرقمية الحديثة تحدياً مالياً ولوجستياً، مما يستدعي خطاً استراتيجية واضحة لتجاوز هذه العقبات.

## إحصائيات حول التعليم التقني وسوق العمل في الأردن

تشير أحدث البيانات الرسمية والتحليلات إلى واقع مختلط فيما يتعلق بالتعليم التقني وسوق العمل في الأردن. على مستوى البطالة، لا يزال معدل البطالة العام مرتفعاً، حيث سجل حوالي 21.4% في عام 2024، مع استمرار تحديات الاندماج المهني للشباب بين الفئات العمرية الأصغر، ما يعكس فجوة بين المخرجات التعليمية ومتطلبات سوق العمل.

من ناحية أخرى، يلعب التعليم التقني والتدريب المهني دورًا مهمًا في تحسين فرص التوظيف. فقد أعلنت مؤسسة التدريب المهني أن عدد الملتحقين في برامجها تجاوز 12 ألف متدرب ومنتدربة في العام الأخير، فيما بلغ متوسط نسبة التشغيل بين خريجي المؤسسة حوالي 62% من إجمالي الخريجين، ما يعكس قدرًا ملموسًا من قدرة التعليم المهني على تلبية احتياجات سوق العمل المتغيرة. فيما يتعلق بالطلب على المهارات، أظهرت مراجعة شاملة أجرتها منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) أن نحو 64% من العمالة في الأردن تقع في وظائف متوسطة المهارة، وهي غالبًا الوظائف التي يدعمها التعليم الفني والتقني، ما يؤكد أهمية تطوير القدرات التقنية للعمال والطلبة لتحسين فرص التوظيف.

كما أظهرت التقارير الحكومية جهودًا ملموسة في التوعية والإرشاد المهني؛ فقد تم تنفيذ أكثر من 2،671 حملة توجيه مهني عبر 42 مديرية تعليمية، مما ساهم في تحفيز تسجيل أكثر من 16،400 طالب في برامج التعليم التقني في المدارس الحكومية، وهو مؤشر على تزايد الوعي بأهمية هذا النوع من التعليم لدى الشباب وأسرهم.

هذه الإحصاءات توضح أنه رغم التحديات المستمرة، هناك تقدم في توجهات الشباب نحو التعليم التقني وتحسن نسب التشغيل للخريجين، إلا أن الجهود لا تزال بحاجة لتعزيز الربط بين المهارات التعليمية والاحتياجات الفعلية لسوق العمل في ظل التحولات التكنولوجية المتسارعة.

### استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة المخرجات

لتقليل الفجوة بين التعليم التقني وسوق العمل، يمكن تبني مجموعة من الاستراتيجيات العملية. أولها دمج الذكاء الاصطناعي في المناهج التعليمية، بما يشمل أدوات التعلم الذكية، المحاكاة الرقمية، وتطبيقات تحليل البيانات. ثانيًا، تطوير برامج تدريب مستمر للمعلمين والمدرسين لتمكينهم من استخدام التقنيات الحديثة، وضمان نقل المعرفة بشكل فعال إلى الطلاب. كما ينبغي تعزيز التعاون بين المؤسسات التعليمية والقطاع الخاص لتصميم برامج تدريبية عملية وموجهة نحو المهارات المستقبلية، مثل تحليل البيانات، تطبيقات الذكاء الاصطناعي، والروبوتات. تطبيق هذه الاستراتيجيات يتطلب أيضًا توفير بيئة تعليمية محفزة، تشمل مختبرات

ذكية، برامج محاكاة عملية، ومشاريع تطبيقية حقيقية. كما يمكن استثمار منصات التعليم الإلكتروني لتوسيع فرص التعلم المرن، مع التركيز على المشاريع التي تجمع بين الابتكار، الزراعة الذكية، والصناعة الرقمية.

### أمثلة من الواقع الأردني

شهد الأردن مبادرات متعددة لتعزيز التعليم التقني وربطه بسوق العمل. في مجال الزراعة، تم تطوير برامج تدريبية تطبيقية تعتمد على استخدام تقنيات الزراعة الذكية، مثل المستشعرات وتحليل البيانات لتقليل الهدر وزيادة الإنتاجية. أما في القطاع الصناعي، فقد بدأت بعض المعاهد بتطبيق برامج تعلم إلكترونية تستخدم محاكيات الروبوتات وأنظمة الأتمتة، لتعريف الطلاب بالمهارات العملية المطلوبة في المصانع الحديثة. كما قامت الجامعات التطبيقية بإطلاق برامج تدريبية مشتركة مع شركات محلية لتطوير مشاريع مشتركة تدمج الابتكار والذكاء الاصطناعي في الحلول الصناعية والخدمية.

### دور التعليم التقني وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة الأردنية ودور المركز الوطني للبحوث الزراعية

يلعب التعليم التقني دورًا محوريًا في تطوير الكفاءات البشرية اللازمة للزراعة الذكية في الأردن، حيث يمثل دمج المهارات العملية مع المعرفة الرقمية حجر الزاوية لزيادة الإنتاجية وتحسين إدارة الموارد الزراعية. تعتمد العديد من المؤسسات الزراعية الحديثة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات المناخية، التربة، واستهلاك المياه، مما يتيح تحسين جودة الإنتاج وتقليل الهدر.

من خلال برامج التعليم التقني، يتلقى الطلاب التدريب على استخدام المستشعرات الذكية، الطائرات بدون طيار، وأنظمة تحليل البيانات الزراعية، ما يتيح لهم تطبيق حلول رقمية مبتكرة في المزارع الحقيقية. وقد أظهرت التجارب المحلية في محطات البحوث الزراعية التابعة للمركز الوطني للبحوث الزراعية أن دمج الذكاء الاصطناعي في التدريب العملي يؤدي إلى تحسين قدرة الطلاب على اتخاذ قرارات زراعية مستنيرة، مثل تحديد مواعيد الري المثلى، مراقبة صحة المحاصيل، والتنبؤ بالآفات الزراعية.

ويأتي دور المركز الوطني للبحوث الزراعية وحاضنة الابتكار في توفير بيئة تعليمية وبحثية داعمة، حيث تتيح حاضنة الابتكار للطلاب والباحثين تنفيذ مشاريع تطبيقية تجمع بين التكنولوجيا والزراعة، مثل

الزراعة الدقيقة ونظم إدارة الإنتاج المستدامة. كما توفر الحاضنة الدعم الفني والإرشادي، وربط الطلاب والباحثين بالقطاع الخاص والشركات الناشئة، ما يسهم في تطوير حلول زراعية مبتكرة مستدامة، وتحويل مخرجات التعليم التقني إلى منتجات وخدمات قابلة للتطبيق في الواقع الزراعي الأردني.

### تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتحسين الإنتاجية وإدارة الموارد المائية

تلعب تقنيات الذكاء الاصطناعي دورًا متقدمًا في الزراعة الأردنية من خلال تحسين إدارة الموارد المائية وزيادة الإنتاجية الزراعية. إذ تمكن تقنيات الاستشعار الذكي، تحليل البيانات، والمحاكاة الرقمية المزارعين والطلاب من تحديد احتياجات النباتات الدقيقة من المياه والأسمدة، وبالتالي تقليل الهدر وتحسين كفاءة الإنتاج. كما تساعد خوارزميات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالظروف المناخية والآفات الزراعية، مما يسمح باتخاذ قرارات زراعية استباقية ومدروسة.

يسهم التعليم التقني والزراعي في الجامعات الأردنية، وكذلك التعليم المهني المتخصص في الزراعة، في تأهيل الطلاب والخريجين لاستخدام هذه التقنيات بكفاءة. حيث يكتسب الطلاب المهارات العملية اللازمة لتطبيق نظم الري الذكي، مراقبة المحاصيل عن بعد، وتحليل بيانات الإنتاجية، مما يعزز قدرتهم على تقديم حلول مبتكرة ومستدامة في المزارع الواقعية.

### الرؤى المستقبلية

أصبح التعليم التقني حجر الزاوية في تطوير المهارات البشرية وتمكين الاقتصاد الوطني من تلبية احتياجات سوق العمل، خصوصًا في ظل التحولات الرقمية المتسارعة واعتماد الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع. وتشير الرؤى المستقبلية إلى أهمية تبني سياسات تعليمية قائمة على البيانات والتحليل التنبؤي، بما يسمح بتحديد الاحتياجات المستقبلية لسوق العمل بدقة. ومن شأن إنشاء بيئات تعليمية رقمية ذكية (Smart Labs). أن يعزز اكتساب المهارات العملية ويتيح للطلاب تجربة سيناريوهات العمل الواقعية. كما يمكن تعزيز تكامل التعليم التقني مع ريادة الأعمال، الابتكار الصناعي، والتطبيقات الرقمية والزراعية لتحفيز الطلبة على تطوير حلول عملية تلبي احتياجات السوق.

يتضح أن التعليم التقني في الأردن بحاجة إلى تطوير مستدام يواكب التغيرات التقنية الحديثة. ويشمل ذلك تحسين نظم جمع وتحليل البيانات لتوجيه البرامج التعليمية، تعزيز الشراكات بين المؤسسات التعليمية والقطاع الصناعي والزراعي، تحديث المناهج لتشمل المهارات المستقبلية، ودعم التدريب العملي والتقنيات الذكية في بيئات التعلم. ومن هنا لا بد من إطلاق مبادرات لتغيير الصورة المجتمعية للتعليم التقني وزيادة جاذبيته، بالإضافة إلى الاستثمار في البحث العلمي لتقييم أثر البرامج والتقنيات الحديثة على مخرجات التعليم.

## المراجع

دائرة الإحصاءات العامة الأردنية. 2023. التقرير السنوي للإحصاءات التعليمية والمهنية. عمّان، الأردن.  
وزارة التربية والتعليم الأردنية. 2022. التعليم التقني والمهني في الأردن: واقع وتحديات. عمّان، الأردن.  
المركز الوطني للبحوث الزراعية. 2023. تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التدريب الزراعي والتقني: دراسة حالة الأردن. عمّان، الأردن.  
الجامعة الأردنية – كلية العلوم التطبيقية. 2021. برامج التدريب التقني في الأردن: تحليل مخرجات الخريجين ومواءمتها مع سوق العمل. عمّان، الأردن.  
جمعية تقنيات المعلومات الأردنية. 2022. التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي في التعليم التقني الأردني. عمّان، الأردن.

## References

Afshari H. and Baker D. 2020. Integrating AI in technical and vocational education: A global perspective. Journal of Education and Work, 33: 345–362.  
Department of Statistics, Jordan. 2024. Annual unemployment and labor market statistics. Amman, Jordan.

European Centre for the Development of Vocational Training (Cedefop). 2020. Digitalisation and the future of vocational education and training. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

International Labour Organization (ILO). 2021. Future of work in the age of artificial intelligence. Geneva: ILO.

Kim J. and Park H. 2022. Smart labs and ai-based learning in technical education: Lessons from South Korea. Computers and Education, 182: 104456.

Ministry of Labor, Jordan. 2023. Vocational training enrollment and employment report. Amman, Jordan.

OECD. 2019. Skills for Jobs Database: Matching Skills with Labour Market Needs. Paris: OECD Publishing.

Petra News Agency. 2023. Vocational guidance campaigns and technical education enrollment statistics in Jordan. Amman, Jordan.

UNESCO. 2021. TVET Strategy Report: Transforming Technical and Vocational Education. Paris: UNESCO.

UNESCO. 2023. Technical and Vocational Education and Training in Jordan: Skills and Employment Report. Paris: UNESCO.

World Bank. 2020. Technical and Vocational Education and Training: Skills for the Future. Washington, DC: World Bank.

## تطوير الاستثمار الذكي في التعليم التقني المستدام

الأستاذ الدكتور رياض الدويري

مساعد رئيس جامعة الطفيلة التقنية للبحث والتطوير والاتصال مع الصناعة



في ظل التحولات العالمية المتسارعة التي يشهدها العالم في القرن الحادي والعشرين، لم يعد التعليم بمفهومه التقليدي قادرًا على تلبية متطلبات التنمية الشاملة أو مواكبة التغيرات المتلاحقة في بنية الاقتصاد العالمي. فقد فرضت العولمة، والتقدم التكنولوجي الهائل، والثورة الصناعية الرابعة، واقعًا جديدًا يتطلب إعادة صياغة فلسفة التعليم وأهدافه، بحيث يصبح أكثر ارتباطًا بالإنتاج والمعرفة التطبيقية. كما أن تداعيات جائحة كورونا كشفت عن هشاشة العديد من الأنظمة الاقتصادية والتعليمية، وأكدت الحاجة الملحة إلى تطوير نماذج تعليمية مرنة ومستدامة، يكون التعليم التقني في مقدمتها.

لقد أصبحت المؤسسات التعليمية اليوم مطالبة بأداء دور يتجاوز مجرد منح الشهادات الأكاديمية، لتتحول إلى بيئات إنتاج معرفي وتطبيقي تسهم في إعداد كوادر بشرية قادرة على الابتكار والعمل والإنتاج. وفي هذا السياق، يبرز التعليم التقني والمهني كأحد أهم المسارات الاستراتيجية التي يمكن أن تسهم في بناء اقتصاد قوي قائم على المهارات، وتعزيز القدرة التنافسية للدول، وتحقيق التنمية المستدامة.

ويتميز التعليم التقني بتركيزه على الجانب العملي والتطبيقي، حيث يهدف إلى إعداد فنيين وتقنيين يمتلكون مهارات متخصصة تلبي احتياجات سوق العمل بشكل مباشر. وهو بذلك يسهم في تقليص الفجوة

بين مخرجات التعليم ومتطلبات السوق، ويزيد من فرص التوظيف، ويعزز الإنتاجية. كما يفتح آفاقاً واسعة أمام ريادة الأعمال، إذ يمكن للخريجين تأسيس مشاريعهم الخاصة في مجالات متعددة مثل الصيانة، والطاقة المتجددة، وتكنولوجيا المعلومات، والخدمات التقنية.

وقد أولت الدول المتقدمة أهمية كبيرة لهذا النوع من التعليم، حيث عملت على تطوير برامج وربطه بالصناعة، واعتماد نماذج تعليمية حديثة تقوم على التدريب العملي والتعلم القائم على الكفايات. ومن الأمثلة على ذلك البرامج الدولية المعتمدة التي تركز على إعداد خريجين جاهزين لسوق العمل، من خلال دمج التعليم النظري بالتطبيق العملي داخل المؤسسات الإنتاجية.

في المقابل، لا يزال التعليم التقني في العديد من الدول العربية يواجه تحديات كبيرة، على الرغم من الجهود المبذولة لتطويره. ومن أبرز هذه التحديات ضعف الإقبال عليه من قبل الطلبة، نتيجة للنظرة المجتمعية السلبية التي تربطه بالفشل الدراسي أو بالمهن ذات المكانة الاجتماعية المتدنية. وتُعد هذه النظرة من أهم العوائق التي تحول دون تطور هذا القطاع، حيث تدفع الطلبة إلى التوجه نحو التعليم الأكاديمي، حتى في ظل محدودية فرص العمل، مما يؤدي إلى تكديس الخريجين وارتفاع معدلات البطالة.

كما تعاني منظومة التعليم التقني في بعض الدول العربية من ضعف مواهبة المناهج مع احتياجات سوق العمل، وقلة التدريب العملي، وضعف الشراكة مع القطاع الخاص، بالإضافة إلى نقص الكوادر المؤهلة من المدربين، وغياب الحوافز التي تشجع الطلبة على الالتحاق بهذا المسار. وتؤدي هذه العوامل مجتمعة إلى تدني جودة مخرجات التعليم التقني، وضعف قدرته على المنافسة.

وفي الأردن، برزت خلال السنوات الأخيرة توجهات واضحة نحو تطوير التعليم التقني والمهني، من خلال تبني استراتيجيات وطنية تهدف إلى تعزيز هذا القطاع، وربطه باحتياجات السوق، وتحسين جودة مخرجاته. وقد تم العمل على إدخال برامج تعليمية حديثة، وتوسيع نطاق التعليم التقني في المدارس والكليات، وتعزيز الشراكة مع القطاع الخاص، إضافة إلى دعم المبادرات التي تسهم في تأهيل الشباب وتدريبهم على المهارات المطلوبة.

ويأتي هذا التوجه في إطار رؤية وطنية تسعى إلى بناء اقتصاد قائم على المعرفة والإنتاج، وتقليل الاعتماد على الوظائف التقليدية، وخلق فرص عمل مستدامة للشباب. كما يعكس إدراكًا متزايدًا لأهمية التعليم التقني كأداة فاعلة في مواجهة تحديات البطالة، وتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية. ولا يمكن إغفال الدور المتنامي للذكاء الاصطناعي في إعادة تشكيل سوق العمل، حيث أدى هذا التطور إلى ظهور وظائف جديدة، واختفاء أخرى، وخلق طلب متزايد على مهارات تقنية متقدمة. ومن هنا، أصبح من الضروري دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في برامج التعليم التقني، بحيث يتم إعداد خريجين قادرين على التعامل مع الأنظمة الذكية، وتحليل البيانات، وتشغيل وصيانة الروبوتات، والاستفادة من التقنيات الحديثة في مختلف المجالات.

كما أن الذكاء الاصطناعي يفتح آفاقًا جديدة للعمل الحر، حيث يمكن لخريجي التعليم التقني تقديم خدماتهم عبر الإنترنت، والعمل في مشاريع عالمية، مما يعزز فرص الدخل، ويقلل من الاعتماد على الوظائف التقليدية. وهذا يتطلب تطوير مهارات رقمية متقدمة، وتعزيز ثقافة التعلم المستمر، والقدرة على التكيف مع التغيرات السريعة في سوق العمل.

ومن جهة أخرى، فإن تطوير التعليم التقني لا يقتصر على الجوانب الفنية أو التعليمية، بل يتطلب تغييرًا جذريًا في الثقافة المجتمعية. فالنظرة السلبية إلى العمل المهني تمثل أحد أبرز التحديات التي تعيق تطور هذا القطاع، وتحد من الإقبال عليه. ولذلك، فإن من الضروري العمل على تعزيز الوعي المجتمعي بأهمية التعليم التقني، وإبراز النماذج الناجحة، وتغيير الصورة النمطية المرتبطة به.

كما ينبغي توفير حوافز حقيقية تشجع الطلبة على الالتحاق بالتعليم التقني، مثل ضمان فرص العمل، وتقديم الدعم المالي، وفتح مسارات للتطور المهني، وربط الأجور بالكفاءة والإنتاجية. إضافة إلى ذلك، يجب تعزيز دور الإعلام في نشر ثقافة العمل والإنتاج، وتسلط الضوء على أهمية المهن التقنية في بناء الاقتصاد. وفي إطار تطوير الاستثمار في التعليم التقني، تبرز الحاجة إلى تبني سياسات شاملة تقوم على التخطيط الاستراتيجي طويل الأمد، وتستند إلى تحليل دقيق لاحتياجات سوق العمل، وتواكب التطورات التكنولوجية العالمية. كما يتطلب ذلك تعزيز الشراكة بين المؤسسات التعليمية والقطاع الخاص، بحيث يتم

تصميم البرامج التعليمية بالتعاون مع أصحاب العمل، وتوفير فرص التدريب العملي داخل المؤسسات الإنتاجية.

ومن المهم أيضًا تطوير قدرات المدربين، وتحديث البنية التحتية للمؤسسات التعليمية، وتوفير المعدات والتقنيات الحديثة، بما يضمن تقديم تعليم عالي الجودة. كما ينبغي اعتماد أنظمة تقييم حديثة تركز على الكفايات والمهارات، وليس فقط على المعرفة النظرية.

إن الاستثمار في التعليم التقني يمثل استثمارًا في الإنسان، وهو أساس أي عملية تنموية ناجحة. فبناء كوادر بشرية مؤهلة وقادرة على الإنتاج والابتكار هو الضمان الحقيقي لتحقيق التقدم والاستقرار. وفي ظل التحديات التي تواجهها الدول العربية، فإن تعزيز هذا النوع من التعليم أصبح ضرورة ملحة، وليس خيارًا. وفي الختام، يمكن القول إن التعليم التقني يشكل أحد أهم مفاتيح المستقبل، وهو الطريق الأقصر نحو تحقيق التنمية المستدامة، وتقليل البطالة، وتعزيز الإنتاجية. ويتطلب ذلك تضافر الجهود بين الحكومات، والمؤسسات التعليمية، والقطاع الخاص، والمجتمع، من أجل بناء منظومة تعليمية متكاملة قادرة على إعداد جيل مؤهل لمواجهة تحديات العصر بثقة وكفاءة.

فالمستقبل لن يكون لمن يحمل شهادة فقط، بل لمن يمتلك مهارة حقيقية، وقدرة على التعلم المستمر، والتكيف مع متغيرات العصر. ومن هنا، فإن الرهان الحقيقي يكمن في الاستثمار الذكي في التعليم التقني، باعتباره حجر الأساس في بناء اقتصاد قوي ومجتمع مزدهر.

## استراتيجيات التعليم التقني لمواءمة مخرجاته مع سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي

الدكتورة رحمة الجبور

وزارة التربية والتعليم الأردنية



يشهد العالم المعاصر تحولات متسارعة تقودها تقنيات الذكاء الاصطناعي والثورة الرقمية، حيث لم يعد سوق العمل ثابتاً أو قابلاً للتنبؤ، بل أصبح ديناميكياً يتغير بوتيرة تفوق قدرة الأنظمة التعليمية التقليدية على الاستجابة، لذا يبرز التعليم التقني بوصفه أحد أهم الأدوات الاستراتيجية لإعداد الكوادر البشرية القادرة على التكيف مع هذه التحولات، إلا أن التحدي الحقيقي لا يكمن في التوسع في هذا النوع من التعليم بقدر ما يتمثل في مدى قدرته على مواءمة مخرجاته مع احتياجات سوق العمل المتجددة. ومن هنا تبرز الحاجة إلى إعادة صياغة استراتيجيات التعليم التقني بحيث تصبح أكثر مرونة، وتكاملاً، واستجابة لمتطلبات الاقتصاد الرقمي.

وعند النظر في واقع التعليم التقني، يتضح وجود فجوة ملحوظة بين ما يتم تدريسه داخل المؤسسات التعليمية وما يتطلبه سوق العمل فعلياً، إذ لا تزال العديد من البرامج التعليمية تركز على نقل المعرفة النظرية أكثر من تنمية المهارات التطبيقية، في حين يتجه سوق العمل نحو طلب مهارات مركبة تتضمن القدرة على التفكير النقدي، وحل المشكلات، والعمل ضمن فرق متعددة التخصصات، إضافة إلى الكفايات الرقمية المتقدمة. كما أن بطء تحديث المناهج يشكل تحدياً جوهرياً، حيث تتطور التقنيات بوتيرة متسارعة بينما

تخضع المناهج لدورات تطوير طويلة، مما يؤدي إلى تخريج طلبة يمتلكون معارف قد تكون فقدت جزءًا من راهنتها. ويتفاقم هذا التحدي في ظل محدودية الشراكات الفاعلة بين المؤسسات التعليمية والقطاع الخاص، الأمر الذي يضعف فرص التدريب العملي الحقيقي ويحد من قدرة الطلبة على اكتساب خبرات ميدانية ذات صلة مباشرة بسوق العمل.

هذا ولم يعد تأثير الذكاء الاصطناعي مقتصرًا على إدخال أدوات جديدة في بيئة العمل، بل تجاوز ذلك ليعيد تشكيل طبيعة الوظائف نفسها. فقد بدأت العديد من الوظائف الروتينية بالانحسار نتيجة الأتمتة، في مقابل ظهور وظائف جديدة تتطلب مهارات تحليلية وتقنية متقدمة، مثل تحليل البيانات، وتطوير الأنظمة الذكية، وإدارة العمليات المؤتمتة. هذا التحول لا يعني بالضرورة تقليص فرص العمل، بل يعكس انتقالًا نوعيًا في طبيعة المهارات المطلوبة، حيث أصبح التعلم المستمر والقدرة على التكيف من أهم مقومات النجاح المهني. وفي هذا الإطار، فإن التحدي الذي يواجه التعليم التقني لا يتمثل في مواكبة الوظائف الحالية فحسب، بل في إعداد الطلبة لوظائف مستقبلية لم تتبلور ملامحها بشكل كامل بعد.

إن مواجهة هذه التحديات تتطلب تبني مجموعة من الاستراتيجيات المتكاملة التي تعيد تشكيل فلسفة التعليم التقني وممارساته. ويأتي في مقدمة هذه الاستراتيجيات التحول نحو التعليم القائم على الكفايات، حيث يتم التركيز على ما يستطيع المتعلم إنجازه فعليًا بدلًا من الاقتصار على ما يمتلكه من معرفة نظرية، وهو ما يعزز من جاهزيته للانخراط في بيئات العمل الواقعية. كما يبرز التعليم الدمجي بوصفه نموذجًا معاصرًا يجمع بين التعلم الوجيه والتعلم الإلكتروني والتعلم الذاتي، مما يتيح فرصًا أكبر للتفاعل والتطبيق ويعزز من مرونة العملية التعليمية، خاصة عند دمج أدوات الذكاء الاصطناعي التي تتيح تخصيص التعلم وفق احتياجات كل متعلم.

هذا وتكتسب الشراكة مع القطاع الخاص أهمية استراتيجية، إذ ينبغي أن تتحول من مجرد تعاون محدود إلى شراكة حقيقية في تصميم البرامج التعليمية وتنفيذها وتقييمها، بما يضمن توافرها مع متطلبات سوق العمل. كما أن إدماج الذكاء الاصطناعي داخل العملية التعليمية لم يعد خيارًا تكميليًا، بل ضرورة

تفرضها طبيعة المرحلة، حيث يمكن توظيفه في تحليل بيانات الطلبة، وتقديم مسارات تعلم مخصصة، وتطوير محتوى تعليمي تفاعلي يعزز من جودة التعلم وفاعليته.

ولا يقل عن ذلك أهمية تبني آليات مرنة لتحديث المناهج بشكل مستمر، بحيث يتم الانتقال من نماذج التحديث الدوري إلى نماذج ديناميكية تعتمد على التغذية الراجعة من سوق العمل، وهو ما يسهم في الحفاظ على حداثة المحتوى التعليمي وارتباطه بالواقع. كما ينبغي التركيز على تنمية المهارات المستقبلية التي أصبحت تشكل حجر الأساس في التوظيف، مثل التفكير النقدي، والإبداع، والعمل الجماعي، والتعلم مدى الحياة، إلى جانب المهارات الرقمية المتقدمة.

لذا يمكن اقتراح نموذج تكاملي لتطوير التعليم التقني يقوم على الربط بين تحليل احتياجات سوق العمل وتصميم المناهج وتنفيذها وتقويمها ضمن إطار ديناميكي مستمر. حيث يبدأ هذا النموذج بجمع وتحليل بيانات سوق العمل لتحديد المهارات المطلوبة، ثم ترجمتها إلى كفايات تعليمية واضحة، يلي ذلك تصميم محتوى تعليمي رقمي وتفاعلي قائم على هذه الكفايات، مع دمج أدوات الذكاء الاصطناعي في تقديم التعلم وتقييمه. ويتضمن النموذج كذلك عنصر التدريب العملي الإلزامي بالشراكة مع المؤسسات الإنتاجية، إلى جانب اعتماد أنظمة تقييم مستمرة تقيس مدى تحقق الكفايات وربطها بمؤشرات أداء مرتبطة بسوق العمل.

في ظل التحولات المتسارعة التي يشهدها العالم، لم يعد نجاح التعليم التقني يقاس بعدد الخريجين، بل بمدى قدرتهم على التكيف مع متطلبات سوق العمل المتغيرة، والمساهمة في إنتاج المعرفة لا استهلاكها فقط. ومن هنا، فإن إعادة التفكير في استراتيجيات التعليم التقني لم تعد خيارًا، بل ضرورة حتمية لضمان تحقيق التنمية المستدامة وبناء اقتصاد قادر على المنافسة في عصر الذكاء الاصطناعي. إن المستقبل لا ينتظر، والأنظمة التعليمية التي لا تواكب هذا التحول محكومة بأن تصبح خارج دائرة التأثير، في حين أن تبني استراتيجيات مرنة ومبتكرة كفيل بتحويل التحديات إلى فرص حقيقية للنهوض بالتعليم والمجتمع على حد سواء.

تكامل التعليم التقني مع نظم المعلومات الجغرافية ودوره في مواهمة مخرجات التعليم مع

سوق العمل في عصر الذكاء الاصطناعي

الدكتور حمزة بني خالد

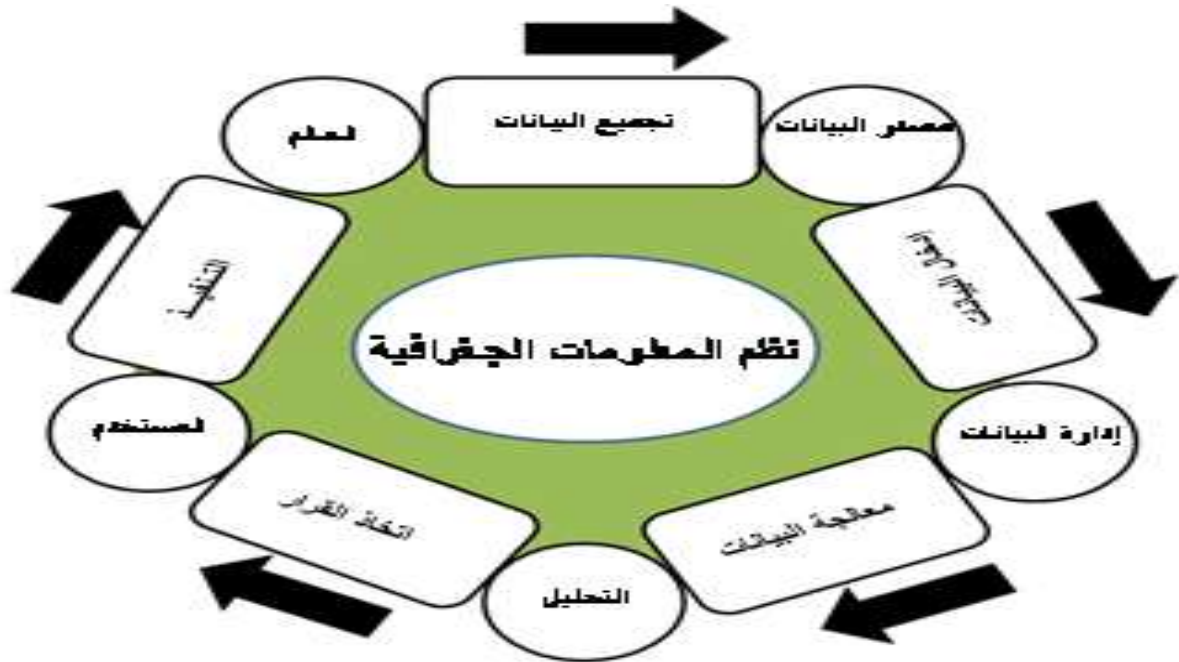
قسم الجغرافيا التطبيقية، جامعة ال البيت



شهد العالم في القرن الحادي والعشرين تحولًا متسارعًا نحو الاقتصاد الرقمي، مما يتطلب تطوير أنظمة التعليم التقني لتواكب احتياجات سوق العمل. وتُعد نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من الأدوات الحديثة التي تساهم في تعزيز المهارات التطبيقية والتحليلية لدى الطلبة. يهدف هذا البحث إلى استعراض دور تكامل GIS مع التعليم التقني في تحسين جودة المخرجات التعليمية وزيادة قابلية توظيف الخريجين، مع مناقشة التحديات والآليات المقترحة لتعزيز هذا التكامل ( Baker et al., 2015; UNESCO, ) (2023).

التعليم التقني هو نظام تعليمي يركز على التطبيق العملي وليس فقط المعرفة النظرية، ويهدف إلى إعداد الطلبة بمهارات مباشرة يحتاجها سوق العمل. يعتمد على التدريب العملي المرتبط بالتكنولوجيا الحديثة بحيث يواكب احتياجات السوق ويكون تركيزه على المهارات وليس الحفظ. ويشمل مجالات متعددة مثل تكنولوجيا المعلومات، الهندسة، الزراعة والطاقة المتجددة (Kerski, 2011).

وله أهمية من خلال تقليل البطالة، تلبية احتياجات السوق وتعزيز الإنتاجية ودعم التنمية المستدامة. أحدث الذكاء الاصطناعي تغييرات جذرية في طبيعة الوظائف، حيث تم اختفاء الوظائف التقليدية أو الوظائف الروتينية التي أصبحت مهددة بالأتمتة مثل إدخال البيانات والأعمال الإدارية البسيطة. وهذا أدى الى ظهور وظائف جديدة مثل محلل بيانات، مهندس ذكاء اصطناعي ومطور أنظمة ذكية. وفي هذا السياق، برزت أهمية نظم المعلومات الجغرافية كأداة حديثة تدعم تحليل البيانات واتخاذ القرار، خاصة في مجالات مثل الزراعة وإدارة الموارد الطبيعية. ويهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على دور التعليم التقني في مواكبة هذه التغيرات، مع التركيز على الواقع الأردني، وخاصة مناطق البادية. نظم المعلومات الجغرافية التي تُعد نظامًا تقنيًا يُستخدم لجمع وتحليل البيانات المرتبطة بالموقع الجغرافي. فهي تربط بين المكان والبيانات وتحلل الخرائط كما انها تساعد في اتخاذ القرار ومن الأمثلة عليها معرفة أفضل مكان للزراعة، تحديد مواقع المياه والتخطيط للمدن.



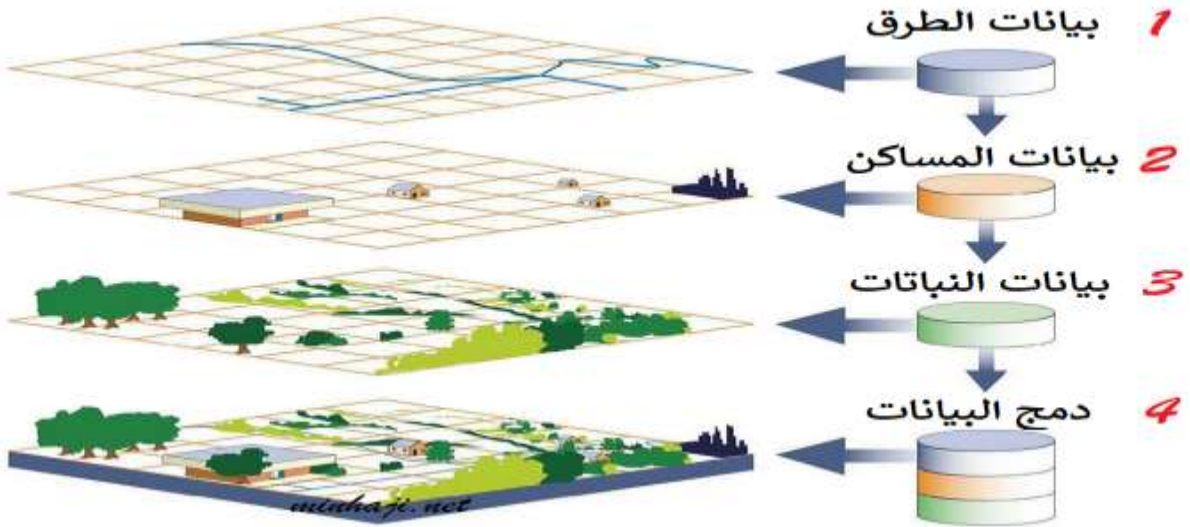
اما عملية الربط بين التعليم التقني ونظم المعلومات الجغرافية يتم من خلال إدخال هذه التقنية ضمن العملية التعليمية بشكل عملي وتطبيقي من خلال إدخال GIS في المناهج الدراسية، تدريس برامج GIS داخل المدارس والجامعات، بالإضافة الى تعليم الطلبة قراءة وتحليل الخرائط. أن التعلم القائم على المشاريع

(Project-Based Learning) بدل الحفظ، يعمل الطالب على مشروع مثل رسم خريطة زراعية، تحليل توزيع الأمطار ودراسة منطقة معينة، وهذا يربط التعليم بالواقع مباشرة.

اما التدريب العملي والتطبيقي: تدريب الطلبة في مؤسسات تستخدم ونظم المعلومات الجغرافية والعمل على بيانات حقيقية كالتدريب في الزراعة ونظم المعلومات الجغرافية البلديات والمياه.

تشير العديد من الدراسات إلى أن الذكاء الاصطناعي يلعب دورًا مهمًا في تطوير التعليم التقني وتحسين مهارات الطلبة بما يتوافق مع سوق العمل (هزايمة وعجلوني، 2025). كما أظهرت دراسات في جامعة آل البيت وجود تحديات تتطلب تطوير البنية التحتية والتقنية لدعم هذا التحول (الخطيب، 2026).

استخدام GIS لحل مشاكل حقيقية ليصبح التعليم التقني مفيد فعلاً. يتعلم الطالب ويحل مشكلة حقيقية بنفس الوقت (Baker et al., 2015). كما أشار (Demirci, 2009) إلى أن إدماج GIS في التعليم يُحدث تحولاً في دور المعلم من ناقل للمعلومة إلى موجه للعملية التعليمية. عند دمج نظم المعلومات الجغرافية مع الذكاء الاصطناعي يصبح التحليل أسرع وأدق والتنبؤ بالمستقبل (أمطار، إنتاج) ويتم اتخاذ قرارات ذكية. وهذا هو مستقبل سوق العمل. وهنا يكون الربط مهم لأنه يجهز الطلبة لسوق العمل من خلال المهارات المطلوبة عالمياً وفرص العمل حديثة. كما يحوّل التعليم من نظري إلى عملي لأن الطالب يطبق بنفسه ويفهم بشكل أعمق. ويدعم الاقتصاد من خلال تحسين الزراعة، إدارة الموارد وتقليل الخسائر (Wheeler et al., 2010).



كما له دور كبير في خلق مجالات عمل جديدة مثل:

- محلل GIS

- خبير بيانات

اما التحديات التي من الممكن مواجهتها هي:

- نقص الأجهزة والبرامج

- قلة تدريب المعلمين

- ضعف الوعي بالتعليم التقني

- الحاجة لتحديث مستمر

ولكل تحدي يوجد حلول منها:

- إدخال GIS في المدارس مبكرًا

- تدريب المعلمين

- دعم حكومي للتكنولوجيا

- شراكات مع مؤسسات سوق العمل

تشير الدراسات إلى وجود فجوة واضحة بين مخرجات التعليم التقني واحتياجات سوق العمل، حيث يعاني الخريجون من ضعف في المهارات التطبيقية والتقنية (European Training Foundation, 2020). كما أن عدم إشراك القطاع الخاص في تصميم المناهج يؤدي إلى عدم توافق المهارات المكتسبة مع متطلبات الوظائف الحديثة (UNESCO, 2023).

إن دمج التعليم التقني مع نظم المعلومات الجغرافية يمثل خطوة أساسية نحو إعداد جيل قادر على مواجهة تحديات المستقبل. ويمثل نقلة نوعية، حيث يمكن تحليل البيانات الضخمة، التنبؤ بالمشكلات البيئية، تحسين الإنتاج الزراعي ودعم التخطيط الاستراتيجي. ومع تطور الذكاء الاصطناعي، أصبح هذا التكامل ضرورة وليس خيارًا، خاصة في دول مثل الأردن التي تحتاج إلى إدارة مواردها بكفاءة عالية.

## التوصيات

- تحديث المناهج باستمرار
- تعزيز التدريب العملي
- دعم البحث العلمي
- إدخال GIS والذكاء الاصطناعي في التعليم
- تقوية الشراكة بين الجامعات وسوق العمل

## المراجع

- الخطيب، رؤى. (2026). تحديات الذكاء الاصطناعي في جامعة آل البيت.  
الشبيلات، بكر. (2024). الذكاء الاصطناعي في التعليم الإلكتروني في الأردن.  
العنزي، مريم، والعبكان، ريم. (2024). الذكاء الاصطناعي في التعليم.  
المصاروة، مهند. (2021). الذكاء الاصطناعي في المؤسسات الأردنية.  
هزايمة، زيد، وعجلوني، بسام. (2025). أثر الذكاء الاصطناعي على المهارات المهنية.

## References

- Al-Ani W.T. 2017. Blended learning approach using GIS in education. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 12:، 4-16.
- Baker T.R., Battersby S., Bednarz S.W., Bodzin A.M., Kolvoord R., Moore S., Sinton D. and Uttal D. 2015. A research agenda for geospatial technologies and learning. Journal of Geography, 114: 118-130.
- Demirci A. 2009. How do teachers approach new technologies: Geography teachers and GIS. European Journal of Educational Studies, 1: 43-53.
- European Training Foundation. 2020. Skills for a digital world: Jordan country report.

- Kerski J.J. 2011. Sleepwalking into the future: The case for spatial analysis throughout education. *Journal of Geography*, 110: 261–267.
- Milson A.J., Demirci A. and Kerski J.J. 2012. International perspectives on teaching and learning with GIS in secondary schools. Springer.
- UNESCO. 2023. Review of technical and vocational education and training (TVET) system in Jordan.
- Wheeler S., Gordon–Brown L., Peterson T. and Ward M. 2010. Geospatial technology competencies and the workforce. *URISA Journal*, 22: 5–10.

استراتيجيات التعليم التقني في مجال التقنيات الحيوية النباتية لمواءمة مخرجات سوق

العمل في ظل الذكاء الاصطناعي

الدكتورة تمارا القضاة

مركز حمدي منكو للبحوث العلمية، الجامعة الاردنية



الملخص

يشهد العالم في العقود الأخيرة تحولات متسارعة في مختلف المجالات نتيجة الثورة الرقمية والتطور الكبير في تقنيات الذكاء الاصطناعي، الأمر الذي انعكس بشكل مباشر على أنماط التعليم ومتطلبات سوق العمل. وقد أدى هذا التحول إلى إعادة تشكيل المهارات المطلوبة، بحيث لم يعد التركيز مقتصرًا على المعرفة النظرية، بل أصبح يتطلب امتلاك مهارات تقنية وتطبيقية متقدمة، وقدرة على التكيف مع بيئات عمل ديناميكية ومتغيرة. في هذا السياق، يبرز التعليم التقني كأحد أهم الركائز الأساسية لإعداد الكوادر البشرية المؤهلة، لا سيما في المجالات الحيوية مثل التقنيات الحيوية النباتية، التي تلعب دورًا محوريًا في تحقيق الأمن الغذائي وتعزيز الاستدامة البيئية. ومع تزايد الاعتماد على الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الحيوية والتنبؤ بالإنتاج الزراعي وتحسين العمليات البيوتكنولوجية، أصبحت الحاجة ملحة إلى تطوير استراتيجيات تعليمية حديثة قادرة على دمج هذه التقنيات ضمن مخرجات التعليم.

يهدف هذا المقال إلى تحليل استراتيجيات التعليم التقني في مجال التقنيات الحيوية النباتية، واستكشاف دورها في مواءمة مخرجات التعليم مع متطلبات سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي. كما يناقش أبرز الاتجاهات الحديثة في تطوير المناهج التعليمية، مثل التعلم القائم على المشاريع، والتعلم القائم على المهارات، والتعلم المدمج، بالإضافة إلى أهمية تعزيز الشراكات بين المؤسسات التعليمية والقطاع الصناعي. علاوة على ذلك، يستعرض المقال التحديات التي تواجه تطوير التعليم التقني، مثل ضعف البنية التحتية، ونقص الكوادر المؤهلة متعددة التخصصات، والفجوة بين مخرجات التعليم واحتياجات السوق. كما يسلط الضوء على المهارات المستقبلية المطلوبة، بما في ذلك مهارات التحليل الرقمي، والبرمجة، والتفكير النقدي، والعمل متعدد التخصصات. ويخلص المقال إلى أن تبني استراتيجيات تعليم تقني مرنة ومتكاملة، قائمة على دمج الذكاء الاصطناعي في العملية التعليمية، يُعد ضرورة حتمية لضمان مواءمة مخرجات التعليم مع متطلبات سوق العمل، وتحقيق التنمية المستدامة. كما يؤكد على أهمية الاستثمار في تطوير المناهج وبناء القدرات البشرية، بما يسهم في إعداد جيل قادر على الابتكار والمنافسة في الاقتصاد المعرفي العالمي.

## المقدمة

في العقد الأخير شهد العالم تحولات متسارعة وعميقة في مختلف القطاعات نتيجة الثورة الرقمية والتقدم الكبير في تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث لم يعد تأثير هذه التقنيات مقتصرًا على المجالات التكنولوجية فحسب، بل امتد ليشمل القطاعات الإنتاجية والخدمية والتعليمية على حد سواء. وقد أدى هذا التطور إلى إحداث تغييرات جوهرية في طبيعة الوظائف والمهارات المطلوبة في سوق العمل، الأمر الذي فرض تحديات جديدة على أنظمة التعليم، وخاصة التعليم التقني، الذي يُعد الحلقة الأهم في إعداد القوى العاملة المؤهلة. وفي ظل هذه التحولات، لم يعد كافيًا أن يمتلك الخريجون المعرفة النظرية التقليدية، بل أصبح من الضروري تزويدهم بمهارات تطبيقية وتقنية متقدمة، تشمل القدرة على استخدام الأدوات الرقمية، وتحليل البيانات، والتعامل مع الأنظمة الذكية، إضافة إلى تنمية مهارات التفكير النقدي، وحل المشكلات، والعمل ضمن فرق متعددة التخصصات. كما أصبحت القدرة على التعلم المستمر والتكيف مع التغيرات السريعة من المتطلبات الأساسية لضمان الاستمرارية والنجاح في سوق العمل الحديث.

وفي هذا الإطار، يبرز التعليم التقني كأحد الركائز الأساسية لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية، نظرًا لدوره في ربط مخرجات التعليم باحتياجات سوق العمل، وتعزيز الجاهزية المهنية للخريجين. إلا أن هذا الدور يواجه تحديات متزايدة في ظل التسارع التكنولوجي، مما يستدعي إعادة تصميم البرامج التعليمية وتحديثها بما يتوافق مع متطلبات العصر الرقمي. من جهة أخرى، يُعد مجال التقنيات الحيوية النباتية من المجالات العلمية الحيوية التي تسهم بشكل مباشر في مواجهة التحديات العالمية المرتبطة بالأمن الغذائي، وتغير المناخ، واستدامة الموارد الطبيعية. فقد أظهرت هذه التقنيات قدرة كبيرة على تحسين الإنتاج الزراعي، وتطوير أصناف نباتية مقاومة للظروف البيئية القاسية، وتقليل الاعتماد على الموارد التقليدية. ومع دخول الذكاء الاصطناعي في هذا المجال، من خلال استخدام تقنيات التعلم الآلي وتحليل البيانات الحيوية، أصبح بالإمكان تحقيق قفزات نوعية في كفاءة الإنتاج الزراعي ودقته.

ويُعد التكامل بين الذكاء الاصطناعي والتقنيات الحيوية النباتية أحد أبرز ملامح التحول نحو الزراعة الذكية، التي تعتمد على توظيف البيانات والتقنيات الحديثة في تحسين اتخاذ القرار الزراعي. إلا أن هذا التكامل يتطلب كوادر بشرية مؤهلة تمتلك مزيجًا من المهارات البيولوجية والتقنية، وهو ما يضع مسؤولية كبيرة على عاتق مؤسسات التعليم التقني لإعداد هذه الكوادر وفق استراتيجيات تعليمية حديثة. وانطلاقًا من ذلك، تبرز الحاجة الملحة إلى تطوير استراتيجيات التعليم التقني في مجال التقنيات الحيوية النباتية، بحيث تكون قادرة على مواكبة مخرجات التعليم مع متطلبات سوق العمل في ظل الذكاء الاصطناعي. ويتطلب ذلك تبني نماذج تعليمية مبتكرة، تركز على التعلم التطبيقي، وتعزز الشراكات مع القطاع الصناعي، وتدمج التقنيات الحديثة في العملية التعليمية.

وعليه، يسعى هذا المقال إلى استكشاف وتحليل استراتيجيات التعليم التقني في هذا المجال، وبيان دورها في تحقيق التوافق بين مخرجات التعليم واحتياجات سوق العمل، مع تسليط الضوء على التحديات والفرص المرتبطة بهذا التحول، وتقديم مجموعة من التوصيات التي من شأنها دعم تطوير التعليم التقني وتعزيز دوره في تحقيق التنمية المستدامة.

## أولاً: الإطار المفاهيمي للتعليم التقني

يشير التعليم التقني إلى منظومة تعليمية تهدف إلى إعداد كوادر مهنية تمتلك مهارات تطبيقية مرتبطة مباشرة بسوق العمل، مع التركيز على الجوانب العملية والتقنيات الحديثة. ويكتسب هذا النوع من التعليم أهمية خاصة في ظل التحول الرقمي والاعتماد المتزايد على الذكاء الاصطناعي، حيث أصبح دوره يتمثل في سد الفجوة بين المعرفة الأكاديمية والتطبيق العملي في بيئات العمل الحديثة.

### خصائص التعليم التقني

يتميز التعليم التقني بمجموعة من الخصائص التي تجعله أكثر قدرة على الاستجابة لمتطلبات العصر، ومن أبرزها:

**التركيز على الجانب العملي والتطبيقي:** حيث يتم تدريب المتعلمين على مهارات واقعية من خلال المختبرات، والتدريب الميداني، والمشاريع التطبيقية، بما يعزز جاهزيتهم المهنية. ويوضح الشكل (1) جوانب من التعليم التقني والتدريب العملي في المختبرات الحديثة.

**الارتباط المباشر باحتياجات سوق العمل:** تعتمد البرامج التقنية على تحليل مستمر لمتطلبات السوق، لضمان توافق مخرجات التعليم مع الوظائف المتاحة والمهارات المطلوبة.

**المرونة وقابلية التحديث:** يتميز التعليم التقني بقدرته على تحديث مناهجه بشكل دوري، بما يتلاءم مع التطورات التكنولوجية السريعة، خاصة في مجالات مثل الذكاء الاصطناعي والتقنيات الحيوية.

**دمج التكنولوجيا الحديثة في العملية التعليمية:** من خلال استخدام أدوات رقمية متقدمة، مثل منصات التعلم الإلكتروني، والمحاكاة الافتراضية، وتحليل البيانات.

**التعلم القائم على الكفايات:** يركز على تحقيق مخرجات تعليمية محددة قابلة للقياس، ترتبط بمهارات فعلية يحتاجها سوق العمل.

**التكامل بين التخصصات:** حيث يجمع بين المعرفة التقنية والعلمية، مثل الدمج بين علوم الأحياء وتقنيات الحاسوب في مجال التقنيات الحيوية النباتية.



الشكل (1): التعليم التقني والتدريب العملي في المختبرات الحديثة.

### أهداف التعليم التقني

يسعى التعليم التقني إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الاستراتيجية، من أبرزها:

- إعداد كوادر مؤهلة تقنيًا ومهنيًا
  - تعزيز فرص التوظيف للخريجين
  - دعم الابتكار وريادة الأعمال
  - تلبية احتياجات القطاعات الإنتاجية
  - المساهمة في تحقيق التنمية المستدامة
- دور التعليم التقني في الاقتصاد المعرفي**

في ظل التحول نحو الاقتصاد القائم على المعرفة، أصبح التعليم التقني عنصرًا أساسيًا في بناء مجتمعات قادرة على الابتكار والمنافسة عالميًا. فهو يساهم في تطوير رأس المال البشري، ويعزز القدرة على إنتاج المعرفة وتطبيقها، كما يدعم التحول الرقمي في مختلف القطاعات، بما في ذلك القطاع الزراعي الحيوي. وبناءً على ذلك، يمكن القول إن التعليم التقني لا يمثل مجرد مسار تعليمي بديل، بل هو خيار

استراتيجي يواكب متطلبات العصر، ويشكل حجر الأساس في بناء اقتصاد قائم على المعرفة والابتكار، خاصة في ظل التقدم المتسارع في تقنيات الذكاء الاصطناعي.

### ثانياً: التقنيات الحيوية النباتية وأهميتها في سوق العمل

تمثل التقنيات الحيوية النباتية أحد أبرز فروع العلوم التطبيقية الحديثة التي تعتمد على توظيف المعارف البيولوجية والتقنيات المتقدمة في تحسين الصفات الوراثية والفسيلوجية للنباتات، بما يسهم في زيادة الإنتاجية الزراعية وتحسين جودة المحاصيل ومقاومتها للظروف البيئية القاسية. ويكتسب هذا المجال أهمية متزايدة في ظل التحديات العالمية المرتبطة بالنمو السكاني، وتغير المناخ، وتراجع الموارد الطبيعية، الأمر الذي يجعل من تطوير نظم زراعية مستدامة ضرورة ملحة.

وتستند التقنيات الحيوية النباتية إلى مجموعة من الأدوات والتطبيقات العلمية المتقدمة التي أحدثت تحولاً نوعياً في القطاع الزراعي، حيث لم تعد عمليات التحسين النباتي تعتمد فقط على الطرق التقليدية، بل أصبحت قائمة على تقنيات دقيقة تتيح التحكم في الصفات الوراثية وتسريع عمليات الإنتاج ويوضح الشكل (2) تطبيقات التقنيات الحيوية النباتية في المختبرات العلمية المختلفة.



شكل (2): تطبيقات التقنيات الحيوية النباتية في المختبرات.

## أهم تطبيقات التقنيات الحيوية النباتية

تشمل التقنيات الحيوية النباتية مجموعة واسعة من التطبيقات، من أبرزها:

زراعة الأنسجة النباتية: تستخدم لإنتاج نباتات متطابقة وراثيًا وخالية من الأمراض في بيئات مخبرية محكمة، مما يسهم في الإكثار السريع للنباتات ذات القيمة الاقتصادية العالية.

الهندسة الوراثية: تتيح إدخال جينات محددة إلى النباتات لإكسابها صفات مرغوبة، مثل مقاومة الآفات أو تحمل الجفاف والملوحة.

تحرير الجينوم: وهي من أحدث التقنيات التي تسمح بتعديل دقيق في المادة الوراثية للنباتات، مما يسرع تطوير أصناف محسنة بكفاءة عالية.

تطوير أصناف مقاومة للأمراض والظروف البيئية: يسهم ذلك في تقليل استخدام المبيدات وزيادة استقرار الإنتاج الزراعي.

تحسين جودة المحاصيل: من خلال تعزيز القيمة الغذائية وزيادة فترة التخزين وتحسين الصفات التسويقية. التحليل الجزيئي والتشخيص الحيوي: لاكتشاف الأمراض النباتية مبكرًا وتحليل التنوع الوراثي.

## أهمية التقنيات الحيوية النباتية في سوق العمل

يلعب هذا المجال دورًا محوريًا في دعم الاقتصاد الزراعي وخلق فرص عمل جديدة، حيث تتجلى أهميته في عدة جوانب، منها:

دعم القطاع الزراعي وتحسين الإنتاجية: من خلال إدخال تقنيات حديثة تزيد من كفاءة الإنتاج وتقلل من الخسائر.

تعزيز الأمن الغذائي: عبر تطوير محاصيل قادرة على تلبية الطلب المتزايد على الغذاء في ظل محدودية الموارد.

توفير فرص عمل نوعية: في مجالات البحث العلمي، والمختبرات الحيوية، والشركات الزراعية، ومراكز الابتكار.

نمو قطاع الشركات الزراعية الحيوية: حيث يشهد هذا القطاع توسعًا ملحوظًا، مما يزيد من الحاجة إلى كوادر مؤهلة.

دعم الابتكار وريادة الأعمال: من خلال إنشاء مشاريع قائمة على التقنيات الحيوية، مثل إنتاج الشتلات المحسنة أو تطوير حلول زراعية ذكية.

التكامل مع التقنيات الرقمية: خاصة مع دخول الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الحيوية، مما يفتح مجالات جديدة للعمل مثل المعلوماتية الحيوية.

### متطلبات سوق العمل في هذا المجال

مع التطور المتسارع في التقنيات الحيوية النباتية، لم يعد سوق العمل يكفي بالمعرفة التخصصية التقليدية، بل أصبح يتطلب كوادر تمتلك مهارات متعددة، تشمل:

- المعرفة العميقة بالعلوم الحيوية
- القدرة على استخدام التقنيات المخبرية الحديثة
- مهارات تحليل البيانات الحيوية
- الإلمام بأساسيات البرمجة والتقنيات الرقمية
- القدرة على العمل في فرق متعددة التخصصات

وفي ضوء ذلك، يتزايد الطلب على متخصصين يجمعون بين الخبرة في التقنيات الحيوية النباتية والقدرة على التعامل مع أدوات الذكاء الاصطناعي، الأمر الذي يبرز أهمية تطوير برامج التعليم التقني لتلبية هذه الاحتياجات.

### ثالثاً: الذكاء الاصطناعي وتحولاته في سوق العمل

يُعد الذكاء الاصطناعي من أبرز المحركات الرئيسية للتحويل في سوق العمل العالمي خلال العقود الأخيرة، حيث أسهم بشكل كبير في إعادة تشكيل طبيعة الوظائف، وأنماط الإنتاج، ومتطلبات المهارات المهنية. وقد أدى التقدم السريع في تقنيات التعلم الآلي وتحليل البيانات الضخمة إلى إدخال أنظمة ذكية

قدرة على أداء مهام كانت في السابق تعتمد بشكل كامل على العنصر البشري، مما انعكس على بنية سوق العمل في مختلف القطاعات.

يسهم الذكاء الاصطناعي في أتمتة العديد من العمليات الروتينية والمعقدة، الأمر الذي أدى إلى رفع كفاءة الإنتاج وتقليل الوقت والتكلفة، وتحسين جودة المخرجات في القطاعات الصناعية والخدمية والزراعية على حد سواء. وفي المقابل، أدى هذا التحول إلى إعادة تعريف طبيعة الوظائف التقليدية، حيث أصبحت بعض المهام الإدارية والتحليلية قابلة للاستبدال بأنظمة ذكية تعتمد على الخوارزميات والبيانات كما في الشكل (3).



الشكل 3: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تطوير الزراعة الذكية وتحسين الإنتاج الزراعي.

### تأثيره على سوق العمل

أولاً، أدى الذكاء الاصطناعي إلى ظهور وظائف جديدة لم تكن موجودة سابقاً، مثل محلل البيانات، ومهندس الذكاء الاصطناعي، ومطور أنظمة التعلم الآلي، وخبير أمن البيانات. وتتميز هذه الوظائف بطابعها التقني العالي واعتمادها على المهارات الرقمية المتقدمة.

ثانياً، ساهم في اختفاء أو تقليص الحاجة إلى بعض الوظائف التقليدية التي تعتمد على الإجراءات الروتينية المتكررة، مثل بعض الوظائف الإدارية البسيطة أو الأعمال التي يمكن أتمتها بالكامل باستخدام الأنظمة الذكية.

ثالثاً، أدى هذا التحول إلى زيادة الطلب على المهارات الرقمية والتحليلية، مثل البرمجة، وتحليل البيانات، وإدارة الأنظمة الذكية، بالإضافة إلى مهارات التفكير النقدي وحل المشكلات، باعتبارها مهارات أساسية للتكيف مع بيئة العمل الحديثة.

رابعاً، عزز الذكاء الاصطناعي مفهوم العمل متعدد التخصصات، حيث أصبح من الضروري دمج المعرفة التقنية مع مجالات أخرى مثل الإدارة، والعلوم الحيوية، والهندسة، والزراعة، مما يتطلب كوادراً قادرة على العمل ضمن فرق متنوعة التخصصات.

### الذكاء الاصطناعي في المجال الزراعي

وفي القطاع الزراعي، أحدث الذكاء الاصطناعي تحولاً نوعياً من خلال تطوير مفهوم الزراعة الذكية، والذي يعتمد على توظيف تقنيات تحليل البيانات، والاستشعار عن بعد، وإنترنت الأشياء، لاتخاذ قرارات زراعية دقيقة وفعالة. حيث يتم استخدام الخوارزميات الذكية في التنبؤ بالإنتاج الزراعي، ومراقبة صحة النباتات، وتحسين استخدام المياه والأسمدة، مما يساهم في رفع الإنتاجية وتحقيق الاستدامة البيئية.

كما أصبح الذكاء الاصطناعي أداة رئيسية في مجال التقنيات الحيوية النباتية، حيث يُستخدم في تحليل البيانات الجينية، وتسريع عمليات تحسين الأصناف النباتية، وتطوير محاصيل أكثر مقاومة للأمراض والظروف البيئية القاسية، مما يعزز من كفاءة البحث العلمي ويقرب النتائج من التطبيق العملي في السوق.

### رابعاً: الحاجة إلى مواهبة مخرجات التعليم مع سوق العمل

تُعد الفجوة بين مخرجات النظام التعليمي واحتياجات سوق العمل من أبرز التحديات التي تواجه مؤسسات التعليم على المستويين المحلي والعالمي، حيث لم تعد البرامج التعليمية التقليدية قادرة وحدها على تلبية المتطلبات المتسارعة والمتغيرة لقطاعات الإنتاجية والخدمية، لا سيما في ظل التطور التكنولوجي المتسارع واعتماد المؤسسات على التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي.

تتجلى هذه الفجوة بشكل واضح في العديد من التخصصات التقنية والعلمية، ومنها التقنيات الحيوية النباتية، حيث يتخرج الطلبة بمهارات نظرية جيدة، مقابل ضعف نسبي في المهارات التطبيقية والرقمية المطلوبة فعلياً في بيئة العمل الحديثة. وهذا يستدعي إعادة النظر في آليات إعداد البرامج التعليمية بما يضمن تحقيق التوازن بين الجانب النظري والتطبيقي.

### أسباب هذه الفجوة

تعود الفجوة بين التعليم وسوق العمل إلى مجموعة من العوامل الرئيسية، من أبرزها:

- ضعف التحديث في المناهج الدراسية:** حيث لا يتم تحديث المحتوى التعليمي بشكل دوري لمواكبة التطورات العلمية والتكنولوجية الحديثة، مما يؤدي إلى فجوة زمنية بين ما يُدرّس وما يُطبق فعلياً في سوق العمل.
- قلة التدريب العملي والتطبيقي:** إذ تركز بعض البرامج الأكاديمية على الجوانب النظرية بشكل أكبر من التدريب العملي، مما يحد من قدرة الطلبة على اكتساب الخبرة العملية اللازمة.
- غياب الشراكات الفاعلة مع القطاع الصناعي:** حيث لا توجد في بعض الحالات علاقات تكاملية قوية بين المؤسسات التعليمية وسوق العمل، مما يقلل من فرص التدريب الميداني والتطبيق الواقعي للمعرفة.
- عدم مواكبة التطورات التكنولوجية:** إذ تتأخر بعض المؤسسات التعليمية في إدخال التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات ضمن المناهج الدراسية، مما يضعف جاهزية الخريجين لسوق العمل الرقمي.

### أهمية المواءمة بين التعليم وسوق العمل

إن تحقيق المواءمة بين مخرجات التعليم واحتياجات سوق العمل يُعد ضرورة استراتيجية وليست خياراً، لما له من آثار مباشرة على التنمية الشاملة، ويمكن تلخيص أهميته في ما يلي:

- تحسين فرص التوظيف:** من خلال تزويد الخريجين بالمهارات العملية والتقنية التي تتطلبها المؤسسات، مما يزيد من قابليتهم للتوظيف.
- رفع كفاءة الخريجين:** عبر تطوير مهاراتهم التطبيقية والتحليلية والرقمية، بما يجعلهم أكثر قدرة على التكيف مع بيئات العمل المتغيرة.

دعم التنمية الاقتصادية: حيث يسهم وجود كوادر مؤهلة في تعزيز الإنتاجية والابتكار داخل القطاعات المختلفة، مما ينعكس إيجاباً على الاقتصاد الوطني.

تعزيز الابتكار وريادة الأعمال: من خلال تمكين الطلبة من امتلاك مهارات حل المشكلات والتفكير الإبداعي، وربط المعرفة الأكاديمية بالتطبيق العملي في الواقع.

### خامساً: استراتيجيات التعليم التقني في ظل الذكاء الاصطناعي

في ظل التطورات المتسارعة في تقنيات الذكاء الاصطناعي، أصبحت الحاجة موجهة نحو تبني استراتيجيات تعليمية تطبيقية تركز على بناء المهارات العملية وربط التعليم باحتياجات سوق العمل، خصوصاً في المجالات العلمية الدقيقة مثل التقنيات الحيوية النباتية.

#### التعلم القائم على المشاريع

يُعد التعلم القائم على المشاريع من أهم الاستراتيجيات التعليمية الحديثة، حيث يركز على إشراك الطلبة في مشاريع واقعية تحاكي التحديات الفعلية في سوق العمل. وفي مجال التقنيات الحيوية النباتية، يمكن أن تتضمن هذه المشاريع تطوير حلول مبتكرة لتحسين الإنتاج الزراعي باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل تحليل بيانات نمو النباتات، أو تصميم أنظمة ذكية لمراقبة صحة المحاصيل. ويسهم هذا النوع من التعلم في تعزيز مهارات التفكير النقدي، وحل المشكلات، والعمل الجماعي.

#### التعلم القائم على المهارات

يركز هذا النهج على تطوير المهارات العملية والتقنية بدلاً من الاكتفاء بالمعرفة النظرية، حيث يهدف إلى إعداد طلبة يمتلكون كفاءات قابلة للتطبيق المباشر في بيئة العمل. ويشمل ذلك تنمية مهارات تحليل البيانات الحيوية، واستخدام البرمجيات المتخصصة في التقنيات الحيوية، والتعامل مع الأدوات الرقمية الحديثة، بالإضافة إلى اكتساب مهارات البرمجة الأساسية المرتبطة بالذكاء الاصطناعي والتطبيقات العلمية.

#### التعلم المدمج

يجمع التعلم المدمج بين التعليم التقليدي داخل القاعات الدراسية والتعليم الإلكتروني، مما يوفر بيئة تعليمية مرنة ومتنوعة. ويسمح هذا النموذج للطلبة بالوصول إلى المحتوى التعليمي في أي وقت ومكان، مع

الاستفادة من الأدوات الرقمية التفاعلية والمحاكاة الافتراضية. كما يعزز من قدرة الطلبة على التعلم الذاتي والتكيف مع التقنيات الحديثة.

### الشراكات مع القطاع الصناعي

تُعد الشراكات بين المؤسسات التعليمية والقطاع الصناعي من الركائز الأساسية لنجاح التعليم التقني، حيث توفر هذه الشراكات فرصاً حقيقية للتدريب العملي والتطبيق الميداني. كما تسهم في ربط المناهج الأكاديمية باحتياجات سوق العمل الفعلية، من خلال إشراك الطلبة في بيئات عمل حقيقية داخل الشركات والمراكز البحثية، مما يعزز جاهزيتهم المهنية بعد التخرج.

### إدماج الذكاء الاصطناعي في المناهج الدراسية

أصبح إدماج الذكاء الاصطناعي في المناهج التعليمية ضرورة ملحة لمواكبة التطورات العالمية، حيث يشمل ذلك تدريس الأساسيات النظرية للذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى تطبيقاته العملية في المجال الحيوي النباتي. ويشمل ذلك استخدام الخوارزميات في تحليل البيانات الجينية، والتنبؤ بالإنتاج الزراعي، وتحسين جودة المحاصيل. ويسهم هذا الدمج في إعداد جيل قادر على استخدام التقنيات الحديثة بفعالية في البحث العلمي وسوق العمل.

### سادساً: تطبيق الاستراتيجيات في مجال التقنيات الحيوية النباتية

إن تطبيق استراتيجيات التعليم التقني الحديثة في مجال التقنيات الحيوية النباتية يُعد خطوة أساسية نحو تحقيق التكامل بين التعليم الأكاديمي ومتطلبات سوق العمل، خاصة في ظل التطور المتسارع في تقنيات الذكاء الاصطناعي والبيانات الحيوية. ويهدف هذا التطبيق إلى تحويل المعرفة النظرية إلى مهارات عملية قابلة للتوظيف في البحث العلمي والقطاع الزراعي والصناعي.

يمكن تحقيق ذلك من خلال مجموعة من الآليات التطبيقية المتقدمة، من أبرزها إنشاء مختبرات ذكية مجهزة بأحدث التقنيات الرقمية والحيوية، والتي تتيح للطلبة إجراء تجارب محاكاة وتحليل بيانات حيوية في بيئة تعليمية تفاعلية تحاكي الواقع العملي. كما تسهم هذه المختبرات في تعزيز التعلم القائم على التجربة والاكتشاف.

إضافة إلى ذلك، يُعد استخدام برامج تحليل البيانات الجينية من الأدوات الأساسية في هذا المجال، حيث تمكّن الطلبة والباحثين من تحليل التسلسلات الجينية، ودراسة الصفات الوراثية للنباتات، واستخلاص نتائج دقيقة تدعم عمليات تحسين المحاصيل الزراعية وتطوير أصناف جديدة أكثر مقاومة للأمراض والظروف البيئية.

كما يُعتبر تدريب الطلبة على التقنيات الحديثة مثل تقنية كريسبر من أهم المحاور التطبيقية، حيث تتيح هذه التقنية إجراء تعديلات دقيقة على الجينوم النباتي، مما يفتح آفاقاً واسعة في مجالات الهندسة الوراثية وتحسين الإنتاج الزراعي بشكل مستدام وآمن. ويسهم هذا التدريب في إعداد كوادر قادرة على التعامل مع أحدث الابتكارات في مجال التقنيات الحيوية. يمكن توظيف هذه الاستراتيجيات بشكل مباشر في مجال التقنيات الحيوية النباتية من خلال بيئات تعليمية تطبيقية متقدمة، مما يتيح تحويل المفاهيم النظرية إلى ممارسات عملية دون الحاجة إلى إعادة شرح دور التقنيات نفسها في كل قسم. وفي السياق ذاته، يمثل دمج المشاريع البحثية التطبيقية جزءاً محورياً من عملية التعليم، حيث يتم إشراك الطلبة في مشاريع حقيقية مرتبطة بمشكلات زراعية وبيئية واقعية، مثل تحسين مقاومة النباتات للجفاف أو زيادة إنتاجيتها باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي والتقنيات الحيوية. ويساعد ذلك في تعزيز مهارات البحث العلمي والعمل الجماعي وربط المعرفة النظرية بالتطبيق العملي.

كما يمكن تعزيز هذه الجهود من خلال تطوير برامج تعليمية مشتركة بين تخصصات متعددة، مثل التقنيات الحيوية، وعلوم الحاسوب، والهندسة الزراعية، والذكاء الاصطناعي، بما يتيح إعداد خريجين يمتلكون رؤية تكاملية وقدرة على العمل في بيئات متعددة التخصصات، وهو ما يتماشى مع متطلبات سوق العمل الحديث القائم على الابتكار والتقنيات المتقدمة.

### سابعاً: التحديات التي تواجه تطوير التعليم التقني

على الرغم من الأهمية المتزايدة للتعليم التقني في مواكبة التحولات التكنولوجية ومتطلبات سوق العمل، إلا أن عملية تطويره تواجه مجموعة من التحديات البنوية والتنظيمية التي تحد من فاعليته وقدرته على تحقيق الأهداف المرجوة، خاصة في المجالات المتقدمة مثل التقنيات الحيوية النباتية والذكاء الاصطناعي.

من أبرز هذه التحديات نقص التمويل، حيث تتطلب عملية تحديث البرامج التعليمية وإنشاء المختبرات الذكية وتوفير التقنيات الحديثة استثمارات مالية كبيرة، وهو ما يشكل عائقاً أمام العديد من المؤسسات التعليمية في تطوير بنيتها التحتية ومخرجاتها الأكاديمية. كما يُعد ضعف البنية التحتية من التحديات الأساسية، إذ لا تزال بعض المؤسسات تفتقر إلى المختبرات المتقدمة، والأجهزة الرقمية الحديثة، وشبكات الاتصال القادرة على دعم التعليم الإلكتروني والتعلم المدمج، مما يحد من إمكانية تطبيق الاستراتيجيات التعليمية الحديثة بشكل فعال.

إلى جانب ذلك، تعاني العديد من الأنظمة التعليمية من قلة الكوادر المؤهلة القادرة على دمج التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي والتحليل الحيوي ضمن العملية التعليمية، حيث يتطلب هذا المجال كفاءات متعددة التخصصات تجمع بين المعرفة العلمية والتقنية والقدرة على استخدام الأدوات الرقمية المتقدمة. كما تمثل مقاومة التغيير تحدياً مهماً، سواء على مستوى بعض المؤسسات التعليمية أو الكوادر الأكاديمية، حيث قد يواجه إدخال أساليب تعليمية جديدة مثل التعلم القائم على المشاريع أو إدماج الذكاء الاصطناعي في المناهج بعض التردد أو الرفض نتيجة الاعتياد على الأساليب التقليدية في التعليم.

وأخيراً، تُعد فجوة المهارات الرقمية من أبرز التحديات في هذا السياق، حيث يعاني عدد من الطلبة والخريجين من نقص في المهارات التقنية الأساسية مثل البرمجة، وتحليل البيانات، واستخدام الأدوات الرقمية الحديثة، مما يقلل من جاهزيتهم للاندماج في سوق العمل القائم على التكنولوجيا المتقدمة. وبناءً على ذلك، فإن معالجة هذه التحديات يتطلب رؤية استراتيجية شاملة تشمل تطوير السياسات التعليمية، وزيادة الاستثمار في التعليم التقني، وبناء القدرات البشرية، وتعزيز الشراكات مع القطاعات الصناعية والتكنولوجية لضمان موازنة فعالة بين التعليم وسوق العمل.

### ثامناً: المهارات المطلوبة لسوق العمل المستقبلي

في ظل التحولات المتسارعة التي يشهدها سوق العمل العالمي نتيجة التطور في تقنيات الذكاء الاصطناعي والتقنيات الحيوية، أصبحت الحاجة ملحة لإعادة تعريف المهارات التي ينبغي أن يمتلكها الخريجون، بحيث لا تقتصر على المعرفة النظرية، بل تشمل مجموعة من المهارات التقنية والمعرفية

والسلوكية التي تضمن القدرة على التكيف مع بيئة عمل ديناميكية ومتغيرة باستمرار. من أبرز هذه المهارات مهارات التحليل والبحث العلمي، والتي تُعد أساساً في المجالات العلمية الحديثة، حيث تمكّن الأفراد من تفسير البيانات المعقدة، واستخلاص النتائج، وبناء حلول علمية دقيقة، خاصة في مجالات مثل التقنيات الحيوية النباتية وتحليل البيانات الجينية. كما تُعد مهارات البرمجة من المهارات الأساسية في العصر الرقمي، إذ أصبح فهم لغات البرمجة واستخدامها في تحليل البيانات وتطوير النماذج الحاسوبية جزءاً لا يتجزأ من العمل في مجالات الذكاء الاصطناعي والتقنيات الحيوية، حيث تسهم في أتمتة العمليات وتحسين دقة النتائج.

إلى جانب ذلك، يُعتبر التفكير النقدي من المهارات الجوهرية التي تمكّن الأفراد من تقييم المعلومات بشكل موضوعي، وتحليل المشكلات من زوايا متعددة، واتخاذ قرارات مبنية على الأدلة العلمية، مما يعزز من جودة العمل والإنتاجية في بيئات العمل الحديثة. كما يلعب العمل الجماعي دوراً محورياً في سوق العمل المستقبلي، حيث تتطلب معظم المشاريع الحديثة تعاون فرق متعددة التخصصات، تجمع بين خبراء في العلوم الحيوية، والذكاء الاصطناعي، والهندسة، والإدارة، مما يستدعي امتلاك مهارات تواصل فعّالة وقدرة على العمل ضمن فرق متنوعة. وأخيراً، تُعد مهارة التعلم المستمر من أهم المهارات في العصر الحديث، نظراً للتغير السريع في التقنيات والمعرفة، حيث أصبح من الضروري أن يواكب الأفراد التطورات العلمية والتكنولوجية بشكل دائم، من خلال التعلم الذاتي والتدريب المستمر، لضمان الحفاظ على تنافسيتهم في سوق العمل العالمي.

#### تاسعاً: توصيات لتطوير التعليم التقني

في ضوء التحولات المتسارعة في مجالات الذكاء الاصطناعي والتقنيات الحيوية النباتية، وازدياد الفجوة بين مخرجات التعليم واحتياجات سوق العمل، تبرز الحاجة إلى مجموعة من التوصيات الاستراتيجية التي تسهم في تطوير التعليم التقني وتعزيز فاعليته في إعداد الكوادر المؤهلة. من أهم هذه التوصيات تحديث المناهج بشكل دوري، بما يضمن مواكبتها مع التطورات العلمية والتكنولوجية الحديثة، وإدماج المفاهيم المستجدة مثل الذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات، والتقنيات الحيوية المتقدمة، بحيث تعكس هذه المناهج

احتياجات سوق العمل الفعلية. كما يُوصى ب تعزيز التدريب العملي والتطبيقي داخل المؤسسات التعليمية، من خلال زيادة ساعات التدريب الميداني، وتوفير فرص حقيقية للطلبة للتعامل مع بيئات عمل واقعية، مما يسهم في تنمية المهارات التطبيقية وربط المعرفة النظرية بالممارسة العملية. وفي السياق ذاته، يُعد إدخال الذكاء الاصطناعي في العملية التعليمية خطوة أساسية لتحديث التعليم التقني، وذلك من خلال استخدام أدوات تحليل البيانات، وأنظمة المحاكاة، والتعلم الذكي، بما يعزز من جودة التعليم ويرفع من كفاءة المخرجات التعليمية.

كما تُوصي الدراسة ب بناء شراكات فاعلة مع القطاع الخاص والصناعي، بهدف توفير فرص تدريب، وتطوير مشاريع مشتركة، وربط البرامج الأكاديمية باحتياجات سوق العمل، مما يضمن تخريج طلبة أكثر جاهزية وكفاءة. وأخيراً، يُعتبر دعم البحث العلمي التطبيقي من الركائز الأساسية لتطوير التعليم التقني، من خلال تشجيع المشاريع البحثية التي تعالج مشكلات واقعية في مجالات الزراعة والتقنيات الحيوية، وتعزيز ثقافة الابتكار وريادة الأعمال بين الطلبة والباحثين، بما يسهم في إنتاج معرفة قابلة للتطبيق العملي في السوق.

## الخاتمة

إن التحولات المتسارعة التي يشهدها العالم في ظل الثورة الرقمية والانتشار الواسع لتقنيات الذكاء الاصطناعي تفرض ضرورة ملحة لإعادة النظر في منظومة التعليم التقني وتطويرها بشكل جذري، ولا سيما في المجالات العلمية المتقدمة مثل التقنيات الحيوية النباتية. فقد أصبح من الواضح أن النماذج التعليمية التقليدية لم تعد كافية وحدها لمواكبة متطلبات سوق العمل الحديث، الذي يعتمد بشكل متزايد على المعرفة الرقمية والمهارات التطبيقية والتقنيات الذكية. وفي هذا السياق، يُعد تبني استراتيجيات تعليمية حديثة ومرنة، تقوم على الدمج بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي والتقنيات الرقمية، أمراً حتمياً لتحقيق المواءمة الفاعلة بين مخرجات التعليم واحتياجات سوق العمل. كما أن إدماج الذكاء الاصطناعي في العملية التعليمية يسهم في رفع كفاءة التعليم التقني، وتعزيز قدرات الطلبة على التحليل والابتكار والتكيف مع بيئات العمل المتغيرة.

وعليه، فإن الاستثمار في تطوير المهارات البشرية وبناء القدرات العلمية والتقنية يمثل الركيزة الأساسية لمواجهة تحديات المستقبل، ويشكل عاملاً محورياً في دعم الابتكار وتحقيق التنافسية في الاقتصاد المعرفي، بما يسهم في تحقيق التنمية المستدامة على المستويين المحلي والعالمي.

## References

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Digital agriculture and AI innovation. FAO. <https://www.fao.org/innovation/digital-agriculture-and-ai-innovation/en>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Biotechnologies for Agricultural Development. <https://openknowledge.fao.org/items/e8a668f5-4bec-4009-969c-526956648ae9>.

UNESCO. 2021. Reimagining our futures together: A new social contract for education. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707>.

UNESCO. 2023. Guidance for generative AI in education and research. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>.

International Telecommunication Union (ITU). 2021.

Digital agriculture in action – Artificial intelligence for agriculture. ITU Publications. [https://www.itu.int/pub/D-STR-E\\_AGRICULT.05-2021](https://www.itu.int/pub/D-STR-E_AGRICULT.05-2021).

Liakos K.G., Busato P., Moshou D., Pearson S. and Bochtis D. 2018. Machine learning in agriculture: A review. *Sensors*, 18: 2674.

Kamilaris A. and Prenafeta-Boldu F.X. 2018. Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and electronics in agriculture*, 147: 70–90.

- Zhang C. and Kovacs J. M. 2012. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. *Precision Agriculture*, 21: 1–30.
- Rauf H. 2026. Advancement in CRISPR/Cas9 Genome Editing in Field of Crop Improvement. In *CRISPR–Cas9 as a Revolutionary Gene Editing Tool*, pp. 265–284. CRC Press.
- Jinek M., Chylinski K., Fonfara I., Hauer M., Doudna J.A. and Charpentier E. 2012. A programmable dual–RNA–guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science*, 337: 816–821.
- Gao Z., Zhu J. and Xie C. 2026. Synergizing Genome Editing and Artificial Intelligence for Predictive Crop Design. *Molecular Plant*.

دمج الذكاء الاصطناعي في التعليم والتخصصات الهندسية وغير الهندسية (التحديات،

الأهمية، وسبل التبني)

الدكتورة عالية الغصون

كلية الهندسة، جامعة فيلادلفيا



في عصرٍ يتسارعُ فيه تأثيرُ الذكاءِ الاصطناعيِّ على حياتنا اليوميَّة، لم يعد السؤالُ يتمحورُ حول ما إذا كنا سنستخدِمُ هذه التِقْنِيَّة، بل حول الطَّرِيقَةِ المُثَلَى لِإِسْتِخْدَامِهَا بِذِكَاءٍ وَمَسْئُولِيَّةٍ. تُشيرُ الإحصائياتُ الحَدِيثَةُ إلى أَنَّ الذكاءَ الاصطناعيَّ لم يعد حِكْراً على المُخْتَبِرَاتِ أو الشَّرِكَاتِ التِقْنِيَّةِ الكُبْرَى. وَفَماً لِتَقْرِيرِ صَادِرٍ عَنِ شَرِكَةِ مايكروسوفت في أواخرِ عامِ 2025، يُسْتخدَمُ نَحْوَ 16.3% مِنْ سُكَّانِ العَالَمِ، أَي ما يُعَادِلُ شَخْصاً واحداً مِنْ كُلِّ سِتَّةٍ، أدواتُ الذكاءِ الاصطناعيِّ التوليدِيَّ بِشَكْلِ مُنْتَظِمٍ. وَتُعَدُّ هذه زِيَادَةً مَلْحُوظَةً مُقَارَنَةً بِالنِّصْفِ الأوَّلِ مِنَ العَامِ نَفْسِهِ، مِمَّا يُؤكِّدُ أَنَّ هذه التِقْنِيَّةَ أَصْبَحَتْ جُزْءاً أَساسِيّاً مِنْ حياتنا اليوميَّة. وَمَعَ ذَلِكَ، يُشيرُ التَقْرِيرُ أيضاً إلى اتِّساعِ فَجْوَةٍ رَقْمِيَّةٍ بَيْنَ دُولِ العَالَمِ، حَيْثُ تَصِلُ نِسْبَةُ إِسْتِخْدَامِ الذكاءِ الاصطناعيِّ إلى 24.7% في "الشَّمَالِ العَالَمِيِّ"، بَيْنَمَا تَنْخَفِضُ إلى 14.1% فَقَطْ في "الجَنُوبِ العَالَمِيِّ". وَبِهَذَا يُصْبِحُ قُرَابَهُ نِصْفِ سُكَّانِ العَالَمِ بَعِيدِينَ عَنِ الإِسْتِغَادَةِ مِنْ هذه التَطَوُّراتِ التِقْنِيَّةِ المُهِمَّةِ [1]. لَكِنَّ مُجَرَّدَ تَوْفُرِ الأَدَوَاتِ لا يَعْنِي أَنَّ البَشَرَ مُسْتَعِدُّونَ لِإِسْتِخْدَامِهَا بِالشَكْلِ الأمْتَلِ. هذا هُوَ التَحَدِّي الأَكْبَرُ الَّذِي تُواجِهُهُ

المؤسسات اليوم. تقرير "فوريستر" للأبحاث (Forrester) الصادر في أبريل 2026، والمعنون "AIQ 2.0"، يقدم صورة واضحة عن الفجوة بين انتشار التقنية واستعداد البشر. التقرير وجد أن 16% فقط من الموظفين في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة وألمانيا وفرنسا وأستراليا يمتلكون درجة عالية من "حاصل الذكاء الاصطناعي (AIQ)"، وهو مقياس لقدرة الموظف على استخدام الذكاء الاصطناعي بفعالية وأخلاقية. والأكثر إثارة للقلق أن 51% فقط من المؤسسات تقدم تدريباً للموظفين غير التقنيين إطلاقاً، و23% فقط منها تعلم مهارة أساسية مثل "هندسة المطالبات (Prompt Engineering)" هذا يعني أن معظم الموظفين يتركون ليتعلموا بأنفسهم كيفية التعامل مع أدوات معقدة، مما يؤدي إلى إحباطهم أو استخدامهم الخاطئ للتقنية، ويهدر العوائد المرجوة من الاستثمارات الضخمة في هذا المجال [2].

إذا انتقلنا من مستوى الأفراد والمؤسسات إلى مستوى الدول والمجتمعات، نجد أن التحديات تصبح أكبر وأكثر تعقيداً. البنك الدولي، في تقريره السنوي عن التقدم الرقمي والاتجاهات (Digital Progress and Trends Report) لعام 2025، والمعنون "تعزيز أسس الذكاء الاصطناعي"، يرسم خريطة طريق للدول التي تطمح إلى تبني الذكاء الاصطناعي بشكل شامل وعادل. التقرير يؤكد أن مجرد امتلاك بنية تحتية رقمية لا يكفي، بل يحتاج صناع القرار إلى التركيز على أربعة عناصر أساسية أطلق عليها "الـ 4 ICs: الاتصال (Connectivity) أي البنية التحتية للإنترنت والطاقة، والقدرة الحاسوبية (Compute) من معالجات ومراكز بيانات وسحابة إلكترونية، والسياق (Context) والمقصود به البيانات المحلية والتدريب والخوارزميات المناسبة، وأخيراً الكفاءة (Competency) أي المهارات الرقمية اللازمة لاستخدام هذه التقنيات. التقرير يحذر من أنه بدون هذه الأسس الأربعة، قد يصبح الذكاء الاصطناعي مصدراً جديداً لعدم المساواة بدلاً من أن يكون قوة دافعة للتنمية المستدامة والشاملة [3].

وليس أدل على الحاجة الملحة لبناء هذه الأسس من النظر إلى مجال الميكاترونكس، ذلك المجال الهندسي الذي يدمج بين الميكانيكا والإلكترونيات والبرمجيات والتحكم، ويمكن اعتباره «هندسة متكاملة» تمكن الأنظمة الذكية من العمل، فكل جهاز يضم أجزاء متحركة تدار إلكترونياً، من الأجهزة المنزلية إلى الروبوتات الصناعية، يعد نتاجاً لهذا المجال. في بحثٍ علميٍ نُشر على منصة IEEE في يونيو 2025،

أشار الباحثون إلى أن الذكاء الاصطناعي أصبح ضرورةً أساسيةً في الميكاترونكس، وليس مجرد إضافة، وقدّموا تصوّرًا لبرنامج ماجستير بعنوان «الذكاء الاصطناعي التطبيقي في الميكاترونكس والروبوتات» يدرّس باللغة الإنجليزية، ويتماشى مع متطلبات سوق العمل المتغيّر، كما اقترحوا تطوير البرامج التعليمية من خلال مسارات تعلم مرنة تعتمد على مواد اختيارية، مع عرض تفصيلي للمنهج ونتائج التعلم المتوقعة، وبيان ارتباط هذه النتائج بمتطلبات الوظائف المستقبلية للخريجين [4]. ومن الضروري هنا العودة إلى بحث نشر عام 2018 على IEEE يُعدّ مرجعاً مهماً، لأنّه يقدّم خريطة طريق لدمج الذكاء الاصطناعي في مناهج الميكاترونكس، موضحاً أنّ الميكاترونكس مجالٌ متعدّد التخصصات يضم الميكانيكا والإلكترونيات وهندسة الحاسوب، ويستخدم في الأتمتة الصناعية والروبوتات والسيارات. كما يبرز البحث تزايد أهمية البرمجيات والأنظمة الذكية لدورها في رفع القيمة المضافة مقارنةً بالأساليب التقليدية، إذ أصبح التعلم الآلي عاملاً رئيسياً يرتبط ارتباطاً وثيقاً بنظرية التحكم، مع دمج تقنيات مثل التعرف على الصور والكلام ضمن الأنظمة الحديثة. وفي المقابل، تتطلّب تطبيقات الروبوتات والتصنيع والمركبات مهندسين يفهمون الأنظمة التقنية بعمق، وهذا الواقع يفرض تحديث المناهج، إذ تقتصر العديد من البرامج إلى دمج التعلم الآلي، ويؤكد البحث أنّ إدخال هذا المحتوى يمكن تحقيقه بتعديلات بسيطة تُعزّز جاذبية البرامج دون تكاليف إضافية [5].

ومع التقدّم في تقنية التصنيع الذكي، أصبحت أوجه القصور في أنظمة تقييم التعليم الهندسي التقليدية أكثر وضوحاً، إذ لم تعد ذاتيها وأحادية معاييرها قادرة على تلبية متطلبات التعليم الحديث، لذا يقترح هذا البحث نظام تقييم ذكي متعدّد الأبعاد يعتمد على دمج تقنيات PLC والذكاء الاصطناعي. يستند النظام إلى بيانات فورية لتحليل أداء الطلاب من حيث سلوك التشغيل، واستراتيجيات التصحيح، والعمل الجماعي، وقد صمّم بهيكل متعدّد الطبقات يشمل جمع البيانات، والمعالجة المسبقة، وتحليل الذكاء الاصطناعي، والتفاعل مع المستخدم. يتيح هذا التصميم تنفيذ عمليات تنظيف البيانات ودمجها بشكل فوري، إضافة إلى تقييم ديناميكي مستمر، كما يوفر النظام ملفات قدرات بصرية وتغذية راجعة مخصصة لكل طالب، وتظهر النتائج أنّ هذا النهج يعزّز موضوعية التقييم وسرعته، ويسهم في تطوير التعليم الهندسي ليصبح أكثر كفاءة ومرونة. [6] وفي الجانب التطبيقي، يُعرف البحث [7] الذكاء الاصطناعي بأنه «علم وهندسة صنع آلات أو تقنيات

ذَكِيَّة» قَادِرَةٌ عَلَى مُحَاكَاةِ السُّلُوكِ البَشَرِيِّ مِثْلَ الحَوَارِ وَتَطْوِيرِ الحَوَارِزِمِيَّاتِ، وَتُعَدُّ أَدَوَاتُ افْتِرَاضِيَّةً تَتَعَلَّمُ وَتُنَفِّذُ مَهَامَ مُتَعَدِّدَةً، وَيُطَبِّقُ البَحْثُ أَدَاةَ «AI Code Generator» فِي التَّعْلِيمِ، خَاصَّةً فِي انْشَاءِ أَكْوَادِ لَوْحَدَاتِ التَّحْكُمِ المَنْطِقِيَّةِ القَابِلَةِ لِلبَرْمَجَةِ (PLC Controller) ضِمْنَ مَسَارِ الإلِكْتروْنِيَّاتِ الصَّنَاعِيَّةِ فِي بَرْنَامِجِ هَنْدَسَةِ الإلِكْتروْنِيَّاتِ بِجَامِعَةِ بِيْدَاعُوْجِيْكَا وَالتَّكْنُوْلُوْجِيْكََا فِي كُوْلُوْمْبِيَا. يَهْدَفُ هَذَا التَّطْبِيقُ إِلَى تَحْسِينِ أَسَالِيْبِ التَّدْرِيسِ وَتَعْزِيزِ تَجْرِبَةِ التَّعْلَمِ وَتَحْقِيقِ مُخْرَجَاتِ المَقْرَّرِ، وَتَخَلُّصِ الدِّرَاسَةِ إِلَى أَنْ اسْتِخْدَامَ مُوَلَّدَاتِ الأَكْوَادِ فِي بِيئَاتِ التَّعْلَمِ الإِسْتِكْشَافِيَّةِ يُؤَثِّرُ بِدَرَجَاتٍ مُتَفَاوِتَةٍ عَلَى مُشَارَكَةِ الطُّلَّابِ وَنَتَائِجِهِمْ، وَرَغْمَ قُدْرَتِهَا عَلَى تَحْسِينِ أَدَاءِ كِتَابَةِ الأَكْوَادِ دُونَ التَّأْثِيرِ فِي مَهَارَاتِ التَّعْدِيلِ اليَدَوِيِّ، تَبَرُّزُ مَخَافِوْفٍ تَتَعَلَّقُ بِالإِعْتِمَادِ المُفْرَطِ وَتَأْثِيرِهِ فِي التَّعْلَمِ وَالإِسْتِقْبَاءِ.

وَمِنَ التَّطْبِيقَاتِ المَلْمُوسَةِ أَيْضاً، مَا يَقُومُ بِهِ مَشْرُوعٌ يُدْمِجُ الذِّكَاءَ الإِصْطِنَاعِيَّ فِي تَقْنِيَّةِ الأَتْمَتَّةِ لِتَحْسِينِ الصِّيَانَةِ الوَقَائِيَّةِ وَاِكْتِشَافِ الحَالَاتِ الشَادَّةِ [8]، حَيْثُ يَسْتَخْدَمُ المَشْرُوعُ وَحْدَةَ ذِكَاءِ إِصْطِنَاعِيٍّ مِنْ شَرِكَةِ رُوْكُوَيْلِ أُوْتُوْمِيشِنِ فِي جِهَازِ التَّحْكُمِ المَنْطِقِيِّ القَابِلِ لِلبَرْمَجَةِ (PLC) لِمُرَاقَبَةِ ظُرُوفِ التَّشْغِيلِ وَمُعْلَمَاتِ المِضْحَّةِ. طَوُرُ تَطْبِيقَيْنِ رَئِيسِيَيْنِ: الأَوَّلُ هُوَ اِكْتِشَافِ الحَالَاتِ الشَادَّةِ، وَالَّذِي يُحَدِّدُ النِّشَاطَ غَيْرَ المُعْتَادِ لِلآلَاتِ فِي مَرَحَلَةٍ مُبَكَّرَةٍ، وَالثَّانِي هُوَ المُسْتَشْعُرُ الإِفْتِرَاضِيُّ، الَّذِي يُحَلُّ مَحَلَّ المُسْتَشْعِرَاتِ المَادِّيَّةِ، وَيَقِيْسُ بِدِقَّةٍ أَكْبَرَ حَجْمَ المِيَاهِ المَارَّةِ، وَتَظْهَرُ النَتِيجَةُ تَنْفِيْذاً نَاجِحاً وَإِثْبَاتاً لِلتَّقْنِيَّةِ فِي بِيئَةٍ افْتِرَاضِيَّةٍ. وَبِمَا أَنَّ المَصْنَعِ تَوَاجَهَ فُجُوَاتٍ مُتَزَايِدَةً فِي المَهَارَاتِ، فَقَدْ دَفَعَهَا ذَلِكَ إِلَى تَطْوِيرِ بَرَامِجِ تَدْرِيبِ مِهْنِيِّ مَدْعُومَةٍ بِالذِّكَاءِ الإِصْطِنَاعِيِّ [9]، فَفِي مُنْشَأَةِ Cummins بِكَارُولَايْنَا الجَنُوبِيَّةِ، تَمَّ دَمْجُ التَّدْرِيبِ التَّقْلِيدِيِّ مَعَ التَّقْنِيَّاتِ الحَدِيثَةِ لِتَحْسِينِ المُرُونَةِ وَالكِفَاءَةِ، خَاصَّةً فِي المِيكَاتْرُونِكْسِ. حَدَّدَتْ تَحْدِيَّاتِ رَئِيسِيَّةً تَشْمَلُ نَقْصَ الكِفَاءَاتِ، وَتَقَادِمَ المَنَاهِجِ، وَصُغْفَ الوَعْيِ المِهْنِيِّ، وَعَوْلَجَتْ عِبْرَ شَرَكَاتِ تَعْلِيمِيَّةٍ وَتَحْدِيثِ البَرَامِجِ، وَرَكَزَ التَّطْبِيقُ عَلَى ثَلَاثَةِ اسْتِخْدَامَاتٍ: تَسْرِيْعُ إِعْدَادِ المُحْتَوَى التَّعْلِيمِيِّ، دَعْمُ التَّعْلَمِ الفُورِيِّ فِي بِيئَةِ العَمَلِ، وَتَحْسِينُ الوُصُولِ عِبْرَ التَّرْجَمَةِ. كَمَا سَاهَمَ دَمْجُ مَنَصَّاتِ تَعْلِيمِيَّةٍ مَعَ أَدَوَاتِ الذِّكَاءِ الإِصْطِنَاعِيِّ فِي تَخْصِيصِ التَّعْلَمِ وَدَعْمِ الفُرُوقَاتِ الفَرْدِيَّةِ، وَأَظْهَرَتْ النَتَائِجُ أَنَّ الذِّكَاءَ الإِصْطِنَاعِيَّ يُقَلِّلُ زَمَنَ اِكْتِسَابِ المَهَارَاتِ دُونَ التَّأْثِيرِ فِي الجُودَةِ، وَيُعَزِّزُ الشُّمُولِيَّةَ وَالمُرُونَةَ، لِیَقْدَمَ هَذَا النَّمُودَجَ إِطَاراً عَمَلِيًّا لِتَحْدِيثِ التَّدْرِيبِ المِهْنِيِّ وَتَطْوِيرِ الفُؤَى العَامِلَةِ.

وَعَلَى صَعِيدِ آخَرَ، تُقَدِّمُ دِرَاسَةٌ حَدِيثَةً تَحْلِيلًا بِبِلْيُومِتْرِيَا وَمَوْضُوعِيًّا شَامِلًا لِلرُّبُوتَاتِ فِي التَّعَلُّمِ الْقَائِمِ عَلَى الْأَلْعَابِ بِهَدَفِ فَهْمِ بِنْيَتِهَا الْفِكْرِيَّةِ وَتَطَوُّرِهَا الْمَفَاهِيمِي وَالْمَنْهَجِي، حَيْثُ اعْتَمَدَتِ عَلَى بَيَانَاتٍ مِنْ Scopus لِلْفَتْرَةِ (1988-2025)، وَأُسْتُخْدِمَتِ مَقَائِيسُ الْأَدَاءِ، وَشَبَكَاتُ التَّأْلِيفِ الْمُشْتَرَكِ، وَتَحْلِيلُ الْكَلِمَاتِ وَالخَرَائِطِ الْمُؤْضُوعِيَّةِ، وَنَمْدَجَةُ الْإِتْجَاهَاتِ الزَّمْنِيَّةِ لِتَتَّبِعِ تَطَوُّرَ الْمَجَالِ مِنْ أَلْعَابِ رُبُوتِيَّةٍ بَسِيطَةٍ قَائِمَةٍ عَلَى الْقَوَاعِدِ إِلَى بَيِّنَاتٍ تَعَلِّمُ ذَكِيَّةٍ وَتَفَاعُلِيَّةٍ مَدْعُومَةٍ بِالذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيَّةِ. وَعَلَى عَكْسِ الدِّرَاسَاتِ السَّابِقَةِ ذَاتِ الطَّابَعِ الْوَصْفِيِّ أَوْ الْمَحْدُودِ، تَجَمَّعَ هَذِهِ الدِّرَاسَةُ بَيْنَ التَّحْلِيلِ الْكَمِّيِّ وَالتَّطَوُّرِ الْمُؤْضُوعِيِّ، كَاشِفَةً عَنْ أَرْبَعَةِ مَحَاوِرَ رَيْسِيَّةٍ هِيَ: التَّكْيِيفُ الْخَوَارِزْمِيُّ، وَالتَّفَاعُلُ الْمُتَجَسِّدُ، وَالرُّبُوتَاتُ التَّعْلِيمِيَّةُ، وَالتَّفَاعُلُ الْإِجْتِمَاعِيُّ الْعَاطِفِيُّ بَيْنَ الْإِنْسَانِ وَالرُّبُوتِ، كَمَا تَبَرَّرُ فَجَوَاتُ تَعَلُّقِ بِالسُّمُولِيَّةِ، وَالْحَوْكَمَةُ الْأَخْلَاقِيَّةُ، وَقَابِلِيَّةُ التَّوَسُّعِ عَبْرَ التَّقَاتِ. وَتَوْفُرُ الدِّرَاسَةُ إِطَارًا قَائِمًا عَلَى الْبَيَانَاتِ يَدْعُمُ تَطَوُّرَ أبحاثٍ أَكْثَرَ شُمُولًا وَعُمُقًا، وَيُسَاعِدُ الْبَاحِثُونَ وَالْمُصَمِّمُونَ عَلَى تَجَاوُزِ الطَّابَعِ الْجُزْئِيِّ لِلدِّرَاسَاتِ السَّابِقَةِ [10]. وَيَتَجَاوَزُ تَأْتِيرُ الذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيَّةِ حُدُودَ الْهَنْدَسَةِ لِيَشْمَلَ تَعْلِيمَ STEM بِأَكْمَلِهِ، حَيْثُ لَمْ يَعْذُ مُقْتَصِرًا عَلَى مَجَالِ دُونَ آخَرَ، بَلْ أَعَادَ تَشْكِيلَ تَعْلِيمِ STEM مِنْ حَيْثُ التَّصْمِيمِ التَّعْلِيمِيِّ، وَدَوْرِ الْمُتَعَلِّمِ، وَالْأَبْعَادِ الْأَخْلَاقِيَّةِ. فِي مِرَاجَعَةٍ مَنْهَجِيَّةٍ نُشِرَتْ عَامَ 2025، تَمَّ تَحْلِيلُ 41 دِرَاسَةً بَيْنَ 2020 وَ2025 حَوْلَ دَمَجِ الذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيَّةِ فِي التَّعْلِيمِ، بِاسْتِخْدَامِ بروتوكولاتِ PRISM وَأَدَوَاتِ تَحْلِيلِ مِثْلِ Naive و Excel و Viewer، وَأُظْهِرَتِ النَتَائِجُ ثَلَاثَةَ مَحَاوِرَ رَيْسِيَّةٍ: تَطَوُّرُ دَوْرِ الطَّالِبِ وَقُدْرَتُهُ عَلَى التَّحَكُّمِ فِي تَعَلُّمِهِ عَبْرَ الْأَنْظِمَةِ التَّكْيِيفِيَّةِ، وَالتَّحَوُّلُ نَحْوَ نَمَاجِ تَقْيِيمِ مَرِنَةٍ مَدْعُومَةٍ بِالذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيَّةِ بَدَلًا مِنَ الْأَسَالِيبِ التَّقْلِيدِيَّةِ، إِضَافَةً إِلَى قَضَايَا أَخْلَاقِيَّةٍ تَتَّعَلَقُ بِالشَّفَافِيَّةِ وَالْإِنصَافِ. كَمَا كَشَفَتِ الْمِرَاجَعَةُ عَنْ تَبَايُنٍ فِي التَّوَجُّهَاتِ بَيْنَ التَّرْكِيزِ عَلَى الْكِفَاءَةِ أَوْ السُّمُولِيَّةِ، وَتُوَكِّدُ الدِّرَاسَةُ أَهْمِيَّةَ تَبْنِي تَصْمِيمِ تَعْلِيمِيٍّ شَامِلٍ قَائِمٍ عَلَى مَبَادِي الذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيَّةِ الْمُؤَثَّقِ، مَعَ تَقْدِيمِ اسْتِرَاطِيَّاتٍ عَمَلِيَّةٍ تَدْعُمُ الْإِسْتِخْدَامَ الْأَخْلَاقِيَّ وَالْفَعَالَ لِهَذِهِ التَّقْنِيَّاتِ فِي تَعْلِيمِ STEM [11].

وَمَعَ إِتْسَاعِ هَذَا التَّأْتِيرِ، نُشِرَتْ دِرَاسَةٌ عَامَ 2025 فِي مَجَلَّةِ "Quality Education for All" تَسْتَعْرِضُ دَوْرَ الذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيَّةِ فِي تَحْوِيلِ التَّعْلِيمِ عَالَمِيًّا عَبْرَ التَّخْصِيسِ، وَتَعَزِيزِ السُّمُولِيَّةِ، وَتَحْسِينِ التَّعَاوُنِ بَيْنَ الْإِنْسَانِ وَالآلَةِ، مَعَ تَقْيِيمِ التَّحْدِيَّاتِ الْأَخْلَاقِيَّةِ وَالتَّقْنِيَّةِ وَالسِّيَاسِيَّةِ. اعْتَمَدَتِ الدِّرَاسَةُ مَنْهَجًا نَوْعِيًّا

يَجْمَعُ بَيْنَ مُرَاجَعَةِ مَنْهَجِيَّةٍ وَتَحْلِيلِ مَوْضُوعِيٍّ لِأَبْحَاثِ 2020-2024، مَا أَتَا حَ تَحْدِيدَ الْإِتِّجَاهَاتِ وَالْفُرْصِ  
وَالْتَحْدِيَّاتِ، وَأُظْهِرَتِ النَّتَائِجُ سِتَّةَ أَبْعَادٍ رَيْسِيَّةٍ: التَّعَلُّمُ الْمُخَصَّصُ، الْأَخْلَاقِيَّاتُ، التَّعَاوُنُ، السِّيَاسَاتُ وَتَدْرِيْبُ  
المُعَلِّمِينَ، التَّعَلُّمُ مَدَى الْحَيَاةِ، وَالْأَفَاقُ المُسْتَقْبَلِيَّةُ. وَرَعْمَ قُدْرَةِ الذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيِّ عَلَى تَحْسِينِ نَتَائِجِ التَّعَلُّمِ،  
تُبْرِرُ مَخَاوِفَ مِثْلَ التَّحْزِيرِ الْخَوَارِزِمِيِّ وَخُصُوصِيَّةِ الْبَيَانَاتِ وَالْفَجْوَةِ الرِّقْمِيَّةِ، وَعَمَلِيًّا يَدْعُمُ التَّعَلُّمُ الْمُخَصَّصَ  
وَتَمَكِينِ الْمُعَلِّمِينَ عِبْرَ أَتْمَتَةِ الْمَهَامِ، مَعَ صُرُورَةِ وَضْعِ أُطْرٍ أَخْلَاقِيَّةٍ وَاضِحَةٍ، كَمَا يُمَكِّنُ أَنْ يُقَلَّلَ عَدَمَ  
المُسَاوَاةِ، أَوْ يُفَاقِمَهَا إِذَا لَمْ يُطَبَّقْ بِشَكْلِ عَادِلٍ، مَا يَسْتَدْعِي تَعْزِيرَ الْبِنْيَةِ التَّحْتِيَّةِ وَالتَّعَاوُنَ لِضَمَانِ تَعْلِيمٍ شَامِلٍ  
وَمُسْتَدَام [12].

إِنَّ مَا سَبَقَ يُؤَكِّدُ أَنَّ تَطَوُّرَ الذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيِّ يُمَثِّلُ تَحْدِيًّا كَبِيرًا لِلتَّعْلِيمِ، مَا يُدْفَعُ إِلَى دِرَاسَةِ إِتِّجَاهَاتِهِ  
الْحَدِيثَةِ، وَهُوَ مَا قَامَتْ بِهِ دِرَاسَةٌ اعْتَمَدَتْ مَنْهَجِيَّةً وَصْفِيَّةً قَائِمَةً عَلَى مُرَاجَعَةِ مَنْهَجِيَّةٍ لـ 132 مَقَالًا مِنْ قَاعِدَةِ  
بَيَانَاتِ Web of Science خِلَالَ الْفَتْرَةِ (2020-2023)، وَفَقَّ بروتوكول PRISM، مَعَ التَّرْكِيزِ عَلَى  
الدِّرَاسَاتِ الْمُحْكَمَةِ الْمُتَعَلِّقَةِ بِالذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيِّ وَالرُّوبُوتَاتِ فِي التَّعْلِيمِ. وَقَدْ اسْتَنَّدَ لِخْتِيَارِ الدِّرَاسَاتِ إِلَى  
مَعَايِيرِ الْأَهْمِيَّةِ وَالْحَدَاثَةِ وَالصَّرَامَةِ الْمَنْهَجِيَّةِ، مِمَّا وَفَّرَ رُؤْيَةً شَامِلَةً وَمُتَعَدِّدَةً لِحَالَةِ هَذَا الْمَجَالِ  
عَالَمِيًّا، وَهَدَفَتِ الدِّرَاسَةُ إِلَى تَحْلِيلِ التَّغْيِرَاتِ الْمُؤَثِّرَةِ عَلَى التَّعْلِيمِ وَالْمُجْتَمَعِ، وَتَحْدِيدِ الْأَنْمَاطِ الَّتِي تُشِيرُ إِلَى  
نُشُوءِ نَمُودَجٍ تَعْلِيمِيٍّ جَدِيدٍ. وَتَظْهَرُ النَّتَائِجُ أَنَّ الذِّكَاةَ الْإِصْطِنَاعِيَّةَ يُسَهِّمُ فِي تَطْوِيرِ التَّعَلُّمِ التَّكْنِيْقِيِّ، وَتَقْدِيمِ  
دَعْمٍ شَخْصِيٍّ لِلْمُتَعَلِّمِينَ، وَأَتْمَتَةِ الْمَهَامِ التَّعْلِيمِيَّةِ، مَعَ تَأْثِيرَاتٍ وَاضِحَةٍ عَلَى دَوْرِ الْمُعَلِّمِ وَتَحْدِيثِ الْأَسَالِبِ  
التَّقْلِيدِيَّةِ، كَمَا يَتَوَقَّعُ عَلَى الْمَدَى الْقَرِيبِ تَعْزِيرُ دَوْرِ الْمُسَاعِدِينَ التَّعْلِيمِيِّينَ الْمَدْعُومِينَ بِالذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيَّةِ،  
الْمُرْتَبِطِينَ بِقَوَاعِدِ بَيَانَاتٍ رَقْمِيَّةٍ لِدَعْمِ وَتَحْسِينِ عَمَلِيَّةِ التَّعْلِيمِ [13].

وَمِنَ التَّخَصُّصَاتِ الَّتِي شَهَدَتْ إِهْتِمَامًا خَاصًّا بِهَذَا الشَّانِ، قِطَاعُ الْهَنْدَسَةِ وَالْبِنَاءِ، حَيْثُ تُعَدُّ دِرَاسَةٌ  
تَطْبِيقِيَّةً نُشِرَتْ فِي يَنَايِرِ 2026 مَرْجِعًا مُهِمًّا لِفَهْمِ تَأْثِيرِ الذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيَّةِ التَّوَلِيدِيَّةِ فِي هَذَا الْقِطَاعِ، إِذْ  
تَسُدُّ نَقْصَ الْأَدْلَةِ التَّجْرِبِيَّةِ حَوْلَ جَاهِزِيَّةِ التَّنْبِيِّ عِبْرَ الْمِهْنِ. طَوَّرَتِ الدِّرَاسَةُ إِطَارًا إِجْتِمَاعِيًّا تَقْنِيًّا لِتَحْلِيلِ  
الْقُدْرَاتِ التَّقْنِيَّةِ وَالْمَخَاطِرِ الْإِجْتِمَاعِيَّةِ وَحَوَاجِزِ التَّنْبِيِّ فِي 13 مِهْنَةً، اسْتِنَادًا إِلَى مَسْحِ شَمْلِ 162 مُتَخَصِّصًا  
وَمُغَابَلَاتٍ وَمُرَاجَعَةً أَدْبِيَّاتٍ، وَأُظْهِرَتِ النَّتَائِجُ ثَلَاثَةَ مَحَاوِرَ: أَوَّلًا، قَابِلِيَّةُ تَطْبِيقِ مُعْتَدِّلَةٍ فِي وَطَائِفِ التَّصْمِيمِ

مُقابِلَ صَغْفٍ فِي الْأَعْمَالِ الْمِيدَانِيَّةِ، وَثَانِيًا، مَخَاطِرُ رَيْبِيَّةٍ تَشْمَلُ الْهَلُوسَةَ، وَخُصُوصِيَّةَ الْبَيِّنَاتِ، وَالْمَلِكِيَّةَ الْفِكْرِيَّةَ، وَثَالِثًا، حَوَاجِزُ التَّبَيُّيِّ مِثْلَ نَقْصِ الْخَبْرَةِ وَعَدَمِ وُضُوحِ الْعَائِدِ، مَعَ الْحَاجَةِ إِلَى إِرْشَادَاتٍ وَتَدْرِيْبٍ. وَتُوصَى الدِّرَاسَةُ بِوَضْعِ مَعَايِيرٍ خَاصَّةٍ، وَتَدْرِيْبٍ مُوجَّهِ، وَآيَاتٍ تُحَقِّقُ بَشْرِيَّةً، وَبِنِيَّةٍ رَقْمِيَّةٍ دَاعِمَةٍ لِضَمَانِ دَمَجِ آمِنٍ وَفَعَالٍ لِلذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيِّ التَّوْلِيْدِيِّ [14].

وَهَكَذَا نَرَى أَنَّ الذِّكَاةَ الْإِصْطِنَاعِيَّ يُعِيدُ تَشْكِيلَ التَّعْلِيمِ الْهَنْدَسِيِّ، رَعْمًا تَشْتَبِتُ الْأَدْلَةَ حَوْلَ تَأْثِيْرِهِ، وَقَدْ أُسْتُخْدِمَتْ إِحْدَى الْمُرَاجَعَاتِ الْمَنْهَجِيَّةِ Prismatic تَحْلِيلَ أَكْثَرَ مِنْ 3000 سَجَلٍ (2000-2024) وَإِخْتِيَارِ 200 دِرَاسَةٍ، وَرَكَّزَتْ عَلَى تَطْبِيقَاتٍ مِثْلِ التَّدْرِيسِ الذِّكِيِّ، وَالتَّقْيِيمِ التَّكْنِيْفِيِّ، وَالْوَاقِعِيْنَ الْإِفْتِرَاصِيِّ وَالْمُعَزَّرِ، مَعَ تَزَايُدِ دَوْرِ الذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيِّ التَّوْلِيْدِيِّ. أَظْهَرَتْ النُّتَاجُ تَحَسُّنًا مُعْتَدِلًا فِي الْأَدَاءِ وَالْمُشَارَكَةِ، مَعَ اسْتِمْرَارِ تَحْدِيَّاتِ الْأَخْلَاقِيَّاتِ وَالْإِنْصَافِ، وَأَبْرَزَتْ آرَاءَ الْخُبْرَاءِ فُرْصَ الْإِعْتِمَادِ الْمُصَغَّرِ وَالتَّصْمِيمِ الْمَدْعُومِ بِالذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيِّ، مُقَابِلَ تَحْدِيَّاتِ الْخُصُوصِيَّةِ وَجَاهِزِيَّةِ الْمُعَلِّمِيْنَ. تُؤَكِّدُ الدِّرَاسَةُ أَنَّ الذِّكَاةَ الْإِصْطِنَاعِيَّ يَدْعُمُ التَّخْصِيصَ وَالْإِبْتِكَارَ، لَكِنَّهُ يَتَطَلَّبُ تَبَيُّيًّا مُسْتَدَامًا عَبْرَ دِرَاسَاتٍ طَوِيلَةٍ وَضَوَابِطَ أَخْلَاقِيَّةٍ وَتَدْرِيْبٍ مِهْنِيٍّ، كَمَا يَتَطَلَّبُ تَعَاوُنَ الْمُعَلِّمِيْنَ وَصَانِعِي السِّيَاسَاتِ وَالْمُطَوِّرِيْنَ لِتَطْوِيرِ بِيِّنَاتٍ تَعْلَمُ مُخَصَّصَةً، وَوَضْعِ سِيَاسَاتٍ وَاضِحَةٍ، وَضَمَانِ الْعَدَالَةِ وَمُعَالَجَةِ التَّحْيِيزِ، وَيَتَطَلَّبُ تَطْوِيرَ أَدَوَاتٍ شَفَاقَةٍ وَأَخْلَاقِيَّةٍ وَتَعَاوُنٍ مُسْتَمِرٍّ أَسَاسًا لِتَحْقِيقِ تَعْلِيمٍ فَعَالٍ وَشَامِلٍ [15].

وَمِنَ الْجَدِيْرِ بِالذِّكْرِ أَنَّ التَّعْلِيمَ الْعَالِيَّ يَشْهَدُ تَحْوُلًا رَقْمِيًّا مُتَسَارِعًا بِفَضْلِ التَّطَوُّرِ السَّرِيْعِ فِي الذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيِّ، حَيْثُ أَضْبَحَ دَمَجُهُ مَعَ التَّعْلِيمِ مِخْوَرًا رَيْبِيًّا فِي الْخُطَطِ الْحَدِيثِيَّةِ، كَمَا تَسْتَعْرِضُ دِرَاسَةٌ أُخْرَى الْإِتْجَاهَاتِ الْعَالَمِيَّةَ لِلتَّعْلُمِ الْمُعَزَّرِ بِالذِّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيِّ، وَتُحَدِّدُ التَّحْدِيَّاتِ فِي تَعْلِيمِ الْبِرْمَجَةِ الَّتِي يُمَكِّنُ مُعَالَجَتَهَا عَبْرَهُ. وَتُوضِّحُ الدِّرَاسَةُ كَيْفِيَّةَ بِنَاءِ مَحْرَكِ دَوْرَاتِ ذِكِيَّةٍ بِاسْتِخْدَامِ نَمَاجِ اللُّغَةِ الْكَبِيْرَةِ، مِمَّا يُسَهِّمُ فِي تَطْوِيرِ أَسَالِيْبِ التَّدْرِيسِ وَالتَّعْلُمِ، وَتَمْتَدُّ إِلَى تَصْمِيمِ بِيِّنَاتٍ تَعْلِيمِيَّةٍ مَدْعُومَةٍ بِمُسَاعِدِيْنَ وَرُقُقَاءِ تَعْلَمُ ذَكِّيْنَ يُوفِّرُونَ دَعْمًا شَخْصِيًّا وَقَابِلًا لِلتَّوَسُّعِ لِلْمُعَلِّمِيْنَ وَالطُّلَّابِ. وَتَقْتَرِحُ الدِّرَاسَةُ نِظَامًا تَعْلِيمِيًّا مُتَكَامِلًا يَشْمَلُ الدَّوْرَاتِ وَالتَّدْرِيْبَ وَالتَّقْيِيمَ وَالشَّهَادَاتِ ضِمْنَ مَنْظُومَةٍ ذَكِيَّةٍ، كَمَا تَسْتَعْرِضُ تَطْوِيرَ دَوْرَاتٍ نِقَاعِلِيَّةٍ لِبِرْمَجَةِ C وَنَمُودَجِ

تَدْرِيسِ هَجِينِ يَجْمَعُ بَيْنَ الْوَاقِعِيِّ وَالْإِفْتِرَاضِيِّ، وَتُنَاقِشُ مَخَاطِرَ الْإِعْتِمَادِ الْمُفْرَطِ عَلَى الذَّكَاةِ الْإِصْطِنَاعِيِّ،  
إِضَافَةً إِلَى التَّحَدِّيَاتِ وَالْفُرْصِ الْمُسْتَقْبَلِيَّةِ، مُؤَكِّدَةً دَوْرَهُ فِي إِعَادَةِ تَشْكِيلِ التَّعْلِيمِ الْعَالِيِّ [16].

وفي ختام هذه الرحلة الاستقصائية، لا بد من التنويه إلى دراسة تناقش التكامل السريع للذكاء الاصطناعي في التعليم الهندسي والتقني العالي، مبرزة ما يتيحه من فرص وما يطرحه من تحديات، مع التركيز على تأثير التخصصات والسياقات الثقافية والاجهزية المؤسسية. تعتمد الدراسة منهجية مزدوجة تجمع بين مراجعة منهجية للأدبيات وملاحظات إثنوغرافية عبر عدة معاهد، وتقتصر إطاراً متعدد المستويات يشمل المؤسسة والأقسام والمقررات لمعالجة تحديات التنفيذ، وتحدد ثلاثة أساليب لتكامل الذكاء الاصطناعي في التقييم: التصميم الشامل، واستراتيجيات المقاومة، والنماذج الهجينة، مع إبراز هيمنة ChatGPT في الأبحاث الحالية. كما تكشف الدراسة عن توترات رئيسية مثل التوازن بين الأصالة والابتكار، والكفاءة والتعزيز، والقياس والتخصيص، وتشير النتائج إلى ضرورة الانتقال نحو استراتيجيات مؤسسية منسقة ومرنة تراعي الفروق الثقافية. وتقدم الدراسة إطاراً نظرياً وتطبيقياً مدعوماً بأدلة ميدانية، يوضح عوامل نجاح أو فشل تنفيذ الذكاء الاصطناعي في سياقات تعليمية متنوعة [17].

واستناداً إلى ما تقدم، يتبين أن دمج الذكاء الاصطناعي في التعليم، سواء في التخصصات الهندسية كالميكاترونكس والأتمتة، أو غير الهندسية كتعليم STEM بشكل عام، لم يعد خياراً ثانوياً يمكن تأجيله، بل أصبح ضرورة ملحة تفرضها وتيرة التطور التكنولوجي المتسارعة واحتياجات سوق العمل المتجددة. لقد أظهرت الدراسات والتجارب الميدانية أن التحدي الحقيقي لا يكمن في توفر الأدوات والتقنيات فحسب، بل في الاستعداد البشري والمؤسسي لاستخدامها بمسؤولية وفعالية، وما يرتبط بذلك من ضرورة بناء أسس متينة تشمل البنية التحتية، والكفاءات الرقمية، والأطر الأخلاقية الواضحة. كما كشفت المراجعات المنهجية والتحليلات الببليومترية عن تحول عميق في أدوار المتعلمين والمعلمين على حد سواء، وعن ظهور أنماط جديدة من التقييم التكيفي، والبيئات التعليمية الذكية، والتخصيص المرتكز على بيانات المتعلم، مع بقاء قضايا الخصوصية، والتحيز الخوارزمي، والفجوة الرقمية، والاعتماد المفرط على الذكاء الاصطناعي في صميم المخاوف التي تستدعي حوكمة رشيدة وتدريباً موجهاً. ومع تزايد تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدي

في التصميم الهندسي، والتعلم القائم على الألعاب، والتدريب المهني، والصيانة التنبؤية، يبرز بوضوح أن النجاح في هذا المسار يتطلب استراتيجيات مؤسسية متعددة المستويات، وتعاوناً وثيقاً بين المعلمين وصناع السياسات والباحثين والمطورين، لضمان أن يكون الذكاء الاصطناعي قوة دافعة للشمولية والتنمية المستدامة، لا مصدراً جديداً لعدم المساواة والإحباط. ومن هنا، فإن رسم ملامح تعليم المستقبل لن يتوقف على حجم الاستثمارات التقنية، بل على قدرتنا الجماعية على تصميم بيئات تعلم أخلاقية ومرنة وشاملة، تحتفي بالتفاعل الإنساني، وتُسخر الذكاء الاصطناعي لتعزيزه لا لإحلاله.

## References

- [1] Corporate Responsibility. 2026. Global AI Adoption in 2025 – AI Economy Institute. Microsoft Corporate Responsibility.
- [2] Tan A. 2026. Employees aren't ready for AI and OPS is paying the price – FutureIoT. FutureIOT. <https://futureiot.tech/employees-arent-ready-for-ai-and-ops-is-paying-the-price/>.
- [3] World Bank Group. 2025. Digital Progress and Trends Report 2025: AI Foundations. In World Bank. <https://www.worldbank.org/en/publication/dptr-2025-ai-foundations>.
- [4] Cojocar D., Pana C., Resceanu I., Manta F., Pana D.P. and Bizdoaca N.G. 2025. The Design of A New Master Program in the Field of Mechatronics and Robotics Domain. 34<sup>th</sup> Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE), 1–6.
- [5] Frochte J., Lemmen M. and Schmidt M. 2018. Seamless Integration of Machine Learning Contents in Mechatronics Curricula. 19<sup>th</sup> International Conference on Research and Education in Mechatronics, 326: 75–80.

- [6] Fang F. and Ruan B. 2025. Development and Refinement of an Intelligent Course Assessment Framework Integrating PLC and AI. 10<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Computing and Signal Processing, 1101–1104.
- [7] Uriza E.J.S., Alvarez I.C.O. and Ruge I.A.R. 2024. Empoderamiento de herramientas de inteligencia artificial en la enseñanza: AI Code Generator para controladores lógicos programables. Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería, 1–12.
- [8] Faller C. and Herz P. 2024. Implementation of PLC–Integrated AI Functionalities for Condition Monitoring. 22<sup>nd</sup> International Conference on Research and Education in Mechatronics, 178–181.
- [9] U–Sme T. 2025. Integrating A.I. Into Youth Apprenticeships: Lessons from Cummins. Tooling U–SME.
- [10] Zhao S., Qupi L. and Karimi A. 2026. Conceptual entropy and technological acceleration: diagnosing structural gaps in robotics in game–based learning (1988–2025). Entertainment Computing, 57: 101128.
- [11] Leon C., Lipuma J. and Oviedo–Torres X. 2025. Artificial intelligence in STEM education: A transdisciplinary framework for engagement and innovation. Front. Educ, 10: 1619888.
- [12] Mariyono D. and Nur Alif H.A. 2025. AI’s role in transforming learning environments: A review of collaborative approaches and innovations. Quality Education for All, 2: 267–290.

- [13] Fombona J., Saez J. and Sanchez S. 2025. Artificial intelligence and robotics in education: Advances, challenges, and future perspectives. *Social Sciences and Humanities Open*, 11: 101533.
- [14] Xiong R., Netser Y., Tang P., Li B. and Hwang J. 2026. Socio-technical assessment of generative AI integration in architecture, engineering, and construction (AEC) workflows: An empirical study using O\*NET occupational taxonomy. *Advanced Engineering Informatics*, 71: 104392.
- [15] Rahman A., Khandakar A., Ayari M.A. et al. 2026. Artificial intelligence innovations challenges and emerging trends in engineering education. *Discov. Educ.*, 5: <https://doi.org/10.1007/s44217-026-01137-1>.
- [16] Su X., Xu X. and Wang T. 2026. Innovation of teaching and learning scenes and models empowered by artificial intelligence: Practice and experience of AI-powered programming courses. *Front. Digit. Educ.*, 3: <https://doi.org/10.1007/s44366-026-0078-y>.
- [17] Abbasnejad B., Soltani S., Taghizadeh F. and Zare A. 2026. Developing a multilevel framework for AI integration in technical and engineering higher education: Insights from bibliometric analysis and ethnographic research". *Interactive Technology and Smart Education*, 23: 49–79.

تحديات مواهمة مخرجات التعليم التقني مع سوق العمل في ظل التحول الرقمي:

استراتيجيات المواجهة والتطوير

الدكتورة ريا احمد العموش

مركز بحوث البيئة والمياه والطاقة، جامعة آل البيت



## 1. المقدمة

يشهد العالم تحولاً متسارعاً نحو الاقتصاد الرقمي، الأمر الذي أدى إلى إعادة تشكيل متطلبات سوق العمل من حيث المهارات والكفاءات، خاصة في المجالات التقنية، مما جعل العلاقة بين أنظمة التعليم التقني وسوق العمل أكثر تعقيداً وتغيراً مستمراً. وتُظهر الأدبيات أن هذا التحول ترافق مع اتساع الفجوة بين المهارات التي تخرج بها المؤسسات التعليمية وتلك المطلوبة فعلياً في بيئات العمل الحديثة، وهو ما يعكس تحديات جوهرية في مواهمة مخرجات التعليم مع احتياجات السوق [5،10]. ولا تقتصر هذه الفجوة على المهارات التقنية فحسب، بل تمتد لتشمل المهارات الناعمة والقدرة على التكيف مع التطورات التكنولوجية السريعة، مما يؤدي إلى صعوبات في اندماج الخريجين في سوق العمل وإطالة فترة الانتقال من التعليم إلى التوظيف [1،9]. كما تشير مراجعة الدراسات إلى أن هذه التحديات تتعزز نتيجة بطء تحديث المناهج، وضعف التكامل مع القطاع الصناعي، ومحدودية استخدام البيانات في تقييم البرامج التعليمية. وفي هذا

السياق، تناولت الأدبيات استراتيجيات متعددة لمعالجة هذه الإشكاليات، شملت تطوير مناهج قائمة على المهارات، وتعزيز التعلم القائم على العمل، وبناء شراكات استراتيجية مع الصناعة، إضافة إلى توظيف أدوات تحليل البيانات لقياس مدى التوافق بين التعليم وسوق العمل. وعليه، يبرز من خلال هذه المراجعة أن تحقيق مواءمة فعّالة ومستدامة يتطلب إعادة هيكلة التعليم التقني ضمن نماذج مرنة ومتكاملة تربط بين التعليم والتوظيف في إطار التحول الرقمي والاقتصاد المعرفي.

## 2. أبرز التحديات الحالية

### فجوة المهارات

تُعد فجوة المهارات من أبرز التحديات التي تواجه أنظمة التعليم التقني، حيث لا تعكس مخرجات التعليم بشكل دقيق المهارات المطلوبة في سوق العمل، خاصة في ظل التحول نحو الاقتصاد الرقمي [4]، [10]. وتؤكد الدراسات أن عدم التوازن بين المهارات التقنية والمهارات السلوكية (Hard and Soft Skills) يؤثر بشكل مباشر على قابلية التوظيف، ويحد من قدرة الخريجين على التكيف مع متطلبات الوظائف الحديثة [9].

### بطء تحديث المناهج التعليمية

تعاني العديد من نظم التعليم التقني والمهني من ضعف المرونة المؤسسية وبطء في استجابة المناهج للتغيرات المتسارعة في سوق العمل، مما يؤدي إلى فجوة واضحة بين مخرجات التعليم واحتياجات القطاعات الإنتاجية الحديثة [3]، [11]. ويشير عدد من الدراسات إلى أن هذا التأخر في تحديث المحتوى التعليمي يرتبط بضعف آليات الربط المنهجي بين المؤسسات التعليمية وأصحاب العمل، الأمر الذي يحدّ من قدرة البرامج التعليمية على مواكبة التحولات التكنولوجية مثل الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات [2]، [5]. ونتيجة لذلك، يتم تخريج طلبة يمتلكون معرفة نظرية جيدة، لكنها غير كافية للتطبيق العملي في بيئات العمل المتغيرة، مما يضعف من قابليتهم للتوظيف [1]، [4]. كما تؤكد الأدبيات الحديثة أن التحول الرقمي وثورة الصناعة الرابعة فرضا ضرورة إعادة تصميم المناهج بشكل مرن وديناميكي ينسجم مع الطلب الفعلي على المهارات [8]، [10]. وفي السياق ذاته، أظهرت دراسات دولية أن ضعف مواءمة التدريب المهني مع

احتياجات السوق يؤدي إلى انخفاض العائد الاقتصادي للتعليم وزيادة الفجوة المهارية بين الخريجين وأصحاب العمل [9]، [12]. لذلك، فإن تسريع تحديث المناهج وتعزيز الشراكات مع القطاع الصناعي يُعدان عنصريين أساسيين لضمان مواءمة التعليم التقني مع متطلبات الاقتصاد الحديث وتعزيز فرص التشغيل المستدام للخريجين.

### ضعف التكامل مع القطاع الصناعي

يُعد ضعف التكامل بين مؤسسات التعليم التقني والقطاع الصناعي من أبرز التحديات التي تعيق تحقيق المواءمة الفعالة بين مخرجات التعليم واحتياجات سوق العمل، حيث ينعكس هذا الضعف في محدودية فرص التدريب العملي وضعف احتكاك الطلبة ببيئات العمل الحقيقية [7]، [5]. وتشير الأدبيات إلى أن غياب الشراكات المستدامة مع أصحاب العمل يؤدي إلى فجوة في اكتساب المهارات التطبيقية، مما يقلل من جاهزية الخريجين للاندماج المباشر في سوق العمل [2]، [12]. كما يحد هذا الانفصال من قدرة المؤسسات التعليمية على تحديث محتواها وفقاً للمتطلبات الصناعية المتغيرة، خاصة في القطاعات التقنية المتسارعة التطور [3]، [11]. وفي السياق نفسه، تؤكد الدراسات أن تعزيز التكامل مع القطاع الصناعي يساهم في تحسين جودة التدريب ورفع كفاءة البرامج التعليمية وزيادة فرص التوظيف [5]، [8]. إضافة إلى ذلك، فإن ضعف التنسيق المؤسسي بين الجانبين يقلل من فعالية التعليم القائم على الكفايات ويحد من تحقيق نتائج توظيفية ملموسة للخريجين [1]، [4]. لذلك، أصبح من الضروري تعزيز نماذج الشراكة بين التعليم والصناعة لضمان تطوير مهارات الطلبة بما يتوافق مع متطلبات الاقتصاد الحديث والتحول الرقمي [9]، [10].

### محدودية التدريب العملي والتطبيقي

تشير الأدبيات إلى أن محدودية التدريب الميداني تُعد من أبرز العوامل التي تعيق جاهزية الخريجين، إذ تقتصر العديد من البرامج إلى دمج فعال للخبرات العملية، مما يضعف قدرتهم على تطبيق المعرفة النظرية في بيئات العمل ويؤثر سلباً على كفاءتهم المهنية [2]. كما أن غياب نماذج التعلم القائم على العمل، مثل التدريب المهني والتلمذة، يحد من اكتساب الخبرة المبكرة ويؤخر الانتقال إلى سوق العمل [12]. وفي ظل

تزايد الطلب على المهارات التطبيقية، أصبح تعزيز التدريب العملي ضرورة لتحسين قابلية التوظيف وتحقيق مواءمة أفضل مع احتياجات السوق [2]، [12].

### 3. استراتيجيات تطوير المناهج والتعليم

#### التحول نحو التعليم القائم على المهارات

أصبح التحول نحو التعليم القائم على المهارات ضرورة استراتيجية في ظل التحولات المتسارعة التي يشهدها سوق العمل، حيث لم يعد التركيز على المعرفة النظرية كافيًا لإعداد خريجين قادرين على تلبية متطلبات الوظائف الحديثة. ويرتكز هذا النهج على تطوير الكفاءات العملية والتطبيقية التي تمكن الطلبة من أداء المهام المهنية بكفاءة، مع التركيز على مخرجات التعلم القابلة للقياس والمرتبطة مباشرة باحتياجات السوق [4]. كما يسهم هذا النموذج في إعادة هيكلة البرامج التعليمية بحيث تصبح أكثر مرونة واستجابة للتغيرات الاقتصادية والتكنولوجية، من خلال دمج المهارات التقنية والرقمية والمهارات السلوكية ضمن منظومة تعليمية متكاملة [8].

وتؤكد الأدبيات أن اعتماد التعليم القائم على المهارات يعزز من قابلية التوظيف من خلال تقليص الفجوة بين مخرجات التعليم ومتطلبات سوق العمل، إذ يتيح للطلبة اكتساب مهارات قابلة للنقل والتطبيق في سياقات مهنية متعددة. كما يدعم هذا التوجه تطوير نظم اعتماد قائمة على الكفاءات، مما يسهم في تحسين جودة التعليم التقني وزيادة كفاءته في إعداد قوى عاملة مؤهلة وقادرة على التكيف مع متطلبات الاقتصاد الرقمي [4]، [8].

#### إدماج التقنيات الرقمية في التعليم

يتطلب التحول الرقمي في التعليم التقني تبني مقاربات تعليمية حديثة تدمج المهارات الرقمية المتقدمة ضمن المناهج الدراسية، مثل الذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات، والتعلم الرقمي، باعتبارها عناصر أساسية في إعداد القوى العاملة المستقبلية. وتشير الدراسات إلى أن امتلاك هذه المهارات يعزز من قدرة الخريجين على التكيف مع متطلبات سوق العمل المتغيرة، خاصة في ظل التوسع في الوظائف الرقمية والتكنولوجية [6]، [10]. كما يسهم إدماج التقنيات الرقمية في تحسين جودة العملية التعليمية من خلال دعم

التعلم التفاعلي، وتعزيز مهارات التفكير التحليلي وحل المشكلات، والتي تعد من الكفاءات الأساسية في بيئات العمل الحديثة [11].

علاوة على ذلك، فإن استخدام الأدوات والمنصات الرقمية يدعم تطوير نماذج تعليمية مرنة مثل التعلم المدمج، ويسهم في ربط مخرجات التعليم بمتطلبات الاقتصاد الرقمي بشكل أكثر فاعلية. كما أن مواهمة الشهادات والمهارات الرقمية مع احتياجات السوق يعزز من قابلية التوظيف ويقلل من فجوة المهارات، خاصة في ظل التحولات التكنولوجية المتسارعة [8]، [10]. وبالتالي، فإن إدماج التقنيات الرقمية يمثل ركيزة أساسية في تطوير التعليم التقني وتحقيق مواهمة مستدامة مع سوق العمل.

#### تطوير برامج تعليمية مرنة وقابلة للتحديث

تشير الأدبيات إلى أن تطوير البرامج التعليمية في التعليم التقني يتطلب تبني مناهج مرنة وقابلة للتحديث المستمر، بما يضمن استجابتها للتغيرات الاقتصادية والتكنولوجية السريعة في سوق العمل [3]، [11]. ويسهم هذا النهج في الحفاظ على مواهمة المخرجات التعليمية مع احتياجات القطاعات الإنتاجية، خاصة في ظل التحول الرقمي والصناعة الحديثة [8]، [10]. كما أن ربط تحديث المناهج ببيانات سوق العمل والتغذية الراجعة من أصحاب العمل يعزز من دقة الاستجابة للمهارات المطلوبة فعليًا [5]، [7]. إضافة إلى ذلك، فإن تعزيز مرونة البرامج التعليمية يرفع من جاهزية الخريجين ويزيد من فرص اندماجهم في سوق العمل بكفاءة أعلى [1]، [12].

#### 4. التدريب العملي والشراكات مع الصناعة

##### تعزيز التعلم القائم على العمل

يُعد التعلم القائم على العمل أحد أكثر النماذج التعليمية فاعلية في ربط الجانب النظري بالتطبيق العملي داخل التعليم التقني، حيث يوفّر للطلبة فرصًا مباشرة لاكتساب خبرات مهنية حقيقية داخل بيئات العمل الفعلية. ويسهم هذا النوع من التعلم في تطوير المهارات التطبيقية، وتعزيز الجاهزية الوظيفية للخريجين، من خلال دمجهم في أنشطة إنتاجية تحاكي متطلبات سوق العمل [7]، [12]. كما تشير الأدبيات

إلى أن هذا النهج يساهم في تقليل الفجوة بين التعليم والتوظيف، ويعزز من قدرة الطلبة على التكيف مع متغيرات بيئة العمل الحديثة، خاصة في القطاعات التقنية المتسارعة التطور [5]، [8].

### بناء شراكات استراتيجية مع القطاع الصناعي

تُعد الشراكات الاستراتيجية بين المؤسسات التعليمية والقطاع الصناعي عنصراً أساسياً في تحسين جودة التعليم التقني ورفع كفاءته، حيث تسهم في تطوير المناهج الدراسية بما يتماشى مع احتياجات سوق العمل الفعلية، إضافة إلى توفير فرص تدريب عملي منظمة للطلبة داخل المؤسسات الإنتاجية. كما تلعب هذه الشراكات دوراً مهماً في تعزيز قابلية التوظيف من خلال تحسين مواءمة المهارات المكتسبة مع متطلبات أصحاب العمل [5]، [2]. وتشير الدراسات إلى أن النماذج التعليمية القائمة على التعاون المؤسسي تحقق مستويات أعلى من الفعالية في تقليل الفجوة بين التعليم والتشغيل، وتعزز من استدامة العلاقة بين القطاعين التعليمي والصناعي [1]، [12].

### توسيع برامج التدريب الميداني

يسهم التدريب العملي والتعلم القائم على العمل بدور محوري في سد الفجوة بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي، حيث يوفر للطلبة بيئة تعليمية واقعية تمكنهم من تطوير مهاراتهم التقنية والسلوكية بما يتوافق مع متطلبات سوق العمل. وتشير الأدبيات إلى أن دمج الخبرات العملية ضمن البرامج التعليمية يعزز من قدرة الطلبة على تطبيق المفاهيم النظرية في سياقات مهنية حقيقية، مما يؤدي إلى تحسين مستوى الجاهزية الوظيفية لديهم وزيادة قدرتهم على التكيف مع بيئات العمل الديناميكية [2].

علاوة على ذلك، تبرز أهمية التدريب العملي في تعزيز فرص التوظيف من خلال إتاحة الفرصة للطلبة لاكتساب خبرات مهنية مبكرة، وبناء شبكات علاقات مع أصحاب العمل، وفهم متطلبات الوظائف بشكل أعمق. كما تؤكد الدراسات أن النماذج التي تجمع بين التعليم والتدريب العملي، مثل برامج التدريب المهني والتلمذة الصناعية، تسهم بشكل كبير في تحسين انتقال الخريجين من التعليم إلى سوق العمل، وتقليل الفجوة بين العرض والطلب على المهارات [12].

## 5. قياس التوافق واستخدام البيانات

### استخدام مؤشرات الأداء

يُعد استخدام مؤشرات الأداء أحد الأساليب الأساسية لتقييم مدى مواءمة مخرجات التعليم التقني مع متطلبات سوق العمل، حيث توفر هذه المؤشرات إطارًا كمياً يساعد في قياس كفاءة البرامج التعليمية وفعاليتها. وتشمل هذه المؤشرات معدلات توظيف الخريجين، والمدة الزمنية اللازمة للحصول على فرصة عمل، إضافة إلى مستوى رضا أصحاب العمل عن جودة المهارات المكتسبة. وتُظهر الدراسات أن الاعتماد على هذه المؤشرات يساهم في تحسين عملية اتخاذ القرار داخل المؤسسات التعليمية، ويعزز من قدرتها على تطوير برامجها بما يتناسب مع احتياجات السوق الفعلية [5]، [10]. كما أن استخدام هذه الأدوات يعكس تحولاً نحو التعليم القائم على النتائج في التعليم التقني.

### تحليل بيانات سوق العمل

يُعد تحليل بيانات سوق العمل أداة استراتيجية مهمة لدعم عملية مواءمة التعليم مع متطلبات الاقتصاد، حيث يتيح فهماً أعمق للاتجاهات المستقبلية للمهارات المطلوبة في القطاعات المختلفة. ويساعد هذا التحليل في تحديد الفجوات المهارية الحالية والمستقبلية، مما يمكّن صانعي القرار من إعادة توجيه السياسات التعليمية وتصميم برامج أكثر استجابة للتحويلات الاقتصادية والتكنولوجية. وتشير الأدبيات إلى أن دمج تحليل البيانات في التخطيط التعليمي يعزز من مرونة الأنظمة التعليمية وقدرتها على التكيف مع التغيرات السريعة في سوق العمل، خاصة في ظل التحول الرقمي والصناعة الحديثة [6]، [10]. وبالتالي، فإن الاعتماد على البيانات أصبح عنصراً أساسياً في تطوير التعليم التقني الحديث.

### التغذية الراجعة من أصحاب العمل

يمثل إشراك أصحاب العمل في تقييم البرامج التعليمية عنصراً محورياً لضمان جودة التعليم التقني ومواءمته مع احتياجات السوق الفعلية، حيث يوفر هذا النهج تغذية راجعة مباشرة حول مدى كفاءة الخريجين ومستوى جاهزيتهم للعمل. ويساهم هذا التفاعل في تحسين تصميم المناهج الدراسية وتطوير محتواها بما يعكس متطلبات بيئة العمل الحقيقية، إضافة إلى تعزيز فرص التدريب العملي والتشغيل. وتؤكد الدراسات

أن الشراكة بين المؤسسات التعليمية وأصحاب العمل تُعد من أهم عوامل نجاح التعليم القائم على الكفايات، إذ تسهم في تقليل الفجوة بين الجانب النظري والتطبيقي وتحسين النتائج التوظيفية للخريجين [1]، [7]. كما أن هذا التعاون يعزز من استدامة العلاقة بين التعليم وسوق العمل بشكل فعال.

## الخاتمة

في ظل التحول الرقمي المتسارع والتغيرات الهيكلية في سوق العمل، تواجه أنظمة التعليم التقني تحديات متزايدة في تحقيق موازنة فعّالة ومستدامة مع متطلبات القطاعات الاقتصادية الحديثة. وتبرز هذه التحديات في اتساع فجوة المهارات بين مخرجات التعليم واحتياجات السوق، إضافة إلى ضعف التكامل المؤسسي مع القطاع الصناعي، إلى جانب قصور المناهج التعليمية عن مواكبة التطورات التكنولوجية المتسارعة. وفي هذا السياق، تتطلب معالجة هذه الإشكاليات تبني نهج متكامل يقوم على تحديث المناهج بشكل دوري، وتعزيز مكونات التدريب العملي، وتوسيع نطاق الشراكات الفاعلة مع أصحاب العمل، فضلاً عن توظيف البيانات والتحليلات في دعم عمليات التخطيط واتخاذ القرار. وعليه، فإن تحقيق الموازنة بين التعليم التقني وسوق العمل يُعد ركيزة أساسية لتعزيز التنمية المستدامة، ورفع كفاءة رأس المال البشري، وتعزيز القدرة التنافسية للاقتصادات الوطنية في ظل اقتصاد المعرفة والتحول الرقمي.

## References

- [1] Guo F., Luo S. and Li W. 2024. The docking of talent training strategies and job market in higher vocational colleges under the background of slow and difficult employment. *Journal of Contemporary Educational Research*, 8: <https://doi.org/10.26689/jcer.v8i6.7111>.
- [2] Spaulding S. and Sirois M. 2022. Designing career and technical education programs that help students get good jobs. <https://www.urban.org>.
- [3] Storonyanska I., Benovska L., Patytska K. and Ivashko O. 2025. Redesigning sustainable vocational education systems to respond to global economic trends

and labor market demands: Evidence from EU countries.  
<https://www.mdpi.com>.

- [4] Sinha P., Saxena S.K. and Sinha P. 2025. Skill-based education and employability: Analyzing NEP 2020 effectiveness.
- [5] Caves K.M., Ghisletta A., Kemper J.M., McDonald P. and Renold U. 2021. Meeting in the Middle: TVET programs' education-employment linkage at different stages of development. *The Social Sciences*, 10: <https://doi.org/10.3390/SOCSCI10060220>.
- [6] Ramdev R. and Bhandari D. 2025. Investigating the new education policy focusing on vocational education and its potential to enhance employability and skill development in technical fields. *International Journal of Education Modern Management Applied Science and Social Science*, 7: [https://doi.org/10.62823/ijemmasss/7.2\(iv\).8023](https://doi.org/10.62823/ijemmasss/7.2(iv).8023).
- [7] Kayyali M. 2025. Aligning vocational education with industry needs. In: Scispace. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-9496-0.ch001>.
- [8] Blomker M. 2025. Catalyzing economic mobility: Career and technical education credential alignment in an era of technological transformation. <https://doi.org/10.12794/metadc2482616>.
- [9] Barrera-Osorio F., Kugler A.D. and Silliman M.I. 2020. Hard and soft skills in vocational training: Experimental evidence from Colombia. National Bureau of Economic Research Working Paper No. 27548. <https://doi.org/10.3386/W27548>.

- [10] Cheon B.Y., Chang J. and Shin Y. 2025. Evaluating the alignment between digital vocational training and skill demand and its wage effects. 9: 347–367.
- [11] Nuraeni Y. and Suwadji Y.T. 2020. Strategy for enhancing quality of labor through technical vocational education and training faces industry 4.0 challenges. Proceedings Paper. <https://proceedings2.upi.edu>.
- [12] Lerman R.I., Loprest P.J. and Kuehn D. 2020. Training for Jobs of the Future: Improving Access, Certifying Skills, and Expanding Apprenticeship. Available at: <https://www.econstor.eu>.

# مقالات خارج موضوع العدد

من عالمين منفصلين إلى منظومة صحية متكاملة: لماذا لم يعد الفصل بين الطب وطب

الأسنان مقبولاً

الاستاذ الدكتور زياد الدويري

جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية



على مدى عقود طويلة، نشأ الطب وطب الأسنان وتطورا ضمن مسارين منفصلين، لكلٍ منهما فلسفته التعليمية، ونُظمه المؤسسية، ونماذجه التمويلية، وحتى هويته المهنية المستقلة. هذا الانفصال التاريخي، الذي كان مبرراً في بدايات تشكّل التخصصات الصحية، أصبح اليوم أحد أبرز التحديات البنيوية التي تواجه أنظمة الرعاية الصحية الحديثة. فمع التقدم العلمي المتسارع، وتزايد عبء الأمراض المزمنة، وتنامي الحاجة إلى رعاية صحية شمولية، بات من الواضح أن هذا الفصل لم يعد مقبولاً، لا من الناحية العلمية ولا من الناحية العملية.

إن إعادة النظر في العلاقة بين الطب وطب الأسنان لم تعد ترفاً فكرياً، بل ضرورة صحية ملحة تفرضها الأدلة المتراكمة، والتحديات المتزايدة، والتطلعات نحو أنظمة صحية أكثر كفاءة وعدالة واستدامة.

## أولاً: الأساس العلمي للتكامل - الفم بوابة الجسد

لقد كشفت الأبحاث الحديثة عن ترابط عميق بين صحة الفم والصحة العامة، بحيث لم يعد من الممكن التعامل مع الأمراض الفموية بمعزل عن السياق الجهازي للمريض. فالفم يمثل بيئة بيولوجية معقدة، تتفاعل فيها البكتيريا مع الجهاز المناعي، وتؤثر في مسارات التهابية تمتد إلى مختلف أجهزة الجسم. تُعد أمراض اللثة مثلاً بارزاً على هذا الترابط، إذ ترتبط ارتباطاً وثيقاً بعدد من الأمراض المزمنة، وعلى رأسها داء السكري. العلاقة بين الحالتين ثنائية الاتجاه؛ ففرط سكر الدم يضعف الاستجابة المناعية ويزيد من قابلية الأنسجة للالتهاب، بينما يؤدي الالتهاب اللثوي المزمن إلى زيادة مقاومة الإنسولين، مما يعيق السيطرة على المرض. هذه الحلقة المفرغة لا يمكن كسرها إلا من خلال تدخل تكاملي يجمع بين الطبيب وطبيب الأسنان.

كما أن هناك أدلة متزايدة على ارتباط أمراض الفم بأمراض القلب والأوعية الدموية، حيث يُعتقد أن الالتهاب المزمن والبكتيريا الفموية يساهمان في تطور تصلب العصيدى. كذلك، تم ربط صحة الفم بمضاعفات الحمل، مثل الولادة المبكرة وانخفاض وزن المواليد، إضافة إلى ارتباطات محتملة مع أمراض الجهاز التنفسي، والتهاب المفاصل، وحتى التدهور المعرفي.

هذه المعطيات تعزز من مفهوم أن الفم ليس مجرد عضو مستقل، بل هو مرآة تعكس الحالة الصحية العامة، ومنصة يمكن من خلالها الكشف المبكر عن العديد من الأمراض الجهازية.

## ثانياً: إخفاق النموذج المجزأ للرعاية الصحية

رغم وضوح هذا الترابط، لا تزال أنظمة الرعاية الصحية في معظم دول العالم تعمل وفق نموذج مجزأ، يفصل بين الخدمات الطبية والسنية من حيث البنية التحتية، ونظم المعلومات، وآليات التمويل، وحتى ثقافة العمل المهني.

هذا الانفصال يؤدي إلى عدد من الإشكاليات الجوهرية، أبرزها:

- قصور في التشخيص الشامل: حيث قد تُهمل مؤشرات فموية ذات دلالة جهازية، أو يُغفل التاريخ الطبي عند تقديم الرعاية السنوية.

- ضعف التنسيق العلاجي: مما قد يؤدي إلى تضارب في الخطط العلاجية أو تداخلات دوائية غير محسوبة.

- تأخر في الكشف المبكر: نتيجة غياب التكامل في تبادل المعلومات بين مقدمي الرعاية.

- ارتفاع التكاليف الصحية: بسبب تكرار الفحوصات، وضعف الكفاءة، وزيادة المضاعفات.

- تجربة مريض مجزأة: حيث يُضطر المريض للتقلّب بين جهات متعددة دون وجود رؤية علاجية موحدة.

إن هذا النموذج لم يعد قادرًا على تلبية احتياجات المرضى، خاصة في ظل تزايد الأمراض المزمنة التي تتطلب إدارة طويلة الأمد وتنسيقًا عالي المستوى بين التخصصات.

### ثالثًا: ملامح المنظومة الصحية المتكاملة

يمثل دمج الطب وطب الأسنان حجر الزاوية في بناء منظومة صحية حديثة قائمة على الشمولية

والتكامل. ويمكن تحقيق هذا الدمج من خلال مجموعة من المحاور الاستراتيجية:

- تكامل السجلات الصحية الإلكترونية: إن إنشاء أنظمة معلومات صحية موحدة أو متوافقة تتيح تبادل البيانات بين الأطباء وأطباء الأسنان يُعد خطوة أساسية نحو تحسين جودة الرعاية. فالوصول إلى التاريخ الصحي الكامل للمريض يمكن من اتخاذ قرارات علاجية أكثر دقة وأمانًا.

- الرعاية متعددة التخصصات: العمل ضمن فرق صحية متكاملة يتيح تبادل الخبرات وتنسيق الجهود، مما ينعكس إيجابًا على نتائج المرضى. ويمكن أن يشمل ذلك إدماج أطباء الأسنان في فرق إدارة الأمراض المزمنة، مثل السكري وأمراض القلب.

- التحول نحو الرعاية الوقائية: التكامل يتيح التركيز على الوقاية والكشف المبكر، بدلًا من الاكتفاء بعلاج المضاعفات. فالفحوصات الفموية يمكن أن تكون مدخلًا لاكتشاف أمراض جهازية في مراحلها المبكرة.

- الاستفادة من الذكاء الاصطناعي والتقنيات الرقمية: تمثل التقنيات الحديثة فرصة غير مسبوقه لتحليل البيانات الصحية وربط المؤشرات الفموية بالجهازية. يمكن للذكاء الاصطناعي أن يدعم التشخيص، ويتنبأ بالمخاطر، ويساعد في تصميم خطط علاجية مخصصة لكل مريض.

- إعادة هيكلة التعليم الصحي: إدماج مفاهيم التكامل في مناهج كليات الطب وطب الأسنان، وتوفير تدريب مشترك، يعزز من ثقافة التعاون بين الأجيال القادمة من المهنيين الصحيين.

- إصلاح السياسات ونماذج التمويل: يجب أن تدعم السياسات الصحية هذا التوجه من خلال تحفيز التعاون، واعتماد نماذج تمويل قائمة على القيمة، وتشجيع إنشاء مراكز صحية متكاملة.

#### رابعاً: الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية للتكامل

لا يقتصر أثر التكامل على الجانب السريري، بل يمتد ليشمل أبعاداً اقتصادية واجتماعية مهمة. فالرعاية المتكاملة تسهم في:

- خفض التكاليف الصحية على المدى الطويل من خلال الوقاية وتقليل المضاعفات.

- تحسين كفاءة استخدام الموارد عبر تقليل الازدواجية في الخدمات.

- تعزيز العدالة الصحية من خلال تحسين الوصول إلى الرعاية، خاصة للفئات المهمشة.

- رفع مستوى رضا المرضى نتيجة تجربة رعاية أكثر سلاسة وتنسيقاً.

#### خامساً: الفرص والتحديات في السياق العربي

في العالم العربي، وبخاصة في الأردن، تتزايد الحاجة إلى تبني نماذج رعاية صحية أكثر تكاملاً، في ظل الارتفاع الملحوظ في معدلات الأمراض المزمنة. وتتوفر فرص واعدة لتحقيق هذا التحول، منها:

- التوسع في التحول الرقمي الصحي.

- وجود مؤسسات أكاديمية رائدة قادرة على قيادة التغيير.

- تزايد الاهتمام بالبحث العلمي والتعاون بين التخصصات.

ومع ذلك، لا تخلو الطريق من تحديات، مثل مقاومة التغيير، وضعف التنسيق المؤسسي، والحاجة

إلى استثمارات في البنية التحتية. إلا أن هذه التحديات يمكن تجاوزها من خلال رؤية استراتيجية واضحة،

وإرادة سياسية داعمة، وشراكات فعالة بين مختلف الجهات المعنية.

## ختامًا: نحو مستقبل صحي أكثر تكاملًا

إن الفصل بين الطب وطب الأسنان لم يعد يعكس واقع العلم ولا يلبي احتياجات المرضى. بل أصبح عائقًا أمام تحقيق رعاية صحية فعّالة وشاملة. إن الانتقال من نموذج “العالمين المنفصلين” إلى “المنظومة المتكاملة” يمثل تحولًا جوهريًا في فلسفة الرعاية الصحية، يضع الإنسان في مركز الاهتمام، ويعترف بوحده البيولوجية والنفسية والاجتماعية.

إن دمج الطب وطب الأسنان ليس خيارًا إصلاحيًا فحسب، بل هو ضرورة استراتيجية لمستقبل الصحة. وكل تأخير في تحقيق هذا التكامل هو تأخير في تحسين حياة المرضى، وتقليل معاناتهم، وبناء نظام صحي أكثر كفاءة وإنصافًا.

هل نحن متجهون نحو الاحترار العالمي أم نحو عصر جليدي جديد؟

الأستاذ الدكتور فراس الزيود

كلية الزراعة، جامعة مؤتة



## 1. تطور النظام المناخي للأرض والعصور الجليدية

يمثل فهم التاريخ المناخي للأرض المدخل الأساسي للإجابة عن سؤال الاتجاه المستقبلي للمناخ، إذ لا يمكن تفسير الاحترار أو احتمالية العصر الجليدي دون العودة إلى السجل الجيولوجي الممتد لملايين السنين. تشير الأدلة الجيولوجية إلى أن مناخ الأرض لم يكن مستقرًا في أي مرحلة زمنية، بل مرّ بتحولات واسعة النطاق بين فترات بيت دافئ (Greenhouse Earth) وفترات بيت جليدي (Icehouse Earth)، وهو ما يعكس ديناميكية النظام المناخي وتعدد العوامل المؤثرة فيه (Zachos et al., 2001).

خلال معظم تاريخ الأرض، سادت ظروف دافئة نسبياً خالية تقريباً من الصفائح الجليدية القطبية. إلا أن الوضع تغير جذرياً خلال العصر الجليدي الرباعي الذي بدأ منذ حوالي 2.6 مليون سنة، حيث دخلت الأرض في نمط جديد يتميز بتكرار دورات التجلد والذوبان. هذه الدورات لم تكن عشوائية، بل ارتبطت بشكل وثيق بالتغيرات المدارية المعروفة باسم دورات ميلانكوفيتش، التي تشمل تغير انحراف المدار الأرضي، وميل محور الأرض، وتقدم الاعتدالين (Hays et al., 1976).

إن أهمية هذه الدورات تكمن في أنها تتحكم في كمية وتوزيع الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض، وخاصة في خطوط العرض العليا. فعندما يقل الإشعاع الصيفي في نصف الكرة الشمالي، لا يذوب الجليد الشتوي بالكامل، مما يؤدي إلى تراكم تدريجي للثلوج وتوسع الصفائح الجليدية، وهو ما يطلق سلسلة من التغذية الراجعة الإيجابية أهمها زيادة الانعكاسية السطحية، وبالتالي تعزيز التبريد العالمي (Berger, 1988).

تشير سجلات لبّ الجليد المستخرجة من القارة القطبية الجنوبية وجرينلاند إلى أن النظام المناخي خلال الـ 800 ألف سنة الماضية مرّ بدورات منتظمة بين فترات جليدية وفترات بين جليدية، حيث تراوح تركيز ثاني أكسيد الكربون بين نحو 180 جزءاً في المليون خلال الفترات الجليدية و280 جزءاً في المليون خلال الفترات الدافئة (Luthi et al., 2008). هذا التذبذب المستمر يوضح العلاقة الوثيقة بين غازات الدفيئة ودرجة حرارة الأرض، حيث لم يكن CO<sub>2</sub> مجرد تابع لدرجة الحرارة، بل جزءاً من نظام تغذية راجعة يعزز التغير المناخي في كلا الاتجاهين.

وفي دراسة شاملة للعينات الجليدية من محطة فوستوك في أنتاركتيكا، تبين أن كل ارتفاع في درجة الحرارة خلال الفترات الانتقالية بين الجليدية كان مصحوباً بزيادة لاحقة في تركيز CO<sub>2</sub>، مما يشير إلى علاقة تفاعلية معقدة بين المحيطات والغلاف الجوي (Petit et al., 1999). وتفسر هذه العلاقة بأن ارتفاع الحرارة يؤدي إلى تقليل ذوبانية ثاني أكسيد الكربون في مياه المحيطات، مما يحرر كميات إضافية إلى الغلاف الجوي، وبالتالي تعزيز الاحترار.

عند الانتقال إلى ذروة العصر الجليدي الأخير قبل نحو 20 ألف سنة، نجد أن النظام المناخي كان مختلفاً جذرياً عن الوضع الحالي. فقد كانت الصفائح الجليدية تغطي مساحات واسعة من أمريكا الشمالية وأوروبا، وكان مستوى سطح البحر أقل بنحو 120 متراً مقارنة بالوضع الحالي (Clark et al., 2009). كما انخفضت درجات الحرارة العالمية بمعدل يتراوح بين 4 إلى 6 درجات مئوية، وهو انخفاض كافٍ لإعادة تشكيل الخرائط الجغرافية والأنظمة البيئية بالكامل. وتُظهر البيانات الحديثة أن نهاية هذا العصر الجليدي لم تكن تدريجية فقط بسبب العوامل المدارية، بل تضمنت أيضاً تغذية راجعة قوية من غازات الدفيئة، حيث

ارتفع CO<sub>2</sub> والميثان بشكل ملحوظ خلال مرحلة الانتقال إلى الهولوسين. وهذا يؤكد أن النظام المناخي يعمل كوحدة مترابطة وليس كمكونات منفصلة (IPCC, 2021).

ومن المهم الإشارة إلى أن الأرض لم تكن تتجه بشكل ثابت نحو الاحترار عبر الزمن، بل كانت تخضع لدورات تبريد طبيعية طويلة الأمد. وتشير الحسابات الفلكية إلى أنه في غياب التأثير البشري، كان من المحتمل أن تدخل الأرض تدريجياً في مرحلة تبريد جديدة خلال العشرات القادمة من آلاف السنين نتيجة تغيرات مدارية تقلل من الإشعاع الصيفي في نصف الكرة الشمالي (Berger and Loutre, 2002). وهذا يعني أن الاتجاه الطبيعي طويل الأمد للمناخ في هذه المرحلة الجيولوجية كان يميل نحو التبريد وليس الاحترار.

إلا أن ما يميز المرحلة الحالية بشكل جذري هو إدخال عامل جديد في النظام المناخي لم يكن موجوداً بالحدود نفسها خلال الدورات السابقة، وهو النشاط البشري الصناعي. فقد أدى احتراق الوقود الأحفوري إلى رفع تركيز غازات الدفيئة بمعدل غير مسبوق خلال زمن جيولوجي قصير للغاية، ما أدى إلى كسر التوازن الطبيعي بين مكونات النظام المناخي. وتشير بيانات حديثة إلى أن تركيز ثاني أكسيد الكربون الحالي لم يُسجل منذ ما لا يقل عن 3 إلى 5 ملايين سنة (Friedlingstein et al., 2022).

إن هذا الاختلاف في معدل التغير هو المفتاح العلمي لفهم الوضع الحالي. فبينما كانت التغيرات الطبيعية تحدث عبر آلاف إلى عشرات آلاف السنين، فإن التغير الحالي يحدث خلال قرن واحد فقط، وهو ما يجعل قدرة الأنظمة البيئية على التكيف محدودة للغاية. وقد أكدت تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أن هذا التسارع في التغير يمثل العامل الحاسم في عدم استقرار النظام المناخي الحديث. وبذلك يمكن القول إن فهم تاريخ المناخ لا يشير فقط إلى وجود دورات طبيعية بين الجليد والحرارة، بل يوضح أيضاً أن النظام المناخي الحالي خرج جزئياً عن النمط الدوري الطبيعي بسبب إدخال قسر إشعاعي جديد ناتج عن النشاط البشري، وهو ما يفسر الاتجاه الحالي نحو الاحترار العالمي بدلاً من التبريد الطبيعي المتوقع فلكياً.

## 2. العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة في النظام المناخي

يمثل فهم العوامل المؤثرة في مناخ الأرض خطوة أساسية في تحديد اتجاهه المستقبلي، إذ إن النظام المناخي يتشكل من تفاعل معقد بين قوى طبيعية داخلية وخارجية، إضافة إلى تأثير بشري متزايد خلال القرنين الأخيرين. تاريخياً، كانت العوامل الطبيعية هي المسيطر الأساسي على تغير المناخ، مثل التغيرات المدارية، والنشاط الشمسي، والانفجارات البركانية، والتذبذبات المحيطية. إلا أن التقييمات الحديثة تشير إلى أن هذه العوامل، رغم أهميتها، لا يمكنها تفسير الاتجاه الحراري الحالي دون إدخال العامل البشري كقوة قسر إشعاعي رئيسية (IPCC, 2021).

### 1.2. النشاط الشمسي وحدوده المناخية

يُعد النشاط الشمسي أحد أهم المؤثرات الخارجية على مناخ الأرض، إذ يحدد مقدار الطاقة الإشعاعية الواصلة إلى النظام الأرضي. يتغير النشاط الشمسي ضمن دورات معروفة أبرزها الدورة الشمسية ذات الأمد عشر عاماً، والتي ترتبط بتغيرات في البقع الشمسية والانبعاثات المغناطيسية. تاريخياً، رُبطت بعض الفترات الباردة مثل "العصر الجليدي الصغير" بانخفاض النشاط الشمسي، خاصة خلال فترة الحد الأدنى لماوندر بين القرنين السابع عشر والثامن عشر. إلا أن القياسات الحديثة عبر الأقمار الصناعية منذ أواخر سبعينيات القرن العشرين تُظهر أن إجمالي الإشعاع الشمسي لم يشهد زيادة طويلة الأمد، بل ظل مستقراً نسبياً مع تذبذبات دورية قصيرة (Lean and Rind, 2008). والأهم من ذلك أن نمط الاحترار الحالي لا يتوافق مع بصمة النشاط الشمسي، إذ إن زيادة الإشعاع الشمسي تؤدي إلى تسخين طبقات الغلاف الجوي كافة، بما فيها الستراتوسفير، بينما تُظهر البيانات رصد تبريد هذه الطبقة مقابل احترار التروبوسفير، وهو نمط مميز لغازات الدفيئة وليس للشمس (IPCC, 2021). بناءً على ذلك، يمكن استنتاج أن مساهمة النشاط الشمسي في الاحترار الحالي محدودة جداً مقارنة بالقوى الأخرى.

### 2.2. النشاط البركاني وتأثيره القصير الأمد

تلعب البراكين دوراً مهماً في تعديل المناخ على المدى القصير، حيث تقوم بإطلاق كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكبريت إلى طبقة الستراتوسفير، مما يؤدي إلى تكوين هباءات كبريتية تعكس الإشعاع الشمسي

وتسبب تبريداً عالمياً مؤقتاً. من أبرز الأمثلة على ذلك ثوران بركان بيناتوبو عام 1991، الذي أدى إلى انخفاض درجة حرارة الأرض بنحو 0.4-0.6 درجة مئوية خلال السنوات اللاحقة (Robock, 2000). غير أن هذا التأثير يظل مؤقتاً بطبيعته، إذ تتبدد الهباءات البركانية خلال فترة تتراوح بين سنة إلى ثلاث سنوات فقط، ولا تترك أثراً طويلاً على اتجاه المناخ. وبالتالي، فإن النشاط البركاني لا يمكن أن يفسر الاتجاه التصاعدي المستمر في درجات الحرارة خلال القرن الماضي، بل قد يعمل في الاتجاه المعاكس مؤقتاً عبر التبريد.

### 3.2. التذبذبات المحيطية ودورها في التغير المناخي

تؤثر المحيطات بشكل كبير في تنظيم المناخ من خلال التذبذبات الداخلية مثل ظاهرة النينو-النينيا، والتذبذب العقدي للمحيط الهادئ، والتذبذب الأطلسي متعدد العقود. هذه الظواهر تؤدي إلى تغيرات دورية في توزيع الحرارة والرطوبة على سطح الأرض، مما يسبب سنوات أكثر دفئاً أو برودة على المستوى الإقليمي أو العالمي. على سبيل المثال، ترتبط ظاهرة النينو بارتفاع مؤقت في درجات الحرارة العالمية نتيجة انتقال الحرارة من المحيط إلى الغلاف الجوي، بينما تؤدي اللانينيا إلى تأثير معاكس. إلا أن هذه الظواهر لا تولد اتجاهاً طويلاً للأمد، بل تعيد توزيع الطاقة داخل النظام المناخي فقط (Trenberth et al., 2014). وقد أكدت الدراسات أن حتى أقوى التذبذبات المحيطية لا يمكنها تفسير الاتجاه الحراري التصاعدي المستمر منذ منتصف القرن العشرين، مما يشير إلى وجود قوة خارجية مضافة إلى النظام المناخي.

### 4.2. العوامل البشرية: القسر الإشعاعي الحديث

يمثل النشاط البشري العامل الأكثر تأثيراً في النظام المناخي الحديث، خاصة منذ الثورة الصناعية. فقد أدى حرق الفحم والنفط والغاز الطبيعي إلى زيادة كبيرة في تركيز غازات الدفيئة، وعلى رأسها ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز. تشير بيانات ميزانية الكربون العالمية إلى أن الانبعاثات البشرية وصلت إلى مستويات غير مسبوقة، حيث تجاوز تركيز  $CO_2$  حاجز 420 جزءاً في المليون (Friedlingstein et al., 2022). ويُعد هذا المستوى الأعلى خلال ما لا يقل عن ثلاثة ملايين سنة، مما يشير إلى خروج النظام المناخي من نطاق تذبذباته الطبيعية المعروفة. إن أهمية غازات الدفيئة لا تكمن فقط في زيادتها، بل

في قدرتها على تغيير توازن الطاقة الأرضي. فزيادة هذه الغازات تؤدي إلى احتجاز الإشعاع الحراري المنبعث من سطح الأرض، مما يخلق فائضاً طاقياً يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة تدريجياً. وقد أكدت تقارير الهيئة الحكومية الدولية لتغير المناخ (IPCC, 2021) أن التأثير البشري على المناخ واضح بشكل لا لبس فيه، وأن الاحترار الحالي لا يمكن تفسيره بالعوامل الطبيعية وحدها.

### 5.2. المقارنة بين القوى الطبيعية والبشرية

عند مقارنة تأثير العوامل الطبيعية بالعوامل البشرية، يتضح أن العوامل الطبيعية تعمل ضمن نطاقات تنذب محدودة زمنياً (سنوية إلى قرن من الزمن)، بينما يعمل القسر البشري بشكل تراكمي ومستمر. كما أن العوامل الطبيعية غالباً ما تكون متوازنة أو متعاكسة التأثير، في حين أن الانبعاثات البشرية تمثل اتجاهاً أحادي الاتجاه نحو الاحترار. وبناءً على تحليل نماذج المناخ، فإن التأثير البشري يتجاوز حالياً جميع المؤثرات الطبيعية مجتمعة في تحديد الاتجاه العام لدرجة حرارة الأرض (IPCC, 2021).

### 3. الأدلة الرصدية على الاحترار العالمي

يمثل الرصد المباشر للنظام المناخي أحد أقوى الأدوات العلمية لتحديد اتجاه التغير المناخي، إذ يعتمد على بيانات قياسية من محطات أرضية، وأقمار صناعية، وعوامات محيطية، ونوى جليدية، ما يسمح ببناء صورة متكاملة عن حالة النظام الأرضي خلال القرن الأخير. وتشير هذه البيانات بشكل متسق من مصادر متعددة إلى وجود احترار عالمي مستمر ومتسارع منذ أواخر القرن التاسع عشر، مع تسارع واضح منذ سبعينيات القرن العشرين (IPCC, 2021). إن أهمية الأدلة الرصدية تكمن في أنها لا تعتمد على النماذج النظرية فقط، بل على قياسات مباشرة للطاقة والحرارة والكتلة الجليدية ومستوى البحر، مما يجعلها معياراً حاسماً لتقييم صحة الفرضيات المناخية.

### 1.3. تطور درجات الحرارة العالمية

تشير سجلات درجات الحرارة العالمية المستمدة من شبكات الرصد الأرضي والأقمار الصناعية إلى ارتفاع متوسط درجة حرارة سطح الأرض بنحو 1.1 إلى 1.2 درجة مئوية مقارنة بفترة ما قبل الثورة الصناعية (IPCC, 2021). وعلى الرغم من أن هذا الرقم قد يبدو محدوداً رقمياً، إلا أن أهميته تكمن في سرعته

الزمنية، حيث حدث خلال فترة قصيرة جداً نسبياً في السياق الجيولوجي. تُظهر التحليلات الإحصائية أن معدل الاحترار خلال العقود الأربعة الأخيرة هو الأعلى منذ ما لا يقل عن ألفي عام، وفقاً لإعادة بناء درجات الحرارة من حلقات الأشجار والرسوبيات والنوى الجليدية. هذا التسارع يشير إلى وجود قوة دافعة خارجية مستمرة تؤثر على توازن الطاقة الأرضي. كما تؤكد المقارنات بين نماذج المناخ التاريخية والبيانات المرصودة أن النماذج التي تتضمن فقط العوامل الطبيعية تفشل في تفسير هذا الاحترار، بينما تحقق النماذج التي تتضمن الانبعاثات البشرية توافقاً عالياً مع الواقع (Hausfather et al., 2020).

### 2.3. احترار المحيطات كمؤشر أساسي

تُعد المحيطات أكبر خزان حراري في النظام المناخي، حيث تمتص أكثر من 90% من الطاقة الحرارية الزائدة الناتجة عن زيادة غازات الدفيئة. وتشير القياسات الحديثة إلى استمرار ارتفاع محتوى الحرارة في المحيطات بمعدل متسارع خلال العقود الأخيرة (Cheng et al., 2017). إن احترار المحيطات يُعتبر مؤشراً بالغ الأهمية لأنه يعكس التغير في توازن الطاقة الكوكبي. فعندما تكون الطاقة الداخلة أكبر من الطاقة الخارجة، يتم تخزين الفائض في المحيطات، مما يؤدي إلى ارتفاع حرارتها تدريجياً. وقد أظهرت دراسات متعددة أن هذا الاختلال في التوازن مستمر منذ عدة عقود دون انقطاع (Trenberth et al., 2014). ويُعد هذا الدليل من أقوى الأدلة على أن الاحترار الحالي ليس ظاهرة سطحية مؤقتة، بل هو اختلال عميق في نظام الطاقة الأرضي بأكمله.

### 3.3. ذوبان الجليد والكتل الجليدية

تشير القياسات الجيوديسية والأقمار الصناعية إلى فقدان كبير في الكتلة الجليدية في كل من غرينلاند والقارة القطبية الجنوبية. فقد سجلت غرينلاند فقداناً في الكتلة الجليدية بمئات المليارات من الأطنان سنوياً خلال العقد الأخيرين، بينما أظهرت أنتاركتيكا دورها فقداناً متسارعاً في بعض الأحواض الجليدية (Shepherd et al., 2020). كما يشير تراجع الأنهار الجليدية في مختلف مناطق العالم إلى اتجاه عالمي موحد نحو الانكماش الجليدي، وهو ما يتوافق مع ارتفاع درجات الحرارة العالمية. ويُعد هذا التراجع أحد المؤشرات المباشرة على زيادة الطاقة الحرارية في النظام المناخي. إن أهمية ذوبان الجليد لا تكمن فقط

في كميته، بل في آثاره الثانوية مثل رفع مستوى سطح البحر وتغيير أنماط دوران المحيطات وتقليل الانعكاسية السطحية، مما يعزز الاحترار عبر تغذية راجعة إيجابية.

### 4.3. ارتفاع مستوى سطح البحر

تشير القياسات المدعومة بالأقمار الصناعية إلى أن مستوى سطح البحر ارتفع بنحو 20 سم منذ بداية القرن العشرين، مع تسارع واضح في العقود الأخيرة (Nerem et al., 2018). ويعود هذا الارتفاع إلى عاملين رئيسيين: التمدد الحراري لمياه المحيطات نتيجة ارتفاع درجة حرارتها، وذوبان الكتل الجليدية القارية. وتشير النماذج إلى أن معدل الارتفاع الحالي يفوق المعدلات المسجلة خلال القرون السابقة في العصور الحديثة، مما يعزز فرضية أن النظام المناخي دخل مرحلة جديدة من عدم التوازن. إن ارتفاع مستوى سطح البحر يُعد من أكثر المؤشرات حساسية للتغير المناخي، لأنه يجمع بين تأثيرات الغلاف الجوي والمحيطات والجليد في مؤشر واحد قابل للقياس.

### 5.3. الأدلة من الغلاف الجوي والاختلال الطاقوي

تُظهر القياسات الحديثة وجود اختلال مستمر في ميزانية الطاقة الأرضية، حيث تستقبل الأرض طاقة إشعاعية أكبر مما تشعه إلى الفضاء. ويؤدي هذا الاختلال إلى تراكم تدريجي للطاقة في النظام المناخي، معظمها في المحيطات (Trenberth et al., 2014). كما تشير القياسات الطيفية إلى تغير في البصمة الحرارية للإشعاع الأرضي، حيث تزداد قدرة الغلاف الجوي على امتصاص الأشعة تحت الحمراء، وهو ما يتوافق مع زيادة تركيز غازات الدفيئة.

### 6.3. تقييم شامل للأدلة الرصدية

عند تجميع الأدلة من درجات الحرارة، والمحيطات، والجليد، ومستوى البحر، والطاقة الأرضية، يظهر نمط متسق يشير إلى وجود احترار عالمي شامل وليس تغيراً إقليمياً أو دورياً. إن قوة هذا الاتساق عبر مصادر بيانات مستقلة متعددة تجعل من الصعب تفسير الظاهرة ضمن إطار العوامل الطبيعية فقط. وقد خلص تقرير الهيئة الحكومية الدولية لتغير المناخ (IPCC, 2021) إلى أن الاحترار الحالي "لا لبس فيه"، وأن التأثير البشري هو السبب الرئيسي وراءه.

#### 4. مستقبل المناخ ونماذج الاحترار واحتمالية العصر الجليدي

يمثل فهم مستقبل المناخ أحد أكثر القضايا تعقيداً في علوم الأرض، وذلك بسبب التداخل الكبير بين العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية داخل النظام المناخي. تعتمد التوقعات المستقبلية على نماذج مناخية عددية متقدمة تأخذ في الاعتبار تفاعلات الغلاف الجوي والمحيطات والجليد ودورة الكربون. وقد تطورت هذه النماذج بشكل كبير خلال العقود الأخيرة، وأصبحت قادرة على إعادة إنتاج التغيرات المناخية الماضية بدقة عالية، مما يعزز موثوقيتها في التنبؤ المستقبلي (IPCC, 2021).

#### 1.4. سيناريوهات الانبعاثات المستقبلية

تعتمد التوقعات المناخية الحديثة على ما يُعرف بمسارات الانبعاثات الاجتماعية - الاقتصادية، والتي تمثل سيناريوهات مختلفة لمستقبل الانبعاثات البشرية. تشمل هذه السيناريوهات حالات من خفض الانبعاثات السريع وصولاً إلى الحياد الكربوني، وصولاً إلى سيناريوهات استمرار الاعتماد المكثف على الوقود الأحفوري. تشير النماذج إلى أنه في السيناريوهات منخفضة الانبعاثات، يمكن الحد من ارتفاع درجة حرارة الأرض إلى حدود 1.5-2 درجة مئوية. أما في السيناريوهات العالية، فقد يتجاوز الاحترار 4-5 درجات مئوية بحلول نهاية القرن (IPCC, 2021). إن هذا الفرق الكبير يعكس حساسية النظام المناخي العالية للانبعاثات البشرية، ويؤكد أن المستقبل المناخي يعتمد بشكل مباشر على القرارات الاقتصادية والسياسية الحالية.

#### 2.4. الحساسية المناخية واختلال التوازن الطاقى

يُعد مفهوم الحساسية المناخية من المفاهيم الأساسية في فهم مستقبل الاحترار، ويشير إلى مقدار ارتفاع درجة حرارة الأرض عند مضاعفة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وتشير أحدث التقديرات العلمية إلى أن هذه الحساسية تقع ضمن نطاق يتراوح بين 2.5 إلى 4 درجات مئوية (Sherwood et al., 2020). هذا يعني أن مضاعفة تركيز CO<sub>2</sub> وحدها كفيلة بإحداث تغير مناخي كبير حتى دون زيادة إضافية في الانبعاثات. ويعود ذلك إلى وجود تغذيات راجعة إيجابية مثل زيادة بخار الماء، وانخفاض الغطاء الجليدي، وتغير خصائص السحب. كما تشير القياسات إلى وجود اختلال مستمر في ميزانية الطاقة الأرضية، حيث تحتفظ الأرض بطاقة حرارية زائدة تتراكم في المحيطات والغلاف الجوي (Trenberth et

(al., 2014). هذا الاختلال يمثل المحرك الأساسي لاستمرار الاحترار حتى لو توقفت بعض الانبعاثات مؤقتاً.

### 3.4. نقاط التحول المناخي

تشير الدراسات الحديثة إلى أن النظام المناخي لا يستجيب بشكل خطي دائماً، بل يمكن أن يتجاوز عتبات حرجة تؤدي إلى تغييرات مفاجئة وغير قابلة للعكس على مدى زمني بشري. تُعرف هذه العتبات بنقاط التحول المناخي. من أبرز هذه النقاط احتمال انهيار الغطاء الجليدي في غرينلاند، والذي قد يؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بنحو 7 أمتار على المدى الطويل. كما أن انهيار غرب أنتاركتيكا قد يضيف عدة أمتار أخرى (Lenton et al., 2019). كذلك يُعد تباطؤ أو انهيار دوران انقلاب المحيط الأطلسي (AMOC) من أخطر نقاط التحول المحتملة، حيث يمكن أن يؤدي إلى تغييرات كبيرة في أنماط المناخ الإقليمي، بما في ذلك تبريد بعض مناطق أوروبا رغم الاحترار العالمي العام (Rahmstorf et al., 2015). كما أن ذوبان التربة الصقيعية في المناطق القطبية قد يطلق كميات كبيرة من الميثان، وهو غاز دفيئة شديد الفاعلية، مما يؤدي إلى تسريع الاحترار بشكل إضافي.

### 4.4. هل يمكن أن يحدث عصر جليدي قريباً؟

من الناحية الفلكية، تشير دورات ميلانكوفيتش إلى أن الأرض تمر بدورات طويلة الأمد من التجلد والدفء. وبناءً على هذه الدورات، كان من المتوقع أن تبدأ الأرض تدريجياً في التبريد الطبيعي خلال عشرات آلاف السنين القادمة. إلا أن الدراسات الحديثة تشير إلى أن النشاط البشري قد غير هذا المسار الطبيعي بشكل جذري. فقد أدى ارتفاع تركيز غازات الدفيئة إلى تأجيل دخول الأرض في عصر جليدي جديد لمدة قد تتراوح بين 50,000 إلى 100,000 سنة (Archer and Ganopolski, 2005). هذا يعني أن الاحترار الحالي لم يغير فقط درجة حرارة الأرض، بل غير الإيقاع الطبيعي للدورات المناخية طويلة الأمد، وهو تأثير جيولوجي واسع النطاق.

#### 5.4. التوقعات المناخية حتى عام 2100 وما بعده

تشير النماذج المناخية إلى أن مستقبل المناخ خلال القرن الحادي والعشرين يعتمد بشكل أساسي على مسار الانبعاثات. في السيناريوهات المعتدلة، من المتوقع أن يتراوح الاحترار بين 1.5 و2.5 درجة مئوية. أما في السيناريوهات العالية، فقد يصل الاحترار إلى 4-5 درجات مئوية أو أكثر. وتشير بعض الدراسات الممتدة إلى عام 2300 إلى أن استمرار الانبعاثات قد يؤدي إلى تغييرات جذرية في مستوى سطح البحر وتوزيع المناخات الإقليمية، بما في ذلك إعادة تشكيل خطوط السواحل العالمية (IPCC, 2021). إن هذه التوقعات تؤكد أن النظام المناخي يمتلك ذاكرة طويلة الأمد، وأن آثار الانبعاثات الحالية ستستمر لقرون وحتى آلاف السنين.

#### 5. البعد الإقليمي والفلسفي لمستقبل المناخ والتداعيات الحضارية

يمثل البعد الإقليمي للتغير المناخي أحد أهم جوانب فهم تأثيراته الواقعية على المجتمعات البشرية، إذ لا يقتصر الاحترار العالمي على كونه ظاهرة كوكبية مجردة، بل يتجسد في تغييرات مباشرة على مستوى الموارد المائية، الأمن الغذائي، الصحة العامة، والاستقرار الاقتصادي. وتُعد منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من أكثر المناطق حساسية للتغير المناخي بسبب طبيعتها المناخية الجافة وشبه الجافة، وارتفاع معدلات التبخر مقارنة بكميات الهطول المطري المحدودة أصلاً (Lelieveld et al., 2016). وتشير النماذج المناخية الإقليمية إلى أن هذه المنطقة ستشهد ارتفاعاً في درجات الحرارة يفوق المتوسط العالمي، مما يعني أن الاحترار بمقدار 2 درجة مئوية عالمياً قد يقابله ارتفاع أكبر بكثير في درجات الحرارة القصوى محلياً. وتوضح الدراسات أن موجات الحر الشديدة ستصبح أكثر تواتراً وحدة، مع احتمالية وصول مؤشرات الحرارة إلى مستويات تتجاوز 50-60 درجة مئوية في بعض مناطق الخليج العربي والجزيرة العربية بحلول نهاية القرن (Pal and Eltahir, 2016). إن هذه التغيرات لا تمثل مجرد أرقام مناخية، بل ترتبط مباشرة بتحديات وجودية تتعلق بتوفر المياه. فالدول التي تعاني أصلاً من شح مائي ستواجه انخفاضاً إضافياً في الموارد المائية المتجددة نتيجة انخفاض الهطول المطري وزيادة التبخر. وهذا بدوره ينعكس على الزراعة والأمن الغذائي والاستقرار الاجتماعي. وتشير الدراسات إلى أن الإجهاد الحراري في منطقة الشرق الأوسط

قد يتجاوز حدود القدرة البشرية على التكيف في بعض الفترات الموسمية إذا استمر مسار الانبعاثات الحالي دون تغيير (IPCC, 2021). وفي السياق الإقليمي، تُعد منطقة الأردن مثلاً واضحاً على هشاشة النظم البيئية أمام التغير المناخي، حيث تعتمد بشكل كبير على الأمطار الموسمية المحدودة والمياه الجوفية المعرضة للاستنزاف. ومع استمرار الاحترار، من المتوقع أن تتزايد فترات الجفاف وتقل كفاءة الإنتاج الزراعي، مما يفرض تحديات كبيرة على الأمن الغذائي والموارد الطبيعية.

### 1.5. التغير المناخي كقضية اقتصادية وتنموية

لا يمكن فهم التغير المناخي بمعزل عن أبعاده الاقتصادية، إذ يشكل تغير المناخ تهديداً مباشراً لنماذج التنمية التقليدية التي تعتمد على النمو المستمر في استهلاك الطاقة والموارد. فارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى زيادة الطلب على الطاقة للتبريد، وانخفاض الإنتاجية الزراعية، وارتفاع تكاليف إدارة الموارد المائية. تشير التقارير الاقتصادية المناخية إلى أن الخسائر الناتجة عن التغير المناخي قد تصل إلى نسبة كبيرة من الناتج المحلي الإجمالي العالمي إذا لم يتم اتخاذ إجراءات تخفيف فعالة. كما أن المناطق الفقيرة ستكون الأكثر تضرراً بسبب محدودية قدراتها التكيفية (IPCC, 2022).

### 2.5. البعد الفلسفي: الإنسان والطبيعة وإعادة تعريف التقدم

يتجاوز التغير المناخي كونه مشكلة علمية أو اقتصادية ليصبح سؤالاً فلسفياً عميقاً حول علاقة الإنسان بالطبيعة. فقد أدى النموذج الصناعي الحديث إلى إعادة تشكيل العلاقة بين الإنسان والنظام البيئي، حيث أصبح استغلال الموارد الطبيعية هو المحرك الأساسي للتقدم الاقتصادي. غير أن الأزمة المناخية تكشف حدود هذا النموذج، إذ تشير إلى أن النمو غير المحدود في نظام بيئي محدود الموارد غير ممكن على المدى الطويل. وبالتالي، فإن التغير المناخي يمثل لحظة مراجعة حضارية تتطلب إعادة تعريف مفهوم "التقدم" ليشمل الاستدامة البيئية وليس فقط النمو الاقتصادي. إن هذا التحول الفكري يعيد طرح أسئلة أساسية حول العدالة بين الأجيال، إذ أن القرارات الاقتصادية الحالية ستحدد بشكل مباشر نوعية الحياة للأجيال القادمة. وهنا تظهر أهمية مفهوم العدالة المناخية الذي يشير إلى التوزيع غير المتكافئ لآثار التغير المناخي

بين الدول والمجتمعات، حيث تتحمل الدول الأقل مساهمة في الانبعاثات العبء الأكبر من النتائج (Lenton et al., 2019).

### 3.5. هل نحن أمام نقطة تحول حضاري؟

تشير الأدلة العلمية المتراكمة إلى أن النظام المناخي قد يقترب من نقاط تحول حرجة، لكن الأهم من ذلك هو أن النظام البشري نفسه قد يمر بنقطة تحول حضارية. فالتغير المناخي لا يهدد فقط الأنظمة البيئية، بل يفرض إعادة هيكلة شاملة لأنظمة الطاقة، والنقل، والزراعة، والاقتصاد العالمي. إن استمرار المسار الحالي للانبعاثات قد يؤدي إلى عالم أكثر حرارة وعدم استقرار، بينما يمكن للانتقال السريع نحو الطاقة النظيفة أن يحد من أسوأ السيناريوهات. وبالتالي فإن المستقبل المناخي ليس قدراً حتمياً، بل هو نتيجة مباشرة لاختيارات بشرية وسياسات عالمية.

### 6. الخلاصة والاستنتاجات

استناداً إلى الأدلة الجيولوجية والرصدية والنماذج المناخية، يتضح أن الأرض لا تتجه نحو عصر جليدي في المستقبل المنظور، بل نحو احترار عالمي مستمر وطويل الأمد. وقد أدى النشاط البشري إلى تعديل المسار الطبيعي للدورات المناخية، مما أدى إلى تأجيل احتمالية العصر الجليدي القادم لعشرات آلاف السنين (Archer and Ganopolski, 2005). كما تشير الأدلة إلى أن الاحترار الحالي يتميز بسرعة غير مسبوقة في السياق الجيولوجي الحديث، وأن تأثيره يمتد ليشمل الغلاف الجوي والمحيطات والجليد والنظم البيئية. وبالتالي فإن التحدي الأساسي لا يتمثل فيما إذا كان المناخ سيتغير، بل في كيفية إدارة هذا التغير والتكيف معه والتخفيف من حدته.

يخلص هذا المقال إلى أن النظام المناخي للأرض يدخل مرحلة غير مسبوقة من حيث سرعة التغير واتجاهه، حيث يهيمن الاحترار العالمي الناتج عن النشاط البشري على العوامل الطبيعية التقليدية. وعلى الرغم من أن العصور الجليدية كانت جزءاً طبيعياً من تاريخ الأرض، فإن الأدلة الحالية تشير إلى أن هذا المسار الطبيعي قد تم تعطيله مؤقتاً نتيجة تراكم غازات الدفيئة. وبناءً على ذلك، فإن السيناريو الأكثر دعماً

علمياً في الوقت الحالي هو استمرار الاحترار العالمي خلال القرون القادمة، مع احتمالية ظهور تأثيرات طويلة الأمد تمتد لآلاف السنين.

## References

- Archer D. and Ganopolski A. 2005. A movable trigger: Fossil fuel CO<sub>2</sub> and the onset of the next glaciation. *Nature*, 433: 613–617.
- IPCC. 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press.
- IPCC. 2022. *Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. contribution of working group II to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press.
- Lelieveld J., Proestos Y., Hadjinicolaou P., Tanarhte M., Tyrllis E. and Zittis G. 2016. Strongly increasing heat extremes in the Middle East and North Africa (MENA) in the 21<sup>st</sup> century. *Climatic Change*, 137: 245–260.
- Lenton T.M., Rockstrom J., Gaffney O., Rahmstorf S., Richardson K., Steffen W. and Schellnhuber H.J. 2019. Climate tipping points – too risky to bet against. *Nature*, 575: 592–595.
- Pal J.S. and Eltahir E.A.B. 2016. Future temperature in southwest Asia projected to exceed a threshold for human adaptability. *Nature Climate Change*, 6: 197–200.
- Perkins–Kirkpatrick S.E. and Lewis S.C. 2020. Increasing trends in regional heatwaves. *Nature Communications*, 11: 3357.

- Rignot E., Mouginot J., Scheuchl B., van den Broeke M., van Wessem M.J. and Morlighem M. 2019. Four decades of Antarctic Ice Sheet mass balance from 1979–2017. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116: 1095–1103.
- Shepherd A., Ivins E.R., Rignot E., Smith B., van den Broeke M.R., Velicogna I., Whitehouse P.L., Briggs K.H., Joughin I., Krinner G., Nowicki S., Payne A.J., Scambos T.A., Schlegel N.A.G., Agosta C., Ahlstrom A.P., Babonis G. and Barletta V.R. 2020. Mass balance of the Greenland Ice Sheet from 1992 to 2018. *Nature*, 579: 233–239.
- Trenberth K.E., Fasullo J.T. and Balmaseda M.A. 2014. Earth's energy imbalance. *Journal of Climate*, 27: 3129–3144.
- Zachos J.C., Pagani M., Sloan L., Thomas E. and Billups K. 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science*, 292: 686–693.

صمود الأبقار البلدية في مواجهة التغير المناخي: ثروة جينية مهددة بالضياع وفقد دورها

في مستقبل الأمن الغذائي في ظل انقراض السلالات المحلية الأردنية

الأستاذ الدكتور رائد محمود العطيّات

وراثة وتقنيات حيوية، كلية الزراعة، جامعة مؤتة



## المقدمة

في البداية أود التمهيد بأن الله عز وجل قد حبى المملكة الأردنية الهاشمية بالتنوع البيولوجي الغني بالكائنات الحية. وذلك بسبب موقعها المركزي بين إفريقيا وأوراسيا وقربها من المراكز المفترضة لإستئناس الكائنات الحية البرية والزراعية (MoEnv, 2014). وعلاوة على ذلك، فإن الأردن لديه تاريخ غني بالتجارة البرية والبحرية مع الشرق الأدنى وإفريقيا وشبه القارة الهندية. إن كل تلك العوامل وتفاعلاتها شكلت شبكة غنية في التنوع الحيوي للحياة الحيوانية. بشكل عام فإن معظم الأنواع الحيوانية تتميز بوضع قابل للاندثار أو وضع خطر وغير متوقع لحدوث الانقراض. هذا ويستثنى من ذلك ما تقوم وتعمل عليه بعض الهيئات الرسمية وغير الرسمية للحياة الطبيعية والبرية في الأردن. كما وإن الأردن وضع أول خطة عمل استراتيجية للحفاظ على التنوع الحيوي أو البيولوجي بعد أن أصبح إحدى الدول الموقعة على اتفاقية التنوع البيولوجي (CBD) في عام 2001 (MOEnv, 2005). وتضمنت خطة العمل على أن بعض السلالات المحلية

من الحيوانات الزراعية أو الماشية التي هي مصدر للبروتينات القيمة يجب تقييمها من أجل تنوعها البيولوجي وإمكانية انقراضها. وعليه نشرت تقارير عديدة للحيوانات البرية والزراعية ضمن القائمة الحمراء (Red List) تضمنت حال هذه الحيوانات في الأردن. وكان من ضمن القائمة ذكور الحيوانات الزراعية مثل الجاموس واسماك السرحان والماعز الجبلي (Al-Atiyat, 2022). وعلى الجهة الأخرى، فقد ذكر تقرير آخر أن الأبقار البلدية أو المحلية مهددة بالانقراض من المملكة (Al-Atiyat, 2009). ونتيجة لذلك قد تضيع مواردها الجينية في المستقبل القريب. حيث على الأردن الاعتماد أكثر على المنتجات الحيوانية المستوردة لتلبية الطلب المتزايد من المستهلكين المحليين. مع الأخذ في الاعتبار أن الأبقار المستوردة لن تكون قادرة على التكيف والإنتاج بشكل كامل في الطبيعة حيث تربي الأبقار البلدي. وعمومًا، تعني السلالات الحيوانية المحلية المنقرضة فقدان الحيوانات المتكيفة بشكل جيد مع البيئات المحلية وظروف الإنتاج في حين أن تغير المناخ يندر بالخطر. إن الأبقار البلدية المحلية متكيفة بشكل جيد مع البيئة المحلية للمناطق الجافة ومقاومة الأمراض الاستوائية كما في شكل 1 (Al-Atiyat, 2022). وقد تم توثيق عددها الإجمالي بشكل جيد حيث أظهرت أعداد الماشية التي تم تربيتها في النظام التقليدي انخفاضًا من عام 2000 إلى عام 2010 (MoA, 2011). ويرجع هذا الانخفاض إلى فقدان المنافسة الإنتاجية مع السلالات المستوردة والتجهين وزيادة زواج الأقارب (Inbreeding). ونتيجة لذلك فقدان التنوع الحيوي ومن ثم فقدان هذه الحيوانات بالانقراض. إن الأبقار المحلية أو البلدية (Baladi) والتي تتواجد بقاياها في منطقة الأغوار الأردنية وفي جميع أنحاء وادي الأردن. حيث تم تصنيف الأبقار وتقييمها لخطر الانقراض في بيئتها المحلية في الأردن منذ عام 2009 (Al-Atiyat, 2009) شكل (1).

إن الهدف الأساسي من هذا المقال هو توضيح أفضلية تربية الحيوانات الزراعية في المحميات الطبيعية (In-Situ or original habitat) عن تربيتها في الأسر أو عند المزارعين أو المربين (Ex-situ Captive) وذلك من أجل المحافظة الوراثية وإبقاء التنوع الأحيائي لأنواع المختلفة والتي منها ما هو مهدد بالانقراض من البيئة الأردنية.



شكل 1: تربية بعض الأبقار البلدية في مناطق متفرقة من وادي الأردن (غور دير علا والشونة والاغوار الجنوبية).

أود هنا استعراض الحل الأمثل للمحافظة على هذه الأبقار من الانقراض والتي تكون غالباً تربيتهم ضمن مناطق محمية طبيعية في بيئتها أو تربيتها في مزارع وتحت ما يسمى بالأسر. مما لا شك فيه وغالباً أن تربية الكائنات البرية في المناطق المحمية الطبيعية (In-Situ or original habitat) (FAO, 2000) لها الأفضلية عن تربيتها لدى الأسر (Captive) في إعادة تأهيل وإدخال الأنواع التي انقرضت من الحيوانات الزراعية وتكثيرها. إن هذا النظام الأخير يشير إلى التربية في الأسر من كائنات برية أو حيوانات في أماكن أخرى بعيدة عن بيئتهم الأصلية. وهذه الجزئية هي المهمة في هذه المقالة وسيتم مقارنتها مع النظام الأول حيث تحفظ وتربي الحيوانات الزراعية والتي تم استئناسها وتدجينها في المكان الطبيعي لها وذلك بهدف إبقاء كامل قدرتها على التكيف في تركيبة الحيوانات الوراثية والتي تعبر عنها في البيئة التي عاشت فيها أو عاش فيها أجدادها أو مربوها الذين هم أجدادنا (شكل 2).



شكل 2: تواجد تربية الأبقار في جميع مناطق المملكة منذ نشأتها قبل أكثر من 100 عام.

وهذا مناسب للأنواع المحلية التي عادة ما يتطلب المحافظة عليها هو إبقاؤها في المكان الطبيعي التي ترجع لها. ولها فأن مميزات ومساوئ النظامين تم استعراضهم في جدول (1) وذلك بهدف تحديد نقاط القوة والأفضلية. ومن الجدول فإن ما يهنا هنا هو تربية الحيوانات الزراعية في المناطق المحمية (المحميات الطبيعية) حيث تشمل مميزات الرئيسية أنها لا تحتاج إلى التكنولوجيا المتقدمة مع أن هناك تطبيقات حديثة تستخدم مثل أخذ العينات بطرق أمثل ووجود استراتيجيات التربية والتحسين الوراثي. لكن الاحتياجات الأساسية والبنية التحتية للبرنامج في المحميات الطبيعية تتوفر بتكاليف معقولة. كما أن العمال ذو الكفاءة المحدودة والمزارعين من كل منطقة ممكن أن يقوموا بدور ناجح في الإدارة والحفاظ على السلالات المحلية وبمقابل الأجر محدود ومتطلبات محدودة. كما أنه يتضمن التزام مالي لحفظ الموارد الوراثية الحيوانية وتحسين معيشة المجتمعات الزراعية المرتبطة بهذه السلالات التي تستهدف الحفاظ على البيئة التي تعيش فيها وإرجاع البيئة إلى ما كانت عليه في السابق. إضافة إلى العائد الإنتاجي أو القيمة المضافة المتوقعة من بعض مشاريع الحفاظ على إعادة تأهيل من تحسين الانتاجية لمنتجاتها الغذائية والطاقة والسياحة.

**جدول 1: مميزات ومساوئ نظامي حماية الحياة المحلية في الأسر والمحميات الطبيعية.**

المعيار	التربية في الأسر	التربية في المحميات الطبيعية
التكلفة البنية التحتية	عالية	منخفضة
تكاليف الصيانة	منخفض	متوسط
الانجراف الجيني (Genetic Drift)	مرتفع	منخفض
السلامة	موثوقة - جيدة	سيئة - معتدلة
المراقبة والتحكم	جيدة	منخفضة
التكيف البيئي	لا يوجد	جيد
الانتخاب الطبيعي والتزاوج العشوائي	لا يوجد	يوجد

المصدر: FAO، 1992 .

ومن مميزات هذا النظام هو الاستدامة والاستمرارية حيث أنه من المعروف أن الظروف تتغير من الاستقرار الى الاضطرابات المالية أو البيئية أو الحروب أو الكوارث المناخية التي يمكن أن تقضي على مخازن الكائنات المجردة او حدائق الحيوان من أنظمة الأسر. أن كلا النظامان يتأثران بهذه الاضطرابات لكن المحميات الطبيعية لها قدرة أكبر في الاستقرار والاستدامة تحت افتراضية التغيير ذو الأسباب المختلفة. ومن جهة أخرى فإن المحميات الطبيعية تمكن تقييم السلالات الحيوانية المختلفة بشكل صحيح وهي في مناطقها الخاصة وبالتالي إنها تسمح للمحاكمات المقارنة والبحوث والتجارب بأن تكون أكثر تمثيلاً واعتباراً. وهذا يقودنا الى أهم نقطة للمحميات الطبيعية والذي هو إبقاء قدرة السلالات البلدية او المحلية على التكيف مع الظروف البيئية المتغيرة ومقاومة الأمراض المستوطنة. مع إبقاء هذه الحيوانات في المحميات هو كنز غني من المصادر الوراثية من جينات ذات قدرات تحمل وإنتاج ولها بعد اقتصادي وأمن اجتماعي وأمن غذائي تحت الظروف الحالية من التغير المناخي والجفاف وانحسار الأمطار وزيادة انتشار الأمراض. أما أخيراً، فإن الحفاظ على السلالات المحلية يسمح بالانتخاب الوراثي والتحسين وتقليل التزاوج الداخلي والاقارب في حدود الاستدامة والبقاء.

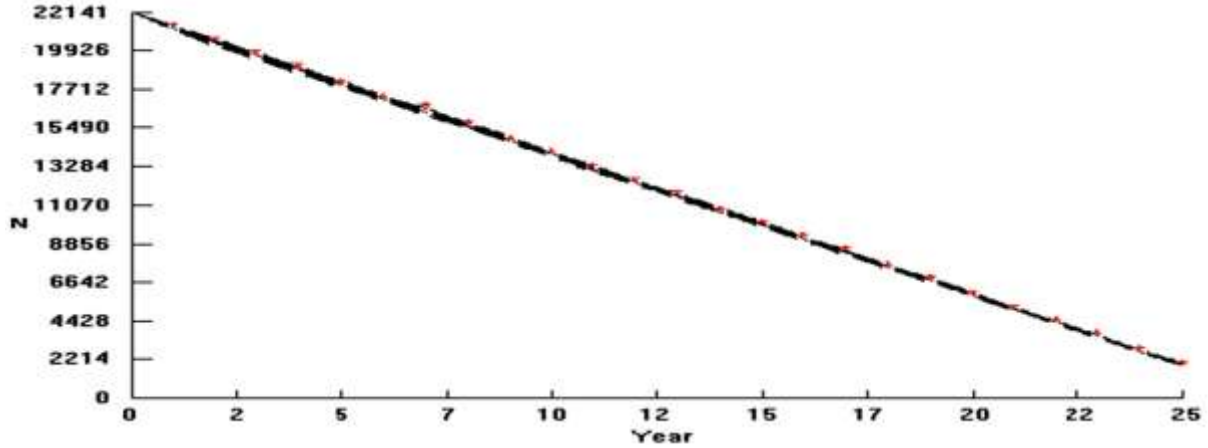
إن مما لا شك فيه أن نظام المناطق المحمية أو المحميات الطبيعية هي الأفضل بالمجمل. لكن يوجد بعض المساوئ والتي من الممكن إيجاد حلول لها. أما مساوئ المحميات الطبيعية فهي أولاً عدم وجود سيطرة كاملة على العديد من العوامل التي تؤثر على بقاء وحياة الحيوانات. والتي عواقبها تتضمن فقد الحيوان إما بالموت عن طريق الصيد أو هروبه نتيجة قلة الغذاء والماء. ثانياً هو أن هذه المشاريع للمحافظة في المحميات تتطلب أرضاً والتي هي موارد محدودة في بعض مناطق العالم وبالتالي تتطلب دعم حكومي ومالي وسياسي لا يمكن التنبؤ بها ولا سيما إذا كانت الحكومة أو المشغل مؤسسي ولديهم قدرة محدودة على الاستدامة والاستمرارية. أما ثالثاً فهو الانجراف الوراثي (Genetic Drift) هو سمة حتمية لهذا النظام حتى عندما يتم اتخاذ خطوات للحد أو منع ذلك. أن الانجراف الوراثي ينتج عن تحولات في تراكيب الجينات وهذا يسبب مصدر قلق خاصة لعدم قدرة الحيوانات المحلية على التأقلم وتحمل الظروف البيئية المتغيرة عليها. والسلبية الأخيرة هي التهديد المحتمل من الإصابة المرضية وعدم السيطرة على الأمراض التي يمكن أن

تنتقل من الحيوانات الأليفة التي ترعى في نفس المحمية. وبالتالي احتمالية القضاء على كل الكائنات أو جزء منها، وخاصة إذا كانت هي الوحيدة المتبقية أو فقط عدد قليل منها.

إن التوصية بإتباع المحميات الطبيعية يجب أن يترافق مع إيضاح المساوئ وأنه من الممكن إيجاد حلول لها أو استبداله. وهنا بعض المقترحات والتوصيات لذلك. أولاً عمل برامج تربية صغيرة الحجم في المحمية الواحدة وفي أكثر من مكان جغرافي ملائم. حيث تبدأ بحجم عينة كافي ( Effective Population Size - Ne) من الحيوانات الخصبة والحيوية. ويجب أن يتضمن تجنب زواج الأقارب (Inbreeding) Avoidness والتزاوج العشوائي والتربية الأصلية (Purbreeding) (Al-Atiyat, 2015). أما بالنسبة للتخفيف من الإصابة المرضية فإن استراتيجية تقسيم القطيع الى قطعان صغيرة قد تساعد في السيطرة على انتشار المرض.

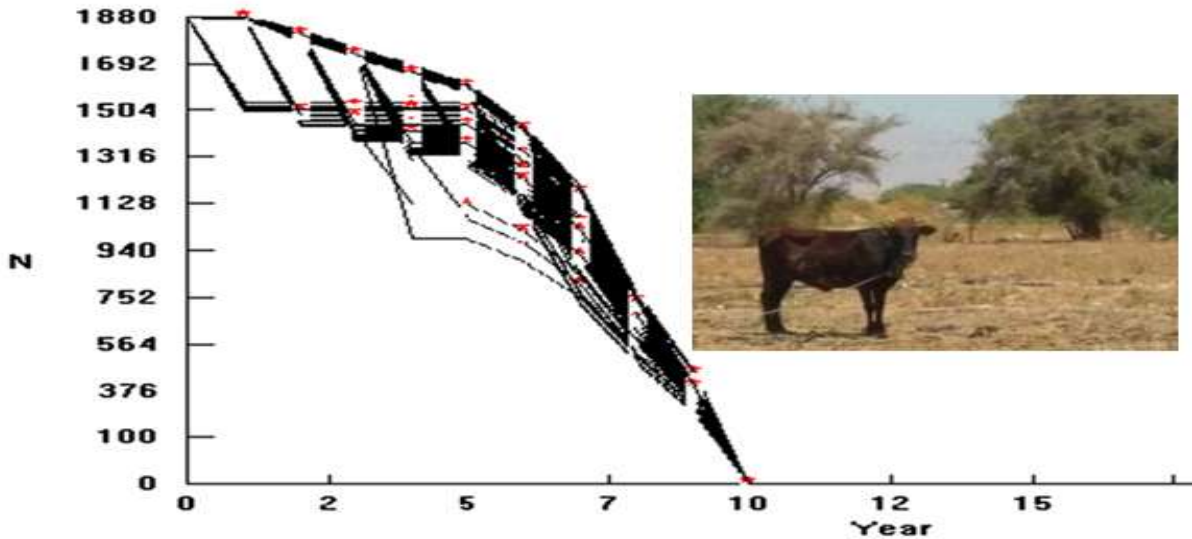
أما بالنسبة لتقليل أو الحد من الانجراف الوراثي والانقراض وظاهرة التزاوج الداخلي، فإن المعايير التالية يجب أن تعتبر في البرنامج وهي القدرة الإيجابية للأفراد ومعدلات الخصوبة وقدرتها على البقاء على قيد الحياة والتزاوج العشوائي. حيث كلما ارتفعت قيم هذه المعايير كلما قلت احتمالية الانجراف الوراثي. كما أن إدخال التقنيات الحديثة والتطبيقات الحاسوبية التي تحسب وتتنبأ بحدوث الانجراف الوراثي والانقراض قد أثبت نجاحاً وفعالية. وهنا وعلى وجه الخصوص تم استخدام بعض البرامج الحاسوبية للتنبؤ بالزمن المتوقع لتناقص بعض الأبقار البلدية على سبيل المثال.

يبين شكل (3) الفترة الزمنية لانخفاض أعداد قطع الأبقار البلدية الأردنية في بيئتها الجغرافية بعدد سنين قدر بخمسة وعشرون سنة بافتراض حصول الجفاف والمنافسة من قبل الأبقار المستوردة الأخرى (Al-Atiyat, 2009). من ناحية أخرى، قدرت الفترة الزمنية لاحتمالية الانقراض وباستخدام نماذج المعلوماتية الحيوية والمحاكاة الحاسوبية إلى قرب وقت الانقراض في المستقبل بعدد سنين مقداره 10 سنوات (شكل 4). وإن أفضل حل للانقراض هو تكوين مزرعة أو محمية طبيعية في الموقع الطبيعي لهم.



**شكل 3:** محاكاة للفترة الزمنية لتناقص أعداد قطيع من الابقار البلدية مكون من 2241 رأس مرباه في بيئتها الطبيعية تحت ظروف الجفاف وقلة الغذاء وضمن فترة 25 سنة من الماضي للوقت الحالي ( Al-Atiyat, 2009).

Final statistics:  $r = -0.162$ ,  $SD(r) = 0.227$ ,  $PE = 1.00$ ,  $N = 0$ ,  $H = 0$



**شكل 4:** محاكاة للفترة الزمنية لانقراض قطيع من الابقار البلدية مكون من 1880 رأس مرباه في بيئتها الطبيعية تحت ظروف الجفاف وقلة الغذاء وضمن فترة سابقة لزمان مستقبلي وبفترة 10 سنوات (Al-Atiyat, 2009).

وعليه فإن الهدف الثاني من هذا المقال هو الدعوة لإنشاء محمية طبيعية للأبقار البلدية كما هو الحال لبعض الحيوانات البرية. وعليه ستمثل الأبقار البلدية أول مخزون جيني في الأردن، مما يخلق الوعي حول إمكانات هذه السلالات كمورد جيني وإثراء التنوع الحيوي الزراعي وإمكاناته. كما ويمكن الدعوة لمساهمة المجتمع المحلي والاستثمار وبناء القدرات لأصحاب المصلحة في إدارة التربية الوراثية والحفظية للمنظمات الحكومية (GO's)، والمنظمات غير الحكومية (NGO's)، وأعضاء المجتمع المحلي، وأعضاء المنظمات، والطلاب والباحثين في الأردن.

إن التوصية النهائية هنا هي إتباع الأسلوب الأكثر فعالية وهو نظام المحميات المحلية الطبيعية من أجل المحافظة على الكائنات المحلية وتنوعها الحيوي والذي ينطوي على الاستفادة الكاملة من الكائنات المحلية ومن جيناتها المتكيفة مع التغير المناخي وتفعيل دورها في الأمن الغذائي من المنتجات الحيوانية. وبعتماده يتطلب توظيف بعض المعايير لزيادة مميزاته وتقليل بعض المساوئ المحتملة. إن النقطة الأساسية إعادة هذه الكائنات المحلية إلى المنطقة الجغرافية التي تكيفت فيها من القدم وهي الطريقة الأفضل في الحفاظ على تنوعها الحيوي وبقائها في البيئة المحلية الأردنية وتجنب انقراضها.

## References

- Al-Atiyat R.M. 2022. Geographical distribution and biodiversity of domesticated animals of Jordan: History of the first Millennium and current situation. The Arab World Geographer, 25: 137–153.
- Al-Atiyat R.M., Aljumaah R.S., Abudabos A.M., et al. 2015. Current situation and diversity of indigenous cattle breeds of Saudi Arabia. Animal Genetic Resources, 57: 39–49.
- Al-Atiyat R.M. 2009. Extinction probabilities of Jordan indigenous cattle using population viability analysis. Livestock Science, 123: 121–128.

FAO. 1992. In situ conservation of livestock and poultry. Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome. Italy.

FAO. 2000. World Watch List for Domestic Animal Diversity. 3<sup>rd</sup> Edn., Rome, Italy. Online.

MoA (Ministry of Agriculture). 2011. Livestock annual statistical records. Animal Production Directorate. Ministry of Agriculture, Amman, Jordan.

MoEnv (Jordanian Ministry of Environment). 2014. Jordanian Fifth National Report on the Implementation of the Convention on Biological Diversity. Ministry of Environment, Amman, Jordan.

## تأثير التغير المناخي ومقاومة المبيدات على الإدارة المستدامة للعنكبوت الأحمر ذو

### البقعتين *Tetranychus urticae*

المهندسة اسراء سالم

المركز الوطني للبحوث الزراعية



### الملخص

يُعد العنكبوت الأحمر ذو البقعتين (*Tetranychus urticae*) من أخطر الآفات الزراعية واسعة الانتشار، نظرًا لقدراته العالية على التكيف البيئي وسرعة تكاثره وتعدد عوائله النباتية. وقد أدت التغيرات المناخية المتسارعة، خاصة ارتفاع درجات الحرارة وزيادة فترات الجفاف، إلى تعزيز ديناميكيات هذه الآفة من خلال تقصير دورة حياتها وزيادة عدد أجيالها السنوية، بالإضافة إلى توسيع نطاق انتشارها الجغرافي وزيادة شدة الإصابة في النظم الزراعية المختلفة. وفي المقابل، أدى الاعتماد المكثف على المبيدات الكيميائية إلى تسريع تطور المقاومة، مما أضعف فعالية العديد من الأكاريسيدات ورفع من تكاليف المكافحة. تستعرض هذه المقالة التفاعل المعقد بين التغير المناخي وبيولوجيا وسلوك العنكبوت الأحمر ذو البقعتين، مع التركيز على الآليات الجزيئية لمقاومة المبيدات، بما في ذلك الطفرات في مواقع الهدف وزيادة نشاط إنزيمات إزالة السموم والتغيرات في نفاذية المبيد. كما تناقش الدراسة تأثير الظروف المناخية على كفاءة المبيدات وسلوكها

في البيئة، ودورها في تعزيز الضغط الانتقائي وتسريع تطور المقاومة. وتؤكد النتائج على أن الاستخدام الآمن والرشيد للمبيدات، ضمن إطار الإدارة المتكاملة للآفات، يمثل حجر الأساس في تحقيق توازن بين فعالية مكافحة وتقليل المخاطر البيئية والصحية. كما تبرز أهمية تبني استراتيجيات زراعية متكيفة مع التغير المناخي، تشمل تحسين توقيت تطبيق المبيدات، وتدوير المواد الفعالة، وتعزيز استخدام مكافحة الحيوية والمبيدات الحيوية. وتخلص الدراسة إلى أن مواجهة التحديات المرتبطة بالعنكبوت الأحمر ذو البقعين في ظل التغير المناخي تتطلب نهجًا تكامليًا يجمع بين الفهم الجزيئي للمقاومة والتطبيقات الحقلية المستدامة، بما يسهم في تحسين كفاءة نظم الإنتاج الزراعي وضمان استدامتها على المدى الطويل.

## المقدمة

يعدّ العنكبوت الأحمر ذو البقعين من أكثر الآفات الزراعية انتشارًا وخطورةً على مستوى العالم، إذ يتميز بقدرته العالية على إصابة طيف واسع من العوائل النباتية، مما يؤدي إلى خسائر اقتصادية كبيرة في المحاصيل الحقلية والخضرية ونباتات الزينة. وتكمن خطورته في سلوكه التغذوي القائم على امتصاص محتويات الخلايا النباتية، الأمر الذي يؤدي إلى تعطيل عمليات التمثيل الضوئي وظهور أعراض فسيولوجية تؤثر بشكل مباشر في نمو النبات وإنتاجيته (Van Leeuwen et al., 2015).

في ظل التغيرات المناخية المتسارعة، خاصةً ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية، أصبحت الظروف البيئية أكثر ملاءمة لتكاثر وانتشار هذه الآفة. إذ تسهم هذه التغيرات في تقصير مدة الجيل وزيادة عدد الأجيال السنوية، إضافةً إلى توسيع نطاق انتشارها الجغرافي، لا سيما في المناطق شبه الجافة وحوض البحر الأبيض المتوسط. كما تؤثر هذه التغيرات في التوازن البيئي من خلال التأثير في الأعداء الحيوية، مما يزيد من شدة الإصابة ويعقد استراتيجيات المكافحة (Skendzic et al., 2021).

في المقابل، أدى الاعتماد المكثف على المبيدات الكيميائية لمكافحة العنكبوت الأحمر ذو البقعين إلى ظهور مشكلة المقاومة، والتي تُعد من أبرز التحديات التي تواجه الإنتاج الزراعي الحديث. فقد أظهرت الدراسات أن هذه الآفة طوّرت مقاومة لعدد كبير من المواد الفعالة نتيجة الاستخدام المتكرر لنفس المبيدات، مما أدى إلى انخفاض كفاءتها وزيادة تكاليف المكافحة (Van Leeuwen et al., 2010) وعلى المستوى

الجزئي، تتعدد آليات المقاومة في هذه الآفة، إذ تشمل الطفرات في مواقع الهدف الجزيئي، وزيادة نشاط إنزيمات إزالة السموم، بالإضافة إلى تغييرات في نفاذية المبيد داخل جسم الآفة. وقد أظهرت الدراسات الحديثة أن هذه الآليات يمكن أن تتطور بشكل متكرر ومستقل في تجمعات مختلفة، مما يدل على قدرة عالية على التكيف مع الضغوط البيئية والكيميائية (Dermauw et al., 2018). كما تم توثيق وجود طفرات نوعية مرتبطة بمقاومة مبيدات محددة، مثل الطفرات في جين cytochrome b المرتبطة بمقاومة بعض الأكاريسيدات، مما يزيد من تعقيد المشكلة ويحد من فعالية برامج مكافحة التقليدية. ويزداد هذا التعقيد في ظل التغير المناخي، حيث تؤثر درجات الحرارة المرتفعة في سلوك المبيدات وثباتها، مما يؤدي إلى زيادة تكرار استخدامها وبالتالي تسريع تطور المقاومة (Finney et al., 2020).

في ضوء هذه التحديات، أصبح من الضروري تبني استراتيجيات متكاملة لإدارة هذه الآفة، تقوم على تقليل الاستخدام العشوائي للمبيدات، وتعزيز المكافحة الحيوية، وتطبيق تقنيات الزراعة الذكية مناخياً، بما يحقق استدامة الإنتاج الزراعي ويقلل من الأثر البيئي والصحي للمبيدات (FAO, 2021).

#### أولاً: بيولوجيا وسلوك العنكبوت الأحمر ذو البقعتين

يُعد العنكبوت الأحمر ذو البقعتين من أكثر الآفات تكيفاً وانتشاراً في النظم الزراعية، ويُعزى ذلك إلى مرونته البيولوجية العالية وقدرته على التكيف مع طيف واسع من الظروف البيئية والعوائل النباتية. تنتمي هذه الآفة إلى رتبة الأكارينا، وتتميز بصغر حجمها حوالي 0.3-0.5 مم ولونها المتغير بين الأخضر المصفر والأحمر، مع وجود بقعتين داكنتين مميزتين على جانبي الجسم نتيجة تراكم الفضلات في القناة الهضمية، وهي سمة تشخيصية رئيسية للنوع (Helle and Sabelis, 1985; Bolland et al., 1998). تمر دورة حياة هذه الآفة بعدة أطوار تشمل البيضة، اليرقة سداسية الأرجل، ثم مرحلتين من الحوريات (protonymph, deutonymph)، وأخيراً الطور البالغ. وتُعد سرعة تطور هذه الدورة من أهم العوامل التي تفسر خطورة الآفة، حيث يمكن أن تكتمل خلال 7-10 أيام فقط في الظروف المثلى 25-30 درجة مئوية، مما يسمح بظهور عدد كبير من الأجيال خلال الموسم الزراعي الواحد. كما أن الأنثى الواحدة قادرة على وضع ما بين 80-120 بيضة خلال فترة حياتها، وهو ما يؤدي إلى نمو أسي سريع في أعداد الآفة، خاصة

في البيئات المغلقة مثل البيوت البلاستيكية (Van Leeuwen et al., 2015). تتميز هذه الآفة بنمط تكاثر يُعرف بالتكاثر العذري الأحادي، حيث تنتج الإناث غير المخصبة ذكورًا، بينما تنتج الإناث المخصبة كلا الجنسين، مما يمنحها قدرة إضافية على الاستمرار والتوسع حتى في حال انخفاض الكثافة السكانية. كما تسهم هذه الآلية في زيادة التنوع الوراثي داخل التجمعات، مما يعزز قدرتها على التكيف مع الضغوط البيئية، بما في ذلك التعرض للمبيدات (Helle and Sabelis, 1985).

من الناحية السلوكية، يعتمد العنكبوت الأحمر ذو البقعتين على التغذية من خلال ثقب خلايا البشرة النباتية وامتصاص محتوياتها، مما يؤدي إلى تدمير البلاستيدات الخضراء وتقليل كفاءة التمثيل الضوئي. تظهر الأعراض الأولية على شكل بقع صفراء دقيقة، والتي تتطور لاحقًا إلى اصفرار عام وتساقط الأوراق في حالات الإصابة الشديدة. كما تقوم الآفة بإنتاج خيوط حريرية تغطي السطح السفلي للأوراق، مما يوفر لها الحماية من العوامل البيئية والأعداء الحيوية، ويُسهّل انتقالها بين النباتات بواسطة الرياح (Rioja et al., 2017). بيئيًا، يُفضل العنكبوت الأحمر الظروف الحارة والجافة، حيث يزداد نشاطه بشكل ملحوظ عند درجات حرارة تتراوح بين 25-35 درجة مئوية ورطوبة منخفضة. وقد أظهرت الدراسات أن ارتفاع درجات الحرارة لا يؤدي فقط إلى تسريع دورة الحياة، بل يزيد أيضًا من معدلات التغذية والنشاط الحركي، مما يعزز من شدة الإصابة. كما أن انخفاض الرطوبة يحد من انتشار الأمراض الفطرية التي قد تصيب الآفة، مما يمنحها ميزة إضافية في البيئات الجافة وشبه الجافة (Skendzic et al., 2021; Deutsch et al., 2018).

علاوة على ذلك، يتميز العنكبوت الأحمر ذو البقعتين بقدرة عالية على الاستجابة السلوكية للضغوط البيئية، حيث يمكنه الانتقال إلى نباتات جديدة عند تدهور جودة العائل، أو زيادة إنتاج الخيوط الحريرية كوسيلة للحماية. كما أظهرت الدراسات أن هذه الآفة قادرة على تعديل سلوكها التغذوي ومعدل تكاثرها استجابة لتغيرات المناخ أو التعرض للمبيدات، مما يعكس درجة عالية من اللدونة البيئية، وهي خاصية تلعب دورًا مهمًا في نجاحها كأفة عالمية (Dermauw et al., 2018).

## ثانيًا: تأثير التغير المناخي على العنكبوت الأحمر ذو البقعتين

يُعد التغير المناخي أحد أهم العوامل المؤثرة في ديناميكيات الآفات الزراعية، حيث يؤدي إلى تغييرات جوهرية في معدلات النمو والتكاثر والانتشار والتفاعل مع العائل النباتي والأعداء الحيوية. ويُظهر العنكبوت الأحمر ذو البقعتين استجابة عالية لهذه التغيرات، نظرًا لمرونته البيئية وقدرته الكبيرة على التكيف مع الظروف المناخية المتغيرة، مما يجعله نموذجًا مهمًا لدراسة تأثير التغير المناخي على الآفات الزراعية (Skendzic et al., 2021).

أحد أبرز تأثيرات التغير المناخي يتمثل في ارتفاع درجات الحرارة، والذي يؤدي إلى تسريع العمليات الفسيولوجية داخل الآفة، بما في ذلك النمو والتطور والتكاثر. فقد أظهرت الدراسات أن زيادة درجة الحرارة ضمن الحدود المثلى تؤدي إلى تقصير مدة الجيل وزيادة عدد الأجيال السنوية، مما يساهم في حدوث انفجارات عديدة خلال فترات زمنية قصيرة. كما أن ارتفاع درجات الحرارة يعزز من معدلات التغذية والنشاط الحركي، مما يزيد من شدة الضرر الواقع على النباتات المصابة (Deutsch et al., 2018). إضافة إلى ذلك، يؤدي انخفاض الرطوبة النسبية وزيادة فترات الجفاف إلى خلق بيئة مثالية لتكاثر هذه الآفة، حيث يفضل العنكبوت الأحمر ذو البقعتين الظروف الجافة التي تحد من انتشار مسببات الأمراض الفطرية التي قد تصيبه. كما أن الإجهاد المائي الذي تتعرض له النباتات نتيجة الجفاف يؤدي إلى إضعاف دفاعاتها الطبيعية، مما يجعلها أكثر عرضة للإصابة. وقد ثبت أن النباتات المجهدّة مائيًا تكون أكثر قابلية لدعم نمو الآفة وتكاثرها (Huberty and Denno, 2004; Skendzic et al., 2021). ومن الجوانب المهمة أيضًا تأثير التغير المناخي على التوزيع الجغرافي للآفة، حيث ساهم ارتفاع درجات الحرارة في توسع نطاق انتشار العنكبوت الأحمر إلى مناطق لم تكن مناسبة سابقًا، خاصة المناطق المعتدلة والمرتفعات. ويؤدي هذا التوسع إلى ظهور إصابات جديدة في مناطق زراعية غير معتادة على هذه الآفة، مما يشكل تحديًا إضافيًا لأنظمة مكافحة التقليدية (Deutsch et al., 2018).

كما يؤثر التغير المناخي بشكل غير مباشر على ديناميكيات الآفة من خلال تأثيره على الأعداء الحيوية، مثل المفترسات والأكاروسات النافعة. إذ يمكن أن تؤدي التغيرات في درجات الحرارة والرطوبة إلى

اختلال التزامن الزمني بين الآفة وأعدائها الحيوية، مما يقلل من كفاءة المكافحة الحيوية. وفي بعض الحالات، قد تستفيد الآفة من هذه الظروف أكثر من أعدائها، مما يؤدي إلى زيادة تفوقها العددي داخل النظام البيئي الزراعي (Thomson et al., 2010; Skendzic et al., 2021). وعلاوة على ذلك، يلعب التغير المناخي دورًا مهمًا في تعديل استجابة الآفة للمبيدات الكيميائية، حيث تؤثر درجات الحرارة المرتفعة على ثبات المبيدات وسلوكها في البيئة، بما في ذلك زيادة معدل تحللها أو تطايرها، مما يقلل من فعاليتها. وهذا بدوره يدفع المزارعين إلى زيادة تكرار الرش أو استخدام جرعات أعلى، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة الضغط الانتقائي وتسريع تطور المقاومة داخل تجمعات الآفة (Sparks and Nauen, 2015). ومن الجدير بالذكر أن التفاعل بين هذه العوامل لا يحدث بشكل منفصل، بل ضمن منظومة معقدة تشمل المناخ والنبات والآفة والمبيد. وتشير الدراسات الحديثة إلى أن التغير المناخي لا يؤثر فقط على كثافة الآفة، بل يعيد تشكيل النظام البيئي الزراعي بأكمله، مما يتطلب تطوير استراتيجيات إدارة جديدة تتكيف مع هذه التغيرات المتسارعة (IPCC, 2022).

### ثالثًا: مقاومة المبيدات في العنكبوت الأحمر ذو البقعتين

تُعد مقاومة المبيدات في العنكبوت الأحمر ذو البقعتين من أكثر الظواهر تعقيدًا وأهمية في علم حماية النبات، حيث يُصنّف هذا النوع كأحد أسرع الآفات تطورًا للمقاومة على المستوى العالمي. وقد تم توثيق مقاومته لعدد كبير من المجموعات الكيميائية، بما في ذلك الأكاريسيدات التقليدية والحديثة، مما أدى إلى تراجع فعالية العديد من برامج المكافحة الكيميائية على المستوى الجزيئي، تعتمد مقاومة المبيدات في هذه الآفة على مجموعة متكاملة من الآليات التي تعمل بشكل فردي أو تراكمي، وتشمل بشكل رئيسي: مقاومة موقع الهدف، ومقاومة الأيض، بالإضافة إلى آليات أخرى مثل تقليل نفاذية المبيد والتغيرات السلوكية. وتُظهر الدراسات أن التفاعل بين هذه الآليات يساهم في تكوين مستويات عالية من المقاومة، مما يزيد من تعقيد إدارتها في الحقول الزراعية (Dermauw et al., 2018). تُعد مقاومة موقع الهدف من أبرز الآليات الجزيئية، حيث تنشأ نتيجة حدوث طفرات في الجينات التي ترمز للبروتينات المستهدفة من قبل المبيد، مما يؤدي إلى تقليل قدرة المبيد على الارتباط بموقعه الحيوي. ومن الأمثلة على ذلك الطفرات في جين

cytochrome b المرتبطة بمقاومة بعض الأكاريسيدات مثل bifenazate، حيث تؤدي هذه الطفرات إلى تغيير بنية البروتين داخل الميتوكوندريا، مما يقلل من فعالية المبيد في تعطيل عملية التنفس الخلوي (Van Nieuwenhuysse et al., 2009). كما تم تسجيل طفرات في قنوات الصوديوم المرتبطة بمقاومة البيريثرويدات، وكذلك في مستقبلات GABA المرتبطة بمبيدات أخرى (Van Leeuwen et al., 2010) أما مقاومة الأيض، فتُعد من أكثر الآليات انتشارًا وتعقيدًا، وتعتمد على زيادة نشاط إنزيمات إزالة السموم داخل جسم الآفة، مثل إنزيمات السيتوكروم (Cytochrome P450 monooxygenases) P450، والإستريزات، والجلوتاثيون-S ترانسفيراز. تعمل هذه الإنزيمات على تفكيك المبيد أو تحويله إلى مركبات أقل سمية قبل وصوله إلى موقع الهدف، مما يقلل من تأثيره الحيوي. وقد أظهرت الدراسات الجينومية أن بعض جينات P450 تكون مفرطة التعبير (overexpressed) في السلالات المقاومة، مما يعزز من قدرتها على البقاء تحت الضغط الكيميائي (Dermauw et al., 2013; Riga et al., 2014). بالإضافة إلى ذلك، تلعب آليات النفاذية دورًا مهمًا في تقليل دخول المبيد إلى جسم الآفة، حيث تؤدي التغيرات في تركيب الكيوتكل إلى تقليل معدل امتصاص المبيد، سواء من خلال زيادة السمك أو التغيير في التركيب الكيميائي، مما يعمل كحاجز فيزيائي يقلل من وصول المبيد إلى الأنسجة الداخلية (Balabanidou et al., 2018). كما تُظهر هذه الآفة قدرات في التكيف السلوكي، حيث يمكنها تجنب المناطق المعالجة بالمبيدات أو تقليل فترة التعرض لها، مما يساهم في تقليل الجرعة الفعلية الواصلة إلى الجسم. وعلى الرغم من أن هذا النوع من المقاومة أقل دراسة مقارنة بالآليات الجزيئية، إلا أنه يُعد عاملاً مساهمًا في فشل برامج المكافحة (Desneux et al., 2007).

ومن الجوانب الحديثة في دراسة مقاومة المبيدات مفهوم التطور المتوازي، حيث أظهرت الدراسات الجينومية أن نفس الطفرات أو آليات المقاومة يمكن أن تتطور بشكل مستقل في تجمعات مختلفة من العنكبوت الأحمر ذو البقعتين حول العالم نتيجة التعرض لنفس الضغوط الانتقائية، مما يعكس قدرة وراثية عالية على التكيف السريع مع المبيدات (Dermauw et al., 2018). علاوة على ذلك، يلعب التغيير المناخي دورًا غير مباشر في تسريع تطور المقاومة، حيث تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى زيادة معدلات

الأيض داخل الآفة، مما يعزز من نشاط إنزيمات إزالة السموم. كما أن انخفاض فعالية المبيدات تحت الظروف الحارة يدفع إلى زيادة تكرار استخدامها، مما يزيد من الضغط الانتقائي ويسرع من انتشار الجينات المقاومة داخل التجمعات (Delcour et al., 2015). بناءً على ذلك، فإن فهم الآليات الجزيئية لمقاومة المبيدات في العنكبوت الأحمر ذو البقعتين يُعد أمرًا ضروريًا لتطوير استراتيجيات إدارة فعالة ومستدامة، تعتمد على تدوير المبيدات ذات آليات التأثير المختلفة، وتقليل الاعتماد على المبيدات الكيميائية، وتعزيز استخدام مكافحة الحيوية ضمن إطار الإدارة المتكاملة للآفات.

#### رابعًا: الاستخدام الآمن للمبيدات في ظل التغير المناخي لمكافحة العنكبوت الأحمر ذو البقعتين

في ظل التحديات المتزايدة الناتجة عن التغير المناخي وتطور مقاومة المبيدات، أصبح الاستخدام الآمن والرشيد للمبيدات الكيميائية عنصرًا أساسيًا في استدامة نظم الإنتاج الزراعي. ويُقصد بالاستخدام الآمن للمبيدات تطبيقها بطريقة تحقق أعلى كفاءة ممكنة في مكافحة الآفة مع تقليل التأثيرات السلبية على صحة الإنسان والبيئة، إضافة إلى الحد من تطور المقاومة داخل تجمعات الآفة (FAO, 2021). تؤثر التغيرات المناخية، وخاصة ارتفاع درجات الحرارة وزيادة التقلبات البيئية، بشكل مباشر على سلوك المبيدات وكفاءتها الحيوية. إذ تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى زيادة معدل تطاير المبيدات وتحللها الكيميائي، مما يقلل من فترة بقائها الفعالة على سطح النبات. كما يمكن أن تؤثر هذه الظروف على امتصاص المبيد وانتقاله داخل النبات، خاصة في حالة المبيدات الجهازية، مما يؤدي إلى انخفاض فعاليتها ضد الأطوار المختلفة للعنكبوت الأحمر (Delcour et al., 2015; Sparks and Nauen, 2015). بالتالي، فإن تطبيق المبيدات دون مراعاة هذه العوامل قد يؤدي إلى نتائج غير فعالة، ويزيد من الحاجة إلى تكرار الرش. ومن الجوانب الأساسية في الاستخدام الآمن للمبيدات اختيار المبيد المناسب وفقًا لآلية تأثيره وذلك بهدف تقليل احتمالية تطور المقاومة. حيث يُوصى بتطبيق استراتيجيات تدوير المبيدات التي تعتمد على استخدام مواد فعالة مختلفة في آلية تأثيرها بشكل متناوب، مما يقلل من الضغط الانتقائي على تجمعات العنكبوت الأحمر ذو البقعتين ويحد من انتشار الجينات المقاومة. كما أن استخدام المبيدات الانتقائية التي تستهدف الآفة دون التأثير على الأعداء الحيوية يُعد من الممارسات الأساسية لتحقيق التوازن البيئي (IRAC, 2023; Sparks and

(Nauen, 2015). يُعد توقيت التطبيق من أهم العوامل التي تحدد نجاح عملية مكافحة، حيث يُفضل استهداف الأطوار الحساسة من الآفة، مثل الأطوار الحورية المبكرة، والتي تكون أكثر عرضة لتأثير المبيدات. كما يجب أن يأخذ توقيت الرش بعين الاعتبار الظروف المناخية، مثل درجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية، لتقليل فقد المبيد وضمان وصوله إلى الهدف الحيوي بكفاءة عالية (Matthews, 2008). إضافة إلى ذلك، فإن الالتزام بالجرعات الموصى بها يُعد من الركائز الأساسية للاستخدام الآمن، حيث إن استخدام جرعات أقل من الموصى بها قد لا يحقق السيطرة الكافية على الآفة، بينما يؤدي استخدام جرعات أعلى إلى زيادة المخاطر البيئية وتسريع تطور المقاومة. كما يجب الالتزام بفترات الأمان لتقليل بقايا المبيدات في المنتجات الزراعية وضمان سلامة المستهلك (FAO, 2021).

في سياق التغير المناخي، تبرز أهمية دمج المبيدات ضمن إطار الإدارة المتكاملة للآفات، والتي تعتمد على تقليل الاعتماد على المبيدات الكيميائية من خلال استخدام بدائل مثل مكافحة الحيوية، والإجراءات الزراعية، والتقنيات الحديثة. فقد أظهرت الدراسات أن استخدام المفترسات الحيوية مثل *Phytoseiulus persimilis* ويُعد فعالاً في السيطرة على العنكبوت الأحمر، خاصة عند دمجها مع الاستخدام المدروس للمبيدات (McMurtry et al., 2013; Knapp et al., 2018). كما أن التوجه نحو استخدام المبيدات الحيوية والمستخلصات النباتية يمثل أحد الحلول الواعدة في ظل التغير المناخي، حيث تتميز هذه المواد بانخفاض سميتها وسرعة تحللها في البيئة، مما يقلل من تأثيرها على الكائنات غير المستهدفة. ومع ذلك، فإن فعاليتها قد تتأثر بالظروف البيئية، مما يتطلب تحسين طرق تطبيقها وتطوير صيغ أكثر ثباتاً (Isman, 2020).

ولا يقتصر مفهوم الاستخدام الآمن على الجوانب التقنية فقط، بل يشمل أيضاً السلامة المهنية للعاملين في القطاع الزراعي، حيث يجب الالتزام باستخدام معدات الوقاية الشخصية، مثل القفازات والكمادات والملابس الواقية أثناء تحضير وتطبيق المبيدات، لتقليل التعرض المباشر والتأثيرات الصحية (WHO, 2020). بناءً على ما سبق، فإن الاستخدام الآمن للمبيدات في مكافحة العنكبوت الأحمر ذو البقعتين يتطلب نهجاً متكاملاً يأخذ بعين الاعتبار التفاعل بين العوامل المناخية والبيولوجية والكيميائية، مع التركيز

على تقليل المخاطر البيئية والصحية، والحد من تطور المقاومة، وتحقيق استدامة الإنتاج الزراعي في ظل التغيرات المناخية المتسارعة.

## الخاتمة

تُظهر هذه الدراسة أن العنكبوت الأحمر ذو البقعتين يُمثل نموذجًا واضحًا للآفات الزراعية التي استفادت بشكل مباشر من التغيرات المناخية، حيث ساهمت الزيادة في درجات الحرارة وتكرار فترات الجفاف في تعزيز قدرته على التكاثُر السريع، وتوسيع نطاق انتشاره، وزيادة شدة الإصابة في النظم الزراعية المختلفة. وفي الوقت ذاته، أدى الاعتماد المكثف وغير المنظم على المبيدات الكيميائية إلى تسريع تطور المقاومة، مما أضعف فعالية العديد من الأكاريسيدات التقليدية، وخلق تحديات متزايدة أمام برامج مكافحة. كما أوضحت الدراسة أن مقاومة المبيدات في العنكبوت الأحمر ذو البقعتين ليست ظاهرة بسيطة، بل هي نتيجة تفاعل معقد بين آليات جزيئية متعددة، تشمل الطفرات في مواقع الهدف، وزيادة نشاط إنزيمات إزالة السموم، والتغيرات في نفاذية المبيد، إضافة إلى التكيفات السلوكية. ويزداد تعقيد هذه الظاهرة في ظل التغير المناخي، الذي لا يؤثر فقط على ديناميكيات الآفة، بل يغيّر أيضًا من سلوك المبيدات وكفاءتها، مما يعزز من الضغط الانتقائي ويسرّع من انتشار الجينات المقاومة. في هذا السياق، يبرز الاستخدام الآمن والرشيد للمبيدات كعنصر محوري في مواجهة هذه التحديات، حيث لم يعد الهدف مجرد القضاء على الآفة، بل تحقيق توازن دقيق بين فعالية مكافحة وتقليل المخاطر البيئية والصحية، وضمان استدامة الإنتاج الزراعي. وعليه، فإن تبني استراتيجيات إدارة متكاملة تأخذ بعين الاعتبار التفاعل بين المناخ والآفة والمبيد يُعد ضرورة ملحة وليس خيارًا.

## التوصيات

استنادًا إلى النتائج والتحليل العلمي، يمكن تقديم مجموعة من التوصيات التطبيقية والبحثية التي تسهم

في تحسين إدارة العنكبوت الأحمر ذو البقعتين في ظل التغير المناخي:

### أولاً: على مستوى إدارة المبيدات

- ضرورة تطبيق برامج تدوير المبيدات وفق آليات التأثير المختلفة للحد من تطور المقاومة.

- الالتزام الصارم بالجرعات الموصى بها وفترات الأمان لتقليل المخاطر الصحية والبيئية.
- تجنب الاستخدام العشوائي والمتكرر للمبيدات، خاصة في الظروف المناخية غير المناسبة (مثل الحرارة المرتفعة).

- اعتماد أنظمة مراقبة دورية للحساسية للمبيدات للكشف المبكر عن تطور المقاومة.

### ثانياً: في ظل التغير المناخي

- ضرورة تعديل برامج الرش وفق الظروف المناخية (درجة الحرارة، الرطوبة، الرياح) لضمان أعلى كفاءة ممكنة.

- تطوير استراتيجيات مكافحة تتكيف مع التغيرات المناخية، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة.

- إدخال نماذج تنبؤية لتوقع تفشي الآفة بناءً على البيانات المناخية.

### ثالثاً: تعزيز الإدارة المتكاملة للآفات

- التوسع في استخدام المكافحة الحيوية، خاصة المفترسات المتخصصة، كبديل أو مكمل للمبيدات.

- تحسين الممارسات الزراعية مثل إدارة الري والتسميد لتقليل إجهاد النبات وزيادة مقاومته الطبيعية.

- تقليل الاعتماد على المبيدات الكيميائية والاتجاه نحو المبيدات الحيوية والمستخلصات النباتية.

### رابعاً: على المستوى البحثي

- إجراء دراسات متقدمة لفهم الآليات الجزيئية للمقاومة تحت تأثير التغير المناخي.

- التركيز على المناطق الجافة مثل الشرق الأوسط، حيث لا تزال البيانات محدودة.

- تطوير مبيدات جديدة ذات آليات تأثير مبتكرة وأكثر أماناً للبيئة.

- دراسة التفاعل بين المناخ والآفة والمبيد ضمن أنظمة زراعية حقيقية.

### خامساً: على مستوى الإرشاد والسياسات

- تعزيز برامج التوعية والإرشاد الزراعي حول الاستخدام الآمن للمبيدات.

- تطبيق تشريعات صارمة لتنظيم تداول واستخدام المبيدات.

- دعم التحول نحو الزراعة الذكية مناخياً كخيار استراتيجي طويل الأمد.

## References

- Balabanidou V., Kampouraki A., MacLean M., et al. 2018. Cytochrome P450 associated with insecticide resistance and cuticle formation. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 93: 1–12.
- Bebber D.P., Ramotowski M.A. and Gurr S.J. 2013. Crop pests and pathogens move polewards in a warming world. *Nature Climate Change*, 3: 985–988.
- Bolland H.R., Gutierrez J. and Flechtmann C.H.W. 1998. World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Brill.
- Delcour I., Spanoghe P. and Uyttendaele M. 2015. Impact of climate change on pesticide use. *Food Research International*, 68: 7–15.
- Dermauw W., Van Leeuwen T. and Clark R.M. 2018. The evolution of xenobiotic metabolism and resistance in chelicerate mites. *Annual Review of Entomology*, 63: 475–498.
- Dermauw W., Wybouw N., Rombauts S., et al. 2013. A link between host plant adaptation and pesticide resistance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110: 113–122.
- Dermauw W., Wybouw N., Rombauts S., et al. 2018. A link between host plant adaptation and pesticide resistance in the polyphagous spider mite. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115: 6600–6609.
- Desneux N., Decourtye A. and Delpuech J.M. 2007. Effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52: 81–106.

- Deutsch C.A., et al. 2018. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, 361: 916–919.
- FAO. 2021. International code of conduct on pesticide management. Food and Agriculture Organization.
- Finney C.M., et al. 2020. Temperature influences pesticide toxicity in arthropods. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 39: 1027–1035.
- Helle W. and Sabelis M.W. (Eds.). 1985. Spider mites: Their biology, natural enemies and control. Elsevier.
- Huberty A.F. and Denno R.F. 2004. Plant water stress and herbivorous insects. *Ecology*, 85: 1383–1398.
- IPCC. 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press.
- IRAC. 2023. Mode of action classification scheme. Insecticide Resistance Action Committee.
- Isman M.B. 2020. Botanical insecticides in the twenty-first century. *Annual Review of Entomology*, 65: 233–249.
- Knapp M., van Houten Y., van Baal E. and Groot T. 2018. Use of predatory mites in commercial crops. *Experimental and Applied Acarology*, 74: 1–19.
- Matthews G.A. 2008. *Pesticide application methods* (3<sup>rd</sup> Edn.). Wiley–Blackwell.
- McMurtry J.A., De Moraes G.J. and Sourassou N.F. 2013. Revision of predatory mite classification. *Zootaxa*, 3478: 1–291.

- Riga M., Bajda S., Themistokleous C., et al. 2014. Target-site mutations and P450-mediated resistance. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 54: 23–33.
- Rioja C., Zhurov V., Bruinsma K.A., et al. 2017. Plant-herbivore interactions: mite feeding effects. *New Phytologist*, 215: 569–579.
- Skendzic S., et al. 2021. The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12: 440.
- Sparks T.C. and Nauen R. 2015. IRAC: Mode of action classification. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121: 122–128.
- Thomson L.J., Macfadyen S. and Hoffmann A.A. 2010. Predicting the effects of climate change on natural enemies. *Biological Control*, 52: 296–306.
- Van Leeuwen T., Vontas J., Tsagkarakou A., et al. 2010. Acaricide resistance mechanisms in *Tetranychus urticae*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 97: 117–128.
- Van Leeuwen T., Tirry L. and Nauen R. 2015. Complete resistance spectrum and life history traits in *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, 71: 825–831.
- Van Nieuwenhuysse P., Vanholme B., Dermauw W., et al. 2009. Mutations in cytochrome b associated with resistance. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 39: 500–507.
- WHO. 2020. The WHO recommended classification of pesticides by hazard. World Health Organization

## الاقتصاد الأخضر في الأردن: بين التحديات الهيكلية وفرص التحول المستدام

الدكتور خالد خريسات

المؤسس والمدير التنفيذي لشركة منصة دمج الأكاديميا بالصناعة



في ظل التدهور البيئي العالمي المتسارع، أصبح الاقتصاد الأخضر من النماذج التنموية الحديثة التي حظيت باهتمام كبير، وهي تسعى إلى تحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والاستمرارية البيئية. ومن هنا فإن الاقتصاد الأخضر يقصد به ذلك النموذج الذي يقوم يعزز الرفاه الإنساني والعدالة الاجتماعية من خلال الحد من المخاطر البيئية واستهلاك الموارد الطبيعية. وتزداد أهمية هذا التوجه في الأردن بشكل خاص نظرا لمحدودية موارد الطبيعية، وتفاقم أزمة المياه، وارتفاع كلفة الطاقة. الأمر الذي يجعل التحول نحو الاقتصاد الأخضر خيارا استراتيجيا يرتبط بجملة من التحديات الهيكلية مثل ندرة الموارد الطبيعية، وارتفاع أسعار الطاقة، وضعف البنية التحتية والخدمات. فالاقتصاد الأخضر يقوم بتعزيز كفاءة الاستخدام، والاستثمار في التكنولوجيا النظيفة، ودعم السياسات المالية والتشريعية التي تحفز الاستثمار الأخضر، إلى جانب تشجيع قطاع الأعمال. ومن المتوقع، أن يسهم هذا التحول في خلق فرص عمل، وتحسين كفاءة الاقتصاد، والتقليل من استهلاك الموارد الطبيعية بشكل مفرط وتكاليف الطاقة على المدى البعيد.

### الواقع البيئي والاقتصادي في الأردن

يواجه الأردن مجموعة من التحديات بيئية واقتصادية متداخلة، حيث يشكل العامل البيئي أحد أهم المصاعب التي تواجهها، وفي مقدمة هذه التحديات شح الموارد المائية، وذلك لكون الأردن من أفقر الدول

في العالم من الناحية المائية، فقد انخفضت حصة الفرد من المياه بشكل ملحوظ نتيجة التغير المناخي وازدياد نسبة السكان بشكل سريع وتدفق اللاجئين. كما يعاني الأردن أيضًا من محدودية مصادر الطاقة المحلية، مما يعني أنه يعتمد على استيرادها وبالتالي ينعكس على استقرار الإمدادات وكلفة الطاقة فتكبد الميزانية الوطنية خسائر فادحة. إضافة إلى ذلك تتفاقم مشكلات التصحر وتدهور الأراضي الزراعية، وازدياد إنتاج النفايات الصلبة، مقابل تحديات في البنية التحتية لإدارتها.

ورغم هذه التحديات التي يواجهها الأردن، فإنه يمتلك بعديد الفرص الواعدة للتحويل نحو اقتصاد أكثر استدامة، أبرز هذه الفرص القدرة على الاستفادة من الموقع الجغرافي للأردن واستثمار الموارد الطبيعية فيه، وذلك خلال مجالي الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، إذ إن الأردن يتميز بعدد أيام كبيرة من سطوع الشمس سنويًا. كما تبرز فرص أخرى في مجالات إعادة التدوير وتحويل النفايات إلى طاقة.

### الإطار التشريعي والسياسات الوطنية

أدرك الأردن مبكرًا أهمية التحويل نحو الاقتصاد الأخضر كخيار استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة، فعمل على تطوير حزمة متكاملة من السياسات والاستراتيجيات التي تهدف إلى تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي وحماية البيئة وتعزيز كفاءة استخدام الموارد.

ومن أبرز هذه الجهود:

### الخطة الوطنية للنمو الأخضر في الأردن (2017)

شكّلت هذه الخطة نقطة انطلاق أساسية من خلال تحديد قطاعات ذات أولوية وتأثير مثل الطاقة والمياه والزراعة والنقل والسياحة وإدارة النفايات. كما ركزت على المشاريع القابلة للتنفيذ، وتعزيز الشراكة بين القطاعين العام والخاص، إضافة إلى دمج البعد البيئي في عملية صنع القرار الاقتصادي.

### خطة العمل الوطنية للنمو الأخضر (2021-2025)

جاءت هذه الخطة كمرحلة تنفيذية أكثر تفصيلاً، حيث ركزت على ترجمة الاستراتيجيات إلى برامج تنفيذية واضحة، مع تحديد مؤشرات أداء واضحة لقياس التقدم، إلى جانب بناء القدرات المؤسسية، وتحفيز

الاستثمار الأخضر، وتطوير أدوات تمويل مبتكرة مثل السندات الخضراء، وتعزيز مشاركة القطاع الخاص والمجتمع المدني.

### رؤية التحديث الاقتصادي (2033)

اعتبرت هذه الرؤية الاقتصاد الأخضر كأحد المحركات الرئيسية للنمو المستقبلي، من خلال التركيز على قطاعات واعدة مثل الطاقة النظيفة، والصناعات الخضراء، والسياحة البيئية. كما أكدت على أهمية التحول الرقمي والابتكار في دعم هذا التوجه، وخلق فرص عمل نوعية، خاصة للشباب.

### الاستراتيجية الوطنية للطاقة (2020-2030)

تهدف هذه الاستراتيجية إلى رفع مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الكلي، وتقليل الاعتماد على الوقود المستورد، وتحسين كفاءة الطاقة في مختلف القطاعات. وقد شهد الأردن بالفعل تقدماً ملحوظاً في هذا المجال من خلال تزايد مشاريع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، إلا أن التحدي لا يزال قائماً في استدامة التمويل وتحديث البنية التحتية للشبكات.

ورغم هذا التقدم، لا يزال التطبيق العملي يواجه بعض التحديات، من أبرزها محدودية التمويل، واعتماد العديد من المشاريع على التمويل الخارجي، إضافة إلى الحاجة إلى تعزيز التنسيق بين المؤسسات الحكومية المختلفة وتوحيد الجهود. كما تبرز الحاجة إلى تطوير الأطر القانونية والتنظيمية بشكل مستمر، وتحسين بيئة الاستثمار، ورفع مستوى الوعي المجتمعي بأهمية الاقتصاد الأخضر، لضمان تحقيق تحول فعلي ومستدام على أرض الواقع.

### القطاعات الرئيسية للاقتصاد الأخضر في الأردن

#### أولاً: الطاقة المتجددة

شهد الأردن تحول استراتيجي في مجال الطاقة بسبب الاعتماد السابق عليه من خلال الاستيراد، إذ أصبحت الطاقة المتجددة أحد أهم العناصر في استراتيجية الطاقة. حيث وصلت نسبة الإسهام في مجال الطاقة المتجددة إلى حوالي 25-30% من إنتاج الكهرباء السنوي، وهذا يعد إنجازاً مهماً خاصة بالمقارنة

بما كان عليه الحال منذ بداية هذا العقد. وقد ساهم قانون الطاقة المتجددة والترشيد في توفير فرص للاستثمار، خاصة عبر نظام الشراء الكهربائي وعدادات الطاقة المتجددة.

### مشاريع بارزة

- مشروع الطاقة الشمسية في معان يعد من أبرز التجمعات الشمسية في المنطقة.
- مشروع الرياح في الطفيلة يعد من أول مشاريع الرياح التجارية في المنطقة العربية.

### ثانياً: إدارة المياه

نظراً لندرة الموارد المائية، تعد إدارة المياه من أهم أولويات التحول نحو الاقتصاد الأخضر في الأردن. وتشمل الجهود الحالية مشاريع الاستراتيجية مثل مشروع الناقل الوطني لتحويل المياه من البحر الأحمر إلى عمان. بالإضافة للتوسع في محطات المعالجة وإعادة تدوير المياه الصادرة من تلك المحطات واستخدامها في الزراعة.

### الكفاءة المائية:

تطبيق أنظمة ري الماء مثل تقنية الري بالتنقيط، بالإضافة إلى الري الذكي للحد من الفاقد.

### ثالثاً: إدارة النفايات والاقتصاد الدائري

يمثل هذا القطاع فرصة كبيرة لتحويل التحديات البيئية إلى فرص اقتصادية. لا يزال الأردن يعتمد بشكل كبير على الطمر الصحي، مع محدودية نسب إعادة التدوير. إلا أن هناك توجهات حديثة نحو تطوير مشاريع تحويل النفايات إلى طاقة (Waste-to-Energy) وتعزيز سلاسل القيمة لإعادة التدوير (البلاستيك، الورق، المعادن) والتوجه نحو الاقتصاد الدائري من خلال تشجيع إعادة الاستخدام وإطالة عمر المنتجات ودمج القطاع غير الرسمي (النباشين) في المنظومة الرسمية.

### رابعاً: الزراعة المستدامة

يتجه القطاع الزراعي نحو التحول لمواجهة تحديات شح المياه وتغير المناخ من خلال بعض التقنيات الحديثة، مثل الزراعة المائية والزراعة العمودية، واستخدام البيوت البلاستيكية الذكية للتحكم في المناخ.

إضافة لمفهوم الزراعة الذكية مناخياً: اختيار محاصيل مقاومة للجفاف وتحسين إدارة التربة وتقليل استخدام الأسمدة الكيميائية.

#### خامساً: النقل المستدام

يشكل قطاع النقل أحد أكبر مصادر الانبعاثات في الأردن، مما يجعله أولوية للتحويل الأخضر. ومن المبادرات القائمة: تشغيل حافلات الباص سريع التردد (BRT) في عمان والزرقاء، وإدخال الحافلات الكهربائية ضمن أسطول النقل العام. إضافة إلى التوجه لاستخدام السيارات الكهربائية والهجينة حيث تزايد استيرادها نتيجة الحوافز الجمركية. إلا أن تطوير البنية التحتية، خاصة محطات الشحن الكهربائي، لا يزال من أبرز التحديات.

#### الفرص الاستثمارية في القطاعات الخضراء

تشير التقديرات إلى أن الاقتصاد الأخضر في الأردن يمتلك قدرة جذب استثمارات تتجاوز 10 مليار دولار خلال العقد القادم، مدفوعاً بالإصلاحات التشريعية، والطلب المتزايد على الموارد، والدعم الدولي لبرامج الاستدامة. ولا تقتصر أهمية هذه الاستثمارات على العوائد المالية، بل تمتد لتشمل تعزيز الأمن المائي والطاقة، وتحقيق الاستدامة البيئية، وخلق فرص عمل نوعية.

#### فرص الاستثمار حسب القطاعات

##### 1. الطاقة المتجددة

تعد مشاريع الطاقة الشمسية والرياح فرص مستمرة لتطوير مشاريع جديدة أو إعادة هيكلة المشاريع القائمة عبر نماذج IPP و PPP. إضافة إلى حلول تخزين الطاقة من خلال الاستثمار في حلول البطاريات لدعم استقرار الشبكة. كما ويعد الهيدروجين الأخضر قطاع ناشئ يمكن أن يضع الأردن كمركز إقليمي للتصدير وتشجيع التصنيع المحلي وإنتاج مكونات الأنظمة الشمسية (ألواح، محولات، هياكل).

##### 2. قطاع المياه

يبرز قطاع المياه في مشاريع محطات التحلية مثل الناقل الوطني التي تفتح المجال لشراكات استثمارية طويلة الأجل وإعادة الاستخدام من خلال تطوير محطات معالجة متقدمة وبيع المياه المعالجة للقطاع الزراعي والصناعي. إلى جانب تبني حلول رقمية لإدارة الشبكات وتقليل الفاقد المائي.

### 3. إدارة النفايات والاقتصاد الدائري

تتزايد فرص تحويل النفايات إلى طاقة من خلال مشاريع ذات جدوى اقتصادية عالية في المدن الكبرى تتمثل بإعادة التدوير الصناعي: فرص في البلاستيك، المعادن، والإلكترونيات والوقود البديل من خلال تزويد مصانع الإسمت بالطاقة من النفايات.

### 4. الزراعة المستدامة

الانتقالات إلى الزراعة المائية والعمودية من خلال مشاريع عالية الكفاءة في استهلاك المياه والاستثمار في الشركات الناشئة التي تقدم حلولاً رقمية للمزارعين. بالإضافة إلى التحول للتصنيع الغذائي الأخضر القائم على تحويل المنتجات الزراعية إلى منتجات ذات قيمة مضافة للتصدير.

### 5. النقل المستدام

التركيز على البنية التحتية للشحن الكهربائي من خلال إنشاء وتشغيل محطات شحن المركبات الكهربائية. والاستثمار في تشغيل وإدارة أساطيل النقل منخفضة الانبعاثات. والدعوة للتوجه لخدمات التنقل الذكي وتطبيقات النقل التشاركي وإدارة الأساطيل.

### نماذج الأعمال وآليات الاستثمار

- الشراكة بين القطاعين العام والخاص: (PPP) النموذج الأكثر شيوعاً في مشاريع البنية التحتية (طاقة، مياه، نقل).

- مشاريع المنتج المستقل: (IPP/IWP) حيث يقوم المستثمر بتمويل وبناء وتشغيل المشروع وبيع الإنتاج للحكومة.

الاستثمار المباشر (FDI): جذب شركات دولية للدخول في السوق الأردني.

رأس المال الجريء: (VC): خاصة في مجالات التكنولوجيا الزراعية والنقل الذكي.  
السندات الخضراء (Green Bonds): أداة تمويلية واعدة لتمويل مشاريع الاستدامة.

### ثالثاً: العوائد الاقتصادية المتوقعة

من أهم التأثيرات الاقتصادية هو خلق فرص العمل حيث من المتوقع إمكانية توليد أكثر من 100 ألف فرصة عمل مباشرة وغير مباشرة، خصوصاً في القطاعات التقنية والهندسية. بالإضافة إلى تحفيز النمو الاقتصادي ورفع مساهمة القطاعات الخضراء في الناتج المحلي الإجمالي والذي ينعكس على تقليل فاتورة الاستيراد خاصة في الطاقة والمياه، وتعزيز تنافسية الاقتصاد من خلال تبني معايير الاستدامة العالمية.

### رابعاً: المزايا التنافسية للأردن

يتميز الأردن بموقع جغرافي استراتيجي يربط بين أسواق الشرق الأوسط وأوروبا. واستقرار تشريعي نسبي مقارنة بالمنطقة ودعم دولي قوي من مؤسسات مثل البنك الدولي والاتحاد الأوروبي. بالإضافة إلى بنية تحتية تنظيمية متقدمة في الطاقة المتجددة مقارنة بدول مجاورة.

### خامساً: التحديات التي يجب أخذها بعين الاعتبار

- محدودية الموارد الطبيعية (خاصة المياه).
- الحاجة إلى تحديث الشبكات والبنية التحتية.
- تحديات التمويل طويل الأجل.
- ضرورة تطوير المهارات والكوادر البشرية في المجالات الخضراء.

### البرامج والمشاريع الممولة في الاقتصاد الأخضر بالأردن

#### برنامج مركز الابتكار الأخضر في الأردن

يهدف إلى دعم المشاريع الريادية البيئية، وتقديم التدريب والتمويل الأولي للمبادرات الخضراء الناشئة.

#### برنامج المهارات الخضراء

يركز على تدريب الشباب الأردني في مجالات الطاقة الشمسية، وكفاءة الطاقة، والمركبات الكهربائية،

لإعداد كوادر مؤهلة لسوق العمل الأخضر.

## مشروع الصناعة الخضراء المتقدمة

يسعى إلى دعم التحول نحو الاقتصاد الدائري في القطاع الصناعي، من خلال تقليل الهدر وتحسين كفاءة استخدام الموارد.

### مرفق تمويل الاقتصاد الأخضر

يوفر قروضًا ميسرة للأفراد والشركات للاستثمار في مشاريع الطاقة النظيفة والتقنيات البيئية.

### المسابقات والمبادرات الريادية في الاقتصاد الأخضر

#### مسابقة المشاريع الخضراء المبتكرة في الأردن

تعد من المبادرات المهمة التي تشجع الشباب ورواد الأعمال على تقديم حلول مبتكرة في مجالات الطاقة، المياه، وإدارة النفايات.

#### الهاكاثون الأخضر في الأردن

فعالية تنافسية تهدف إلى تطوير حلول عملية للتحديات البيئية المحلية، وقد دعمت عددًا من المشاريع الناشئة في المحافظات.

#### مسابقات الابتكار البيئي الجامعية

تنظمها الجامعات الأردنية لتشجيع الطلبة على تطوير حلول تقنية مستدامة في مجالات البيئة والطاقة.

#### حاضنات الأعمال الخضراء

توفر برامج دعم للمشاريع الناشئة في مجالات إعادة التدوير والطاقة النظيفة والابتكار البيئي.

### التحديات والمعوقات

على الرغم من الإمكانيات الكبيرة التي يوفرها الاقتصاد الأخضر، إلا أن الأردن يواجه مجموعة مركبة من التحديات الهيكلية والتنفيذية التي تؤثر على سرعة وفعالية هذا التحول. ويمكن تصنيف هذه التحديات ضمن المحاور التالية:

## أولاً: التحديات التمويلية والاستثمارية

تمثل محدودية التمويل المحلي أبرز التحديات، حيث تعتمد العديد من المشاريع الخضراء على التمويل الدولي والمنح، مما يحد من الاستدامة المالية طويلة الأجل. يتلوهما ارتفاع كلفة الاستثمار الأولي، خصوصاً في مشاريع الطاقة المتجددة، التحلية، والبنية التحتية للنقل الكهربائي. بالإضافة لمخاطر الاستثمار الناتج عنه تردد المستثمرين نتيجة عدم وضوح بعض السياسات أو طول فترة استرداد رأس المال، وضعف أدوات التمويل الخضراء مثل السندات الخضراء وصناديق الاستثمار المتخصصة، والتي لا تزال في مراحلها المبكرة في الأردن.

## ثانياً: التحديات المؤسسية والتنظيمية

تعدد الجهات المعنية، حيث وجود عدة وزارات ومؤسسات تعمل بشكل متوازٍ (الطاقة، المياه، البيئة، النقل)، ما يؤدي أحياناً إلى تداخل الصلاحيات. وضعف التنسيق بين القطاعين العام والخاص، خاصة في تنفيذ مشاريع الشراكة الذي يقود لبطء تنفيذ السياسات رغم وجود استراتيجيات وطنية، إلا أن التنفيذ على أرض الواقع قد يتأخر بسبب الإجراءات البيروقراطية. ويعد عدم استقرار بعض التشريعات أو تغير الحوافز الاستثمارية من أهم العوامل المؤثرة على ثقة المستثمرين.

## ثالثاً: التحديات التقنية والبنية التحتية

محدودية البنية التحتية في بعض المناطق، خاصة في مجالات إدارة النفايات وشبكات المياه. ووجود ضغط على الشبكة الكهربائية نتيجة التوسع في الطاقة المتجددة دون تطوير موازٍ للبنية التحتية والتخزين. ويجب الإشارة إلى أن فاقد المياه المرتفع في الشبكات يشكل تحدياً رئيسياً للاستدامة، كما نقص التكنولوجيا المحلية والاعتماد على الاستيراد في العديد من الحلول التقنية.

## رابعاً: التحديات البشرية وبناء القدرات

نقص الكفاءات المتخصصة في مجالات مثل الطاقة المتجددة، الاقتصاد الدائري، والتكنولوجيا الزراعية، ووجود فجوة بين التعليم وسوق العمل حيث أن البرامج الأكاديمية لا تواكب دائماً احتياجات

الاقتصاد الأخضر. وشكلت هجرة الكفاءات وانتقال بعض الخبرات إلى أسواق خارجية ذات فرص أفضل على جانب ضعف برامج التدريب المهني المرتبطة بالوظائف الخضراء تحديات حقيقية تعيق هذا التحول.

#### خامسًا: التحديات المجتمعية والثقافية

يعد محدودية الوعي البيئي لدى الأفراد والمؤسسات عامل يبطئ تبني الممارسات المستدامة، إلى جانب ضعف ثقافة إعادة التدوير والفصل من المصدر ومقاومة التغيير في بعض القطاعات التقليدية وضعف الطلب المحلي على المنتجات والخدمات الخضراء مقارنة بالتكلفة.

#### سادسًا: التحديات الاقتصادية الكلية

يجعل ارتفاع معدلات البطالة الأولويات الاقتصادية قصيرة الأجل تتغلب أحيانًا على الاستثمارات طويلة الأجل في الاستدامة والاعتماد على الاستيراد في بعض مدخلات التكنولوجيا الخضراء. بالإضافة إلى تأثر الاقتصاد بالتقلبات الإقليمية، مما ينعكس على الاستثمارات.

#### التوصيات

لتسريع التحول نحو الاقتصاد الأخضر في الأردن، يوصى بتوسيع الحوافز الضريبية للمشاريع الخضراء وتعزيز أدوات التمويل المخصص للابتكار البيئي. بالإضافة إلى دعم الشراكات بين القطاعين العام والخاص والاستثمار في التعليم والتدريب المهني المرتبط بالوظائف الخضراء ونشر الثقافة البيئية في المجتمع على مستوى الأفراد والمؤسسات.

#### الخاتمة

يمثل الاقتصاد الأخضر فرصة استراتيجية للأردن لتحقيق تنمية مستدامة وشاملة، خاصة في ظل التحديات البيئية والاقتصادية المتزايدة. وعلى الرغم من التقدم الملحوظ في تطوير السياسات وإطلاق المبادرات الخضراء، إلا أن المرحلة القادمة تتطلب التركيز على التنفيذ الفعلي، وتوسيع نطاق الاستثمار، وتعزيز التكامل بين مختلف الجهات، بما يضمن تحقيق تحول مستدام على المدى الطويل.

#### المراجع

الاتحاد الأوروبي. 2023.

- الاستراتيجية الوطنية للطاقة 2020–2030. عمان، الأردن.
- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي. 2022. UNDP.
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة. 2011. UNEP.
- البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية. 2022. EBRD.
- البنك الدولي. 2022.
- البنك الدولي. 2023.
- خطة العمل الوطنية للنمو الأخضر 2021–2025. عمان، الأردن.
- الخطة الوطنية للنمو الأخضر في الأردن. عمان، الأردن.
- دائرة الإحصاءات العامة الأردنية. 2024. DOS.
- رؤية التحديث الاقتصادي. 2033. عمان، الأردن.
- منظمة الأغذية والزراعة. 2021. FAO.
- هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن. 2024. EMRC.
- وزارة البيئة الأردنية. 2017.
- وزارة البيئة الأردنية. 2021.
- وزارة التخطيط والتعاون الدولي. 2023.
- وزارة الطاقة والثروة المعدنية. 2020.
- وزارة المياه والري. 2023.
- الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. 2023. IRENA.

## References

Annual Report – Energy Sector in Jordan.

Climate Change Adaptation and Green Growth in Jordan.

EU–Jordan Green Partnership Framework.

Green Economy Financing Facility (GEFF) – Jordan Report.

Jordan Country Climate and Development Report (CCDR)

National Water Strategy of Jordan 2023–2040.

Overcoming Water Scarcity in Jordan.

Renewable Energy Market Analysis: Middle East (Jordan section).

Statistical Yearbook of Jordan.

Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and  
Poverty Eradication.

Water Scarcity and Agriculture in Jordan.

## الزراعة: رافعة أساسية لتقليل البصمة الكربونية للفرد

الدكتورة فاطمة علي بني خالد

محطة الخالدية لبحوث الزراعة الملحية، المركز الوطني للبحوث الزراعية



في ظل التحديات المتسارعة التي يفرضها التغير المناخي وارتفاع معدلات الانبعاثات الكربونية، تبرز الزراعة المستدامة كأحد أهم الحلول العملية لتقليل البصمة الكربونية على مستوى الفرد والمجتمع. إذ لم تعد الزراعة تقتصر على إنتاج الغذاء فقط، بل أصبحت أداة بيئية فاعلة في امتصاص الكربون، وتحسين الغطاء النباتي، وحماية الموارد الطبيعية.

وتسهم الممارسات الزراعية الصديقة للبيئة، مثل الزراعة الحافظة، والتوسع في زراعة الأشجار والنباتات الملائمة بيئياً، وتحسين إدارة التربة والمياه، في خفض الانبعاثات المرتبطة بإنتاج الغذاء، الأمر الذي ينعكس مباشرة على تقليل البصمة الكربونية للفرد من خلال نمط استهلاكه الغذائي.

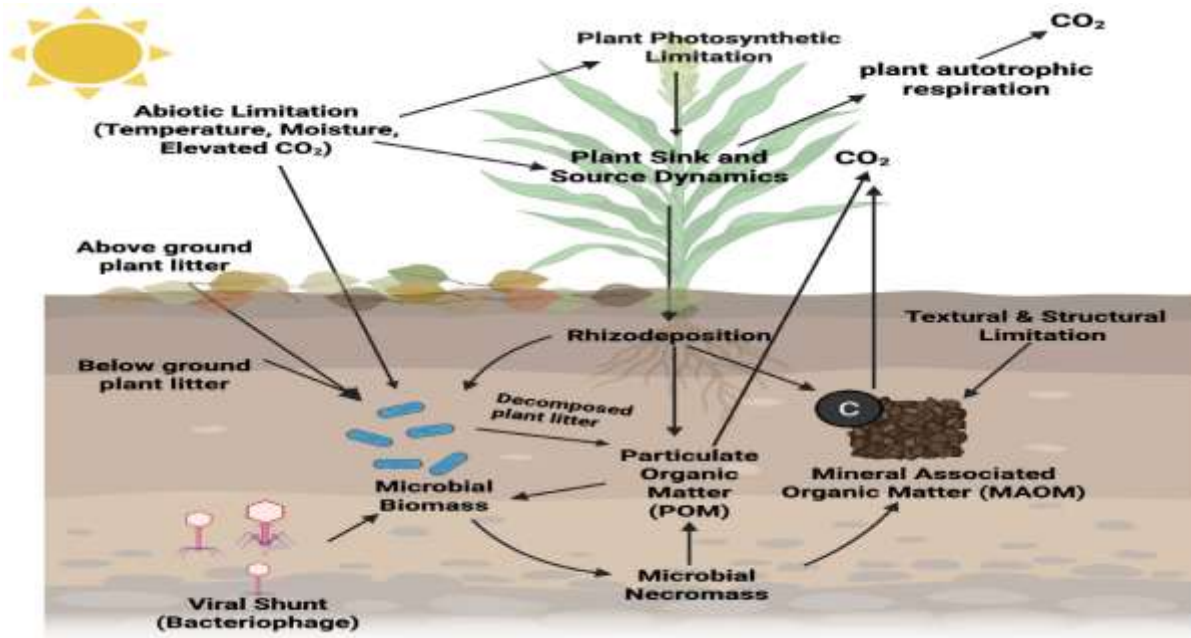
حيث أن النباتات المتأقلمة (مثل النباتات الطبية أو المحاصيل المتحملة للجفاف والملوحة) تتطلب مدخلات طاقة أقل (ضخ مياه أقل، تسميد أقل)، مما يجعل البصمة الكربونية الناتجة عن إنتاجها ضئيلة جداً مقارنة بالمحاصيل الدخيلة.



### نباتات طبية متحملة للجفاف والملوحة بالترتيب: شيح، جعدة، بعيثران، وزعتر

أن الاستثمار في الزراعة منخفضة الكربون لم يعد خيارًا، بل ضرورة وطنية وبيئية، تتطلب تكامل الجهود بين الجهات البحثية والمؤسسات الرسمية والمجتمع، للوصول إلى مستقبل زراعي أكثر استدامة وأقل أثرًا على المناخ. بينما يتجه العالم نحو حلول تكنولوجية معقدة لمواجهة الاحتباس الحراري، تبرز "الأرض" تحت أقدامنا كأقدم وأكفأ تكنولوجيا عرفها البشر. لم تعد الزراعة اليوم مجرد وسيلة لسد الجوع، بل تحولت إلى رافعة استراتيجية لمواجهة التغير المناخي، وقوة ناعمة بيد الأفراد لتقليل بصمتهم الكربونية التي باتت تهدد التوازن البيئي للكوكب.

تعتمد فكرة تقليل البصمة الكربونية عبر الزراعة على مبدأ علمي بسيط وعميق في آن واحد: التمثيل الضوئي. النباتات ليست مجرد زينة، بل هي مصانع طبيعية تسحب ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  من الهواء، وتحوله إلى أكسجين وكربون عضوي يغذي التربة.



### عملية عزل الكربون في التربة (Carbon Sequestration)

عندما يقرر الفرد ممارسة الزراعة المستدامة، فإنه يساهم في عملية عزل الكربون. وتشير الدراسات البيئية إلى أن التربة الغنية بالمادة العضوية قادرة على تخزين كميات هائلة من الانبعاثات التي كانت ستنتج لتدفئة الغلاف الجوي. البصمة الكربونية للفرد تتأثر بشكل مباشر بنمط استهلاكه الغذائي. وهنا تتدخل الزراعة كحل عن طريق إنتاج الغذاء منزلياً يعني إلغاء الانبعاثات الناتجة عن وسائل النقل. كل حبة خضار تزرعها في حديقتك هي رحلة شحن طويلة تم إلغاؤها. او من خلال صناعة السماد المنزلي أي من خلال تحويل مخلفات المطبخ من عبء ينتج غاز الميثان في المكبات إلى سماد غني يثبت الكربون في التربة. يبدو دور الفرد صغيراً أمام انبعاثات المصانع، لكن الخبراء يؤكدون أن "الوعي الزراعي" هو حجر الزاوية. إن التحول من مستهلك سلبي إلى "منتج بيئي" يتبنى ممارسات الزراعة التجديدية، يخلق ضغطاً اقتصادياً يدفع الأسواق نحو الاستدامة.

إن الزراعة اليوم هي العقد الاجتماعي الجديد بين الإنسان والطبيعة؛ فهي الطريق الأقصر لتقليل بصمتنا الكربونية، ليس فقط عبر ما نزرعه، بل عبر استعادة صلتنا بالأرض التي تمنحنا الحياة وتخلصنا

من فائض سمومنا الصناعية. إن تقليل البصمة الكربونية ليس مجرد رقم نسعى لخفضه، بل هو نمط حياة يبدأ ببذرة.

تُعد دراسة Lal (2004) هي واحدة من أهم المراجع العلمية التي أرسيت القواعد لعلاقة التربة بالتغير المناخي. تنطلق الدراسة من حقيقة أن التربة تُعد ثالث أكبر مستودع للكربون في العالم (بعد المحيطات والوقود الأحفوري). وتقترح الدراسة أن تحويل النظم البيئية الطبيعية إلى أراضٍ زراعية أدى إلى فقدان كميات هائلة من الكربون المخزن في التربة إلى الغلاف الجوي، وأن "إعادة الكربون" للتربة ممكنة من خلال ممارسات الإدارة الجيدة. وبين من خلال الدراسة أن التربة الزراعية في العالم لديها القدرة على امتصاص ما بين 0.4 الى 1.2 جيجا طن من الكربون سنوياً. وأنه يمكن تعويض ما بين 5-15% من انبعاثات الوقود الأحفوري العالمية السنوية.

كما وجدت الدراسة أن زيادة كربون التربة بمقدار طن واحد في الهكتار يمكن أن تزيد من إنتاجية المحاصيل (مثل القمح والذرة) بمقدار عشرات الكيلوغرامات لكل هكتار، خاصة في الأراضي المتدهورة. لتحقيق "العزل" للكربون، حدد Lal (2004) عدة ممارسات فنية منها:

- الزراعة بدون حرث: لتقليل أكسدة المواد العضوية.
- استخدام الأغشية النباتية: لضمان وجود جذور حية تمتص الكربون طوال العام.
- الزراعة الحراجية: دمج الأشجار مع المحاصيل.
- الإدارة المتكاملة للمغذيات: استخدام الأسمدة العضوية وروث الحيوانات بدلاً من الاعتماد الكلي على الأسمدة الكيماوية.

لم تركز الدراسة على البيئة فقط، بل أثبتت أن عزل الكربون يحسن خصوبة التربة، مما يعني أن "مكافحة التغير المناخي" هي نفسها "مكافحة الجوع" ولتحقيق الاستدامة الاقتصادية فأن حلول إدارة التربة أقل تكلفة بكثير من تقنيات احتجاز الكربون الصناعية المعقدة. هذه الدراسة تدعم بشكل مباشر في أهمية تحويل الزراعة من قطاع "مستهلك للموارد" إلى قطاع "مجدد للبيئة".

بالإضافة الى دراسة (Keith Paustian et al., 2016) تعتبر "خارطة طريق" تقنية وعلمية لتحويل القطاع الزراعي من مصدر للانبعاثات إلى حلّ لمواجهة الاحتباس الحراري. حيث بين أن الزراعة الذكية مناخياً نهج متكامل يهدف إلى معالجة تحديات متداخلة مثل زيادة الإنتاجية لضمان الأمن الغذائي العالمي بشكل مستدام والتكيف لبناء المرونة في النظم الزراعية لمواجهة التغيرات المناخية (الجفاف، الفيضانات). بالإضافة الى التخفيف لتقليل أو إزالة انبعاثات الغازات الدفيئة حيثما أمكن. حيث ركزت الدراسة على أن القطاع الزراعي يساهم بنسبة كبيرة من انبعاثات غاز الميثان وأكسيد النيتروجين وتم اقتراح عدة تقنيات منها:

- إدارة النيتروجين: استخدام تقنيات التسميد الدقيق لتقليل الفاقد من أكسيد النيتروجين (وهو غاز أقوى من ثاني أكسيد الكربون بـ 300 مرة في الاحتباس الحراري).

- تحسين تغذية الثروة الحيوانية: لتقليل انبعاثات الميثان الناتجة عن التخمر المعوي.

كما بينت الدراسة أن الزراعة الذكية لا تكفي بامتصاص الكربون، بل تجعل المزارع أكثر قدرة على الصمود من خلال زراعة أصناف محاصيل أكثر تحملاً للحرارة والملوحة وتحسين بنية التربة لزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالمياه، وهو أمر حيوي في المناطق الجافة (مثل البادية الأردنية). كما ابرزت الدراسة دور "الزراعة الرقمية" في تحقيق استخدام الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية لتحديد المناطق الأكثر قدرة على تخزين الكربون وتطوير نماذج حاسوبية للتنبؤ بأثر الممارسات الزراعية على ميزانية الكربون في التربة.

دراسة Pete Smith من الدراسات الرائدة التي نقلت النقاش من "تقليل الانبعاثات" إلى "الانبعاثات السلبية، أي سحب الكربون الموجود فعلياً في الجو وتخزينه بشكل شبه دائم. حيث ركز على الفحم الحيوي كحل تقني وطبيعي مزدوج. ان الفحم الحيوي هو مادة غنية بالكربون تنتج عن طريق تسخين المخلفات العضوية (مثل بقايا المحاصيل، أغصان الأشجار، أو حتى المخلفات الحيوانية) في بيئة محدودة الأكسجين، وهي عملية تُعرف بـ "التحلل الحراري".



### الفحم الحيوي

توضح الدراسة أن الكربون الموجود في النباتات (الذي امتصته من الجو عبر البناء الضوئي) يتحلل عادةً بسرعة ويعود للجو كغاز ثاني أكسيد الكربون عند موت النبات. ولكن تحويل هذه النباتات إلى "فحم حيوي" يحبس الكربون في هيكل صلب ومستقر جداً. ويؤكد سميث أن هذا الكربون يبقى مخزناً في التربة لمدة تتراوح بين مئات إلى آلاف السنين، على عكس المادة العضوية العادية التي قد تتحلل في سنوات قليلة. إذ لا تقتصر أهمية الفحم الحيوي على المناخ فقط، بل تبرز الدراسة فوائده الميدانية مثل تحسين خصوبة التربة حيث يعمل الفحم الحيوي كـ "إسفنجة" مجهرية تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه والمغذيات (NPK).

الزراعة الذكية اثبتت قدرتها على تقليل البصمة الكربونية مقارنة بالزراعة التقليدية حيث انها تعتمد على استخدام أجهزة الاستشعار وتحليل البيانات وتحسين استخدام المياه والطاقة. التحول إلى الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح والوقود الاحفوري وحيث يساهم ذلك في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وبالتالي خفض الانبعاثات.

## References

- Lal R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304: 1623–1627.
- Paustian K., Lehmann J., Ogle S., et al. 2016. Climate-smart agriculture. *Nature*, 532: 49–57.
- Smith P. 2016. Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies. *Global Change Biology*.

الأردن: حين تتحول الذاكرة إلى مشروع قوة

الصحفي صالح الخوالدة

وكاله الأنباء الاردنية بترا



من التفاصيل اليومية إلى بناء السردية الوطنية

في الأماكن التي لا تُكتب عنها التقارير الرسمية، ولا تُدرج في جداول الأعمال الحكومية، يبدأ الأردن الحقيقي بالظهور. هناك، في المقاهي القديمة التي ما زالت تقاوم إيقاع الحداثة السريع، حيث تتراص الكراسي الخشبية على الأرصفة، وتتصاعد رائحة القهوة العربية الثقيلة ممزوجة بدخان السجائر، وحيث تتدفق الأحاديث بلا نهاية، يُعاد إنتاج شيء أعمق بكثير من مجرد نقاشات يومية عابرة.

في تلك الزوايا، يجلس رجال يحملون ذاكرة عقود طويلة، يروون قصصًا تبدو بسيطة في ظاهرها، لكنها في جوهرها تمثل خلاصة تجربة وطن. يتحدثون عن أيام مضت، عن تحولات عاشوها، عن مدن تغيرت، وعن أزمنة كانت أكثر قسوة أو أكثر بساطة، وكل منهم، دون أن يدرك، يساهم في كتابة فصل من قصة أكبر بكثير من قصته الشخصية.

وعلى الطاولات المجاورة، يجلس شباب يستمعون أحيانًا، ويجادلون أحيانًا أخرى، يحملون أسئلة الحاضر وقلقه، ويحاولون أن يجدوا لأنفسهم موقعًا في قصة لم تُكتب بعد بشكل كامل. وبين الجيلين، لا يحدث مجرد تبادل حديث، بل يحدث انتقال للذاكرة، انتقال غير رسمي، غير مكتوب، لكنه الأعمق تأثيرًا.

بعيدًا عن هذه المقاهي، وفي بيوت المدن القديمة، تتكرر الحكاية بشكل مختلف. في بيوت السلط الحجرية، التي ما زالت نوافذها تطل على الماضي بقدر ما تطل على الحاضر، تجلس الجدات يروين قصصًا عن اللجوء، عن بدايات جديدة، عن فقدان وأمل في آن واحد. لا تُروى هذه القصص كتواريخ، بل كحياة عاشها أصحابها، وكخبرة تنتقل للأجيال التالية.

وفي الكرك، حيث تختلط صلابة الحجر بصلابة الذاكرة، تُحكى القصص بنبرة مختلفة، أكثر ارتباطًا بالأرض، أكثر تشبُّهًا بالجذور. أما في البادية، حيث تمتد المسافات وتقترب السماء، فتأخذ الحكايات شكلًا آخر، أكثر صفاءً، أكثر اتصالًا بالقيم الأولى: الكرم، النخوة، والوفاء.

في هذه المساحات المتباعدة جغرافيًا، المتقاربة إنسانيًا، يتشكل الأردن الحقيقي. ليس الأردن كحدود سياسية فقط، بل كوعي جمعي، كإحساس مشترك، كقصة مستمرة. وهذه القصة لا تُكتب في الكتب المدرسية وحدها، ولا تُصاغ في البيانات الرسمية، بل تُبنى من خلال هذه التفاصيل اليومية التي لا يلتفت إليها كثيرون.

من هنا، يمكن فهم ما يُقصد بالسردية الوطنية. ليست مجرد توثيق تاريخي، ولا إعادة سرد للأحداث، بل هي الإطار الذي من خلاله يفهم المجتمع نفسه. هي القصة التي تفسر كيف نشأ هذا البلد، وكيف صمد، وكيف استمر رغم كل التحديات التي واجهته.

السردية، بهذا المعنى، ليست ماضيًا فقط، بل هي حاضر ومستقبل. هي العدسة التي يرى من خلالها المواطن واقعه، وهي البوصلة التي تحدد اتجاهه. وعندما تكون هذه السردية واضحة ومتماسكة، فإنها تمنح المجتمع قوة داخلية، شعورًا بالثقة، وقدرة على مواجهة التحديات. لكن في عالم اليوم، لم تعد السرديات مجرد أدوات ثقافية، بل أصبحت جزءًا من صراعات معقدة. لم يعد الصراع يقتصر على الأرض أو الموارد، بل امتد إلى الوعي ذاته. من يملك القدرة على رواية القصة، يملك القدرة على التأثير، على تشكيل الصورة، وعلى إعادة تعريف الحقائق.

وفي هذا السياق، تصبح السردية الوطنية خط دفاع أساسي. ليست للدفاع عن الماضي فقط، بل لحماية الحاضر وبناء المستقبل. فالدول التي لا تملك رواية واضحة عن نفسها، تصبح عرضة لروايات الآخرين، وقد تُختزل أو تُشوّه أو يُعاد تعريفها بطرق لا تعكس حقيقتها.

الأردن، بحكم موقعه وتاريخه، يواجه هذا التحدي بشكل مضاعف. فهو ليس دولة نشأت في فراغ، بل في منطقة مليئة بالصراعات والتحولات. وهو ليس مجتمعاً أحاديًا، بل مجتمع متعدد التجارب والخلفيات. وهذا ما يجعل مسألة السردية أكثر تعقيدًا، لكنها أيضًا أكثر أهمية.

من هنا، برزت الحاجة إلى مشروع وطني يعيد التفكير في كيفية رواية قصة الأردن. ليس بهدف إنتاج خطاب رسمي جديد، بل بهدف بناء فهم أعمق وأكثر شمولًا للهوية الوطنية. وهذا التحول لم يكن عفويًا، بل جاء نتيجة إدراك متزايد بأن الوعي أصبح ساحة معركة حقيقية. في هذا الإطار، يبرز دور الحسين بن عبدالله الثاني بوصفه أحد المحركات الأساسية لهذا التحول. فالرؤية التي يتم الدفع بها لا تتعامل مع التاريخ كأرشيف يجب حفظه فقط، بل كعنصر فاعل يجب توظيفه. لم يعد الهدف هو حماية التراث كرمز، بل استخدامه كأداة لبناء الحاضر.

هذا الفهم يعكس إدراكًا عميقًا لطبيعة القرن الحادي والعشرين، حيث لم تعد القوة تُقاس فقط بالعسكر أو الاقتصاد، بل بقدرة الدول على تشكيل وعي مواطنيها. والسردية، في هذا السياق، تصبح أداة استراتيجية، لا تقل أهمية عن أي أداة أخرى. ما يميز هذا التوجه أنه لا يكتفي بالشعارات، بل يسعى إلى بناء مشروع متكامل. مشروع يعتمد على البحث العلمي، وعلى التوثيق الدقيق، وعلى إشراك المجتمع في عملية الكتابة. لم يعد التاريخ يُكتب من الأعلى فقط، بل أصبح يُبنى من القاعدة أيضًا.

وهذا التحول في المنهجية يحمل دلالات عميقة. فهو يعيد تعريف العلاقة بين الدولة والمجتمع، بين الماضي والحاضر، بين الفرد والجماعة. كما أنه يفتح المجال أمام تعددية في السرد، دون أن يفقد الإطار الجامع. لكن هذا لا يعني أن الطريق خالٍ من التحديات. فبناء سردية وطنية في مجتمع متعدد يتطلب توازنًا دقيقًا. يتطلب القدرة على استيعاب الاختلاف دون أن يتحول إلى انقسام، وعلى الحفاظ على الوحدة دون أن تتحول إلى إلغاء للتنوع.

السردية الحقيقية ليست تلك التي تفرض رواية واحدة، بل تلك التي تسمح بتعدد الروايات ضمن إطار مشترك. هي التي تعترف بأن المجتمع ليس كتلة واحدة، بل مجموعة من التجارب التي تتقاطع وتتكامل. وفي هذا السياق، يصبح السؤال الأساسي: كيف يمكن تحويل هذا التنوع إلى مصدر قوة؟ كيف يمكن صياغة قصة تعكس الجميع، دون أن تهتمش أحداً؟ وكيف يمكن بناء وعي جمعي يحترم الاختلاف، لكنه يتمسك بالانتماء؟ الإجابة لا تكمن في التبسيط، بل في التعقيد المنظم. في الاعتراف بأن الهوية ليست شيئاً ثابتاً، بل عملية مستمرة من التشكل. وأن السردية ليست نصاً يُكتب مرة واحدة، بل قصة تتجدد مع كل جيل. ومن هنا، يصبح دور الشباب محورياً. فهم ليسوا فقط متلقين لهذه السردية، بل صناعات المستقبلين. وهم الأكثر تعرضاً لتأثيرات العالم الرقمي، والأكثر حاجة إلى أدوات تساعدهم على فهم أنفسهم في هذا العالم المتغير. لذلك، فإن تقديم السردية بأساليب حديثة يصبح ضرورة. ليس فقط لجذب الانتباه، بل لبناء علاقة جديدة مع التاريخ. علاقة تقوم على الفهم، لا على التلقين، وعلى المشاركة، لا على الاستهلاك. وفي ظل هذا التحول، لم يعد بالإمكان الاكتفاء بالوسائل التقليدية. فالسردية يجب أن تكون حاضرة في الفضاء الرقمي، في المنصات التي يستخدمها الشباب، في اللغة التي يفهمونها. وهذا يتطلب إعادة صياغة المحتوى، دون فقدان جوهره.

لكن رغم كل هذه التحديات، تبقى الفكرة الأساسية بسيطة في جوهرها: أن الأردن ليس مجرد دولة، بل قصة. قصة كتبها الناس قبل أن تكتبها المؤسسات، واستمرت رغم كل التغيرات، وما زالت تُكتب حتى اليوم. وهذه القصة، لكي تبقى حية، تحتاج إلى وعي. تحتاج إلى من يرويها، ومن يفهمها، ومن يطورها. تحتاج إلى جهد جماعي، لا يقتصر على جهة واحدة، بل يشمل الجميع. وهنا، تتضح أهمية تحويل السردية إلى مشروع وطني. ليس مشروعاً مغلقاً، بل مفتوحاً، يتسع للجميع، ويتجدد باستمرار. مشروع يرى في الماضي مصدر قوة، لا عبئاً، وفي التنوع فرصة، لا تهديداً.

إذا كانت التفاصيل اليومية هي المادة الخام التي تُبنى منها السردية، فإن التاريخ هو الإطار الذي يمنحها الامتداد والمعنى. فلا يمكن لأي رواية وطنية أن تكون متماسكة إذا لم تستند إلى جذور عميقة، ولا يمكن لأي مجتمع أن يفهم نفسه دون أن يدرك موقعه في سياق الزمن.

الأردن، في هذا السياق، ليس مجرد دولة حديثة نشأت في القرن العشرين، بل هو مساحة تاريخية ممتدة عبر آلاف السنين. أرض شهدت بدايات الإنسان، وتحولات الحضارة، وتعاقب الإمبراطوريات، ونشوء الممالك، وانهارها، ثم إعادة تشكيلها في أشكال جديدة. هذا الامتداد لا يُختزل في تواريخ، بل يُفهم كاستمرارية حضارية، كمسار طويل من التفاعل بين الإنسان والمكان.

عندما تُقرأ السردية الأردنية من هذا المنظور، فإنها لا تبدأ عند لحظة سياسية محددة، بل تعود إلى أزمنة بعيدة جدًا، حيث كانت هذه الأرض جزءًا من بدايات التاريخ البشري نفسه. من العصور الحجرية، حيث تشكلت أولى أدوات الإنسان، إلى الممالك القديمة التي تركت بصماتها على الجغرافيا والذاكرة، مرورًا بالحضارات الكلاسيكية التي حولت المدن إلى مراكز ثقافية وتجارية، وصولًا إلى الفترات الإسلامية التي أعادت صياغة المنطقة ضمن إطار حضاري جديد.

هذا التراكم التاريخي لا يعني مجرد تعدد مراحل، بل يعني تراكم خبرات. كل مرحلة تركت أثرًا، وكل حضارة أضافت طبقة، وكل تحول ساهم في تشكيل الهوية التي نراها اليوم. وبالتالي، فإن السردية الأردنية ليست قصة منفصلة عن هذا الامتداد، بل هي استمرار له، حلقة جديدة في سلسلة طويلة.

لكن التحدي لا يكمن في معرفة هذا التاريخ فقط، بل في كيفية تقديمه. فالتاريخ، عندما يُعرض كأحداث منفصلة، يفقد معناه. أما عندما يُفهم كقصة مترابطة، فإنه يصبح أداة لفهم الحاضر. وهذا ما تسعى إليه السردية الحديثة: ليس فقط استعادة الماضي، بل إعادة قراءته بطريقة تفسر الواقع الحالي. في هذا السياق، يبرز دور ولي العهد سمو الأمير الحسين بن عبدالله الثاني في الدفع نحو هذا الفهم الجديد للتاريخ. فالفكرة لم تعد مجرد توثيق لما حدث، بل تحليل لماذا حدث، وكيف يمكن أن يساعد ذلك في بناء المستقبل. وهذا التحول يعكس انتقالًا من التعامل مع التاريخ كذاكرة جامدة إلى اعتباره موردًا حيًا.

هذا التوجه يضع السردية في موقع مختلف. لم تعد مجرد مادة ثقافية، بل أصبحت أداة استراتيجية. أداة تُستخدم لتعزيز الانتماء، ولتقوية التماسك الاجتماعي، ولتقديم صورة متماسكة عن الدولة في الداخل والخارج. وعند الانتقال من التاريخ العميق إلى الدولة الحديثة، تظهر مرحلة مفصلية في السردية الأردنية.

مرحلة لم تكن مجرد تأسيس كيان سياسي، بل بناء مشروع وطني في بيئة إقليمية معقدة. لم يكن الأمر مجرد رسم حدود، بل تشكيل هوية.

في تلك المرحلة، كان التحدي الأساسي هو كيفية تحويل مجتمع متنوع، قائم على انتماءات متعددة، إلى دولة حديثة تقوم على مفهوم المواطنة. لم يكن هذا التحول سهلاً، بل تطلب توازناً دقيقاً بين الحفاظ على الخصوصيات الاجتماعية، وبناء إطار مؤسسي جامع. وهنا تظهر خصوصية التجربة الأردنية. فبدل أن يتم إلغاء الهويات الفرعية، تم استيعابها ضمن إطار أوسع. العشيرة لم تُلغ، بل أصبحت جزءاً من الدولة. والمدينة لم تُفرض كنموذج وحيد، بل تفاعلت مع الريف والبادية. هذا التوازن ساهم في خلق نموذج مختلف، يقوم على الشراكة لا الإقصاء.

لكن هذا النموذج لم يتشكل في ظروف مستقرة. بل جاء في سياق مليء بالتحديات، من صراعات إقليمية إلى موجات لجوء متتالية، إلى تحولات اقتصادية واجتماعية عميقة. ومع ذلك، استطاع أن يستمر، وأن يتطور، وأن يحافظ على حد أدنى من التماسك. وهنا تبرز إحدى أهم نقاط القوة في السردية الأردنية: القدرة على الصمود. ليس الصمود كحالة جامدة، بل كقدرة على التكيف. فالمجتمع لم يبق كما هو، بل تغير، لكنه حافظ على جوهره.

موجات اللجوء، على سبيل المثال، لم تكن مجرد أزمات إنسانية، بل تحولات عميقة أعادت تشكيل المجتمع. دخول أعداد كبيرة من الناس بثقافات وتجارب مختلفة كان يمكن أن يؤدي إلى تفكك، لكنه في الحالة الأردنية تحول إلى تجربة اندماج معقدة، لكنها ناجحة نسبياً. هذا لا يعني غياب التحديات، بل على العكس، كانت هناك توترات وصعوبات. لكن القدرة على إدارتها، وعلى الحفاظ على الإطار العام، هي ما جعلت هذه التجربة مميزة.

في هذا السياق، تلعب السردية دوراً حاسماً. فهي التي تفسر هذه التجربة، وتمنحها معنى. بدون سردية، تصبح الأحداث مجرد وقائع متفرقة. أما معها، فإنها تتحول إلى قصة متماسكة، يمكن فهمها، والتعلم منها. لكن لكي تكون هذه السردية صادقة، يجب أن تكون شاملة. لا يكفي أن تركز على الإنجازات، بل يجب أن تتناول التحديات أيضاً. لا يكفي أن تروي قصة الدولة، بل يجب أن تروي قصة المجتمع.

وهنا تظهر فجوة مهمة في كثير من السرديات التقليدية: غياب التاريخ اليومي للناس العاديين. فمعظم ما كُتِبَ يركز على الأحداث الكبرى، لكنه يغفل التفاصيل الصغيرة التي تشكل الحياة اليومية. حياة الفلاح، العامل، المعلم، المرأة، الشاب، هذه كلها عناصر أساسية في فهم المجتمع. بدونها، تبقى السردية ناقصة. لذلك، يصبح من الضروري إدماج هذه التجارب ضمن الرواية الوطنية.

كما أن التحولات الاقتصادية تمثل عنصراً أساسياً في فهم السردية. فالتغير في طبيعة الاقتصاد، من زراعي إلى خدمي، لم يكن مجرد تحول تقني، بل أثر على القيم، وعلى العلاقات الاجتماعية، وعلى شكل الحياة اليومية. هذه التحولات يجب أن تكون جزءاً من السردية، لأنها تساعد في تفسير كثير من التغيرات التي نراها اليوم. بدون هذا البعد، تبقى الرواية سطحية.

كذلك، لا يمكن تجاهل التوترات التي ظهرت في بعض المراحل. فكل مجتمع يمر بأزمات، والسردية التي تتجاهل ذلك تفقد مصداقيتها. الاعتراف بهذه التحديات، وتحليلها، هو ما يمنح السردية قوة. وفي هذا الإطار، يصبح النقد جزءاً من السردية، لا تهديداً لها. فالسردية الحية هي التي تقبل المراجعة، وتتعلم من التجربة، وتتطور. ومع الانتقال إلى الحاضر، يبرز تحدٍ جديد: الفضاء الرقمي. هذا الفضاء لم يعد مجرد وسيلة تواصل، بل أصبح ساحة رئيسية لتشكيل الروايات. من خلاله تنتشر المعلومات، لكن أيضاً تنتشر الشائعات والتضليل.

وهنا، تصبح السردية الوطنية أكثر أهمية من أي وقت مضى. لأنها تمثل مرجعاً يمكن الاعتماد عليه، وأداة يمكن من خلالها التمييز بين الحقيقة والزيغ. في هذا السياق، يأتي التركيز على إشراك الشباب. فهم الأكثر تفاعلاً مع هذا الفضاء، والأكثر تأثراً به. لذلك، فإن بناء وعيهم يصبح أولوية. لكن هذا لا يمكن أن يتم من خلال الأساليب التقليدية. بل يتطلب استخدام أدوات جديدة، ولغة مختلفة، وأشكال محتوى تتناسب مع اهتماماتهم. وهذا ما يجعل مشروع السردية يتجه نحو الرقمنة، نحو المنصات التفاعلية، نحو إشراك الناس في عملية الكتابة. لم يعد الهدف هو تقديم رواية جاهزة، بل خلق مساحة للحوار.

في النهاية، يمكن القول إن السردية الأردنية تقف عند نقطة تقاطع بين الماضي والحاضر. هي ليست مجرد استعادة للتاريخ، بل إعادة تفسير له. ليست مجرد وصف للواقع، بل محاولة لفهمه. وهي، قبل كل شيء، مشروع مستمر. لا يكتمل، بل يتطور. لا يُفرض، بل يُبنى. ولا يخص جهة واحدة، بل يخص الجميع. عندما تصل السردية الوطنية إلى مستوى الدولة، فإنها لا تعود مجرد رواية تاريخية أو مشروع ثقافي، بل تتحول إلى بنية عميقة تتداخل فيها السياسة بالتاريخ، والهوية بالذاكرة، والرمزية بالفعل اليومي. وفي الحالة الأردنية، يأخذ هذا البعد بعدًا أكثر تعقيدًا، لأنه لا يرتبط فقط بتجربة دولة حديثة، بل أيضًا بامتداد رمزي وتاريخي وديني يشكل جزءًا من تعريف الذات الوطنية نفسها.

أحد أهم أعمدة هذه السردية يتمثل في الوصاية الهاشمية على المقدسات الإسلامية والمسيحية في القدس، وهي مسؤولية تاريخية ممتدة تشكل جزءًا أساسيًا من الهوية السياسية والرمزية للدولة. هذا الدور لا يُفهم فقط باعتباره التزامًا سياسيًا، بل كامتداد لتاريخ طويل من الشرعية الدينية والتاريخية التي ارتبطت بالبيت الهاشمي، والذي يرى في حماية المقدسات جزءًا من رسالته التاريخية. هذا البعد يمنح السردية الأردنية عمقًا إضافيًا، لأنه يربط بين المحلي والإقليمي، وبين الوطني والعالمي. فالدور الذي يلعبه الأردن في هذا السياق لا يقتصر على حدوده الجغرافية، بل يمتد إلى فضاء أوسع يتعلق بالهوية الدينية والثقافية للمنطقة بأكملها. وهذا ما يجعل السردية الأردنية ليست مجرد رواية داخلية، بل أيضًا رواية ذات امتداد خارجي.

لكن هذا الامتداد لا يعني غياب التحديات الداخلية. فالسردية، لكي تكون متماسكة، يجب أن تواجه الأسئلة الصعبة دون تجنب. ومن أهم هذه الأسئلة: كيف يمكن لمجتمع متعدد التجارب والانتماءات أن يحافظ على تماسكه في ظل الضغوط الاقتصادية والاجتماعية والسياسية المتزايدة؟

في الواقع، التحدي لا يكمن في وجود التنوع، بل في إدارة هذا التنوع. فالتنوع في ذاته ليس مشكلة، بل هو حقيقة اجتماعية. لكن تحويله إلى مصدر قوة يتطلب إطارًا جامعًا، وهذا الإطار هو ما تحاول السردية الوطنية توفيره. في السنوات الأخيرة، برزت تحديات اقتصادية واضحة، انعكست على شكل المجتمع وتكوينه. من بطالة الشباب إلى ضغوط المعيشة، ومن تغير شكل الطبقة الوسطى إلى تحولات في أنماط الحياة، كلها

عوامل أثرت على الشعور العام بالاستقرار. وهذه التحولات ليست هامشية، بل هي جزء أساسي من فهم السردية المعاصرة.

السردية هنا لا يمكن أن تكون مكتملة إذا تجاهلت هذه الجوانب. فالقوة الحقيقية لأي رواية وطنية تكمن في قدرتها على تفسير الواقع كما هو، لا كما يُفترض أن يكون. وهذا يعني أن السردية يجب أن تتضمن أيضًا مساحة للنقد، والمراجعة، ولطرح الأسئلة الصعبة.

وفي هذا الإطار، يصبح دور الحسين بن عبدالله الثاني محوريًا في إعادة توجيه مفهوم السردية نحو هذا الفهم الأكثر شمولًا. فالتوجه الذي يتم الدفع به لا يقوم على فكرة "الرواية الرسمية المغلقة"، بل على فكرة "الرواية التشاركية المفتوحة"، التي تسمح بتعدد الأصوات ضمن إطار وطني جامع. هذا التحول في التفكير يعكس إدراكًا متقدمًا لطبيعة العصر، حيث لم تعد الرواية تُفرض من الأعلى، بل تُبنى عبر تفاعل مستمر بين الدولة والمجتمع. لم يعد المواطن متلقيًا فقط، بل أصبح جزءًا من عملية إنتاج المعنى. وهذا التحول يغير طبيعة العلاقة بين الإنسان وتاريخه.

لكن التحدي الأكبر لا يكمن في بناء الرواية، بل في الحفاظ عليها في بيئة رقمية شديدة التعقيد. فالفضاء الرقمي اليوم ليس مجرد وسيلة لنقل المعلومات، بل هو ساحة صراع حقيقية على الوعي. فيه تتنافس الروايات، وتُعاد صياغة الحقائق، وتنتشر المعلومات بسرعة تفوق القدرة على التحقق.

وهنا تصبح السردية الوطنية خط دفاع أول. ليس لأنها تمنع الروايات الأخرى، بل لأنها توفر إطارًا مرجعيًا يساعد على الفهم والتمييز. فهي تمنح الفرد القدرة على قراءة المعلومات ضمن سياقها، بدل أن يكون مجرد متلقٍ سلبي لها. لكن هذا الدور لا يمكن أن يتحقق دون إشراك الشباب بشكل مباشر. فالشباب هم الفئة الأكثر ارتباطًا بهذا الفضاء، والأكثر تعرضًا لتأثيراته. وهم أيضًا الأكثر قدرة على إعادة إنتاج السردية وتطويرها. لذلك، فإن بناء السردية الحديثة لا يمكن أن يقتصر على الكتب أو المؤسسات التقليدية، بل يجب أن يمتد إلى المنصات الرقمية، وإلى أدوات التعبير الحديثة، مثل الفيديو القصير، والبودكاست، والمحتوى التفاعلي، الذي يجعل التاريخ جزءًا من الحياة اليومية، لا مجرد مادة تعليمية. في هذا السياق، تتحول السردية إلى أداة لبناء ما يمكن تسميته "المناعة الفكرية". أي القدرة على التمييز بين الحقيقي والمزيف، وبين الرواية

المدعومة بالأدلة والرواية الموجهة. وهذا النوع من المناعة أصبح ضرورة في عالم مليء بالمعلومات المتضاربة. لكن حتى مع كل هذا التطوير، تبقى هناك أسئلة جوهرية لا يمكن تجاهلها. كيف يمكن تحقيق التوازن بين الرواية الرسمية والروايات المحلية؟ كيف يمكن ضمان عدم طغيان صوت على آخر؟ وكيف يمكن الحفاظ على وحدة السردية دون إلغاء التنوع؟ الإجابة تكمن في مفهوم أساسي: السردية ليست نصًا واحدًا، بل إطارًا متعدد الطبقات. هي ليست قصة واحدة تُروى بطريقة واحدة، بل مجموعة من القصص التي تتقاطع في نقطة مركزية واحدة: الانتماء. هذا الفهم يسمح بوجود تعددية داخل وحدة. يسمح بأن يكون هناك أكثر من صوت، دون أن يتحول ذلك إلى فوضى. ويسمح بأن يكون هناك نقد، دون أن يتحول إلى تفكك. وفي النهاية، فإن قوة السردية الأردنية لا تأتي من كونها مثالية، بل من كونها حقيقية. فهي تعكس مجتمعًا حيًا، متغيرًا، متنوعًا، لكنه في الوقت نفسه متماسك ضمن إطار عام. ومع الوصول إلى الخاتمة، يصبح من الواضح أن السردية ليست مشروعًا مكتملاً، بل عملية مستمرة. هي ليست شيئًا يُنجز، بل شيئًا يُمارس. ليست نصًا يُغلق، بل قصة تُكتب كل يوم.

الأردن، في هذا المعنى، ليس مجرد دولة تحمل تاريخًا، بل دولة تعيش تاريخها وتعيد إنتاجه باستمرار. كل جيل يضيف طبقة جديدة إلى هذه السردية، وكل تجربة جديدة تعيد تشكيل فهمها. وهنا يظهر السؤال الأهم: هل السردية الأردنية مجرد قصة تُروى عن الماضي، أم أنها مشروع يُبنى للمستقبل؟ الإجابة، في جوهرها، تكمن في التفاعل المستمر بين الناس وهذه القصة. فالسردية لا تعيش في الكتب، بل في العقول، وفي الحوار، وفي التجربة اليومية. ولهذا، فإن مستقبل السردية الأردنية لن يُكتب في مكان واحد، ولا من قبل جهة واحدة، بل سيُكتب في كل مكان يعيش فيه الأردنيون حياتهم اليومية، وفي كل لحظة يقرر فيها فرد أن يضيف جزءًا من قصته إلى القصة الكبرى. وفي هذا الإطار، يصبح الأردن ليس مجرد دولة تملك سردية، بل دولة تصنع سرديتها باستمرار. دولة تعرف أن قوتها ليست في ثبات الرواية، بل في قدرتها على تجديدها دون فقدان جوهرها.

وهكذا تنتهي السردية هنا، لكنها في الحقيقة لا تنتهي. لأنها ليست نصًا، بل حياة. وليست تاريخًا،

بل مستقبلًا يُصنع كل يوم.

الآفاق الابتكارية للنانوتكنولوجي في تحفيز الاستجابات الفسيولوجية وتطوير استراتيجيات

المكافحة المتكاملة: رؤية تطبيقية نحو أسمدة ومبيدات نانوية آمنة حيويًا

الدكتورة آلاء يوسف غيطان

كلية العلوم، الجامعة الاردنية



## المخلص

تمثل هذه الدراسة نموذجاً مبتكراً لاستخدام تقنيات النانو في الزراعة المستدامة. تركز البحث على جانبين رئيسيين: الأول هو فسيولوجي، حيث تم تحسين نمو نبات الفلفل باستخدام أسمدة نانوية ( ZnO, S). الثاني هو إبادي، حيث تم قياس نسبة القتل لجسيمات (Cu, Zn, Mg) النانوية ضد آفة من الخوخ الأخضر. أظهرت النتائج أن نانو الزنك بتركيز 50 ppm حقق تقدماً كبيراً في تراكم المادة الجافة ومحتوى الكلوروفيل. فيما سجلت جسيمات هيدروكسيد المغنيسيوم نسبة قتل بلغت 100% خلال 72 ساعة. تبرز أهمية البحث في تقديم حلول آمنة حيويًا تقلل من الاعتماد على المواد الكيميائية السامة وتدعم التوازن البيئي. كما تؤكد الدراسة، من خلال تحليل التباين واختبار أقل فرق معنوي، أن تكنولوجيا النانو الخضراء تمثل بديلاً ثورياً للمبيدات الفوسفورية. فهي تجمع بين تحسين الكفاءة التمثيلية للنبات بنسب تصل إلى 22%، والمكافحة الحيوية الدقيقة التي تصل إلى نسبة حسم كاملة ضد الآفات، مما يؤسس لمفهوم الزراعة الدقيقة المستدامة.

## المقدمة

يواجه القطاع الزراعي العالمي تحديات كبيرة. تتمثل هذه التحديات في تزايد الفجوة الغذائية بسبب الزيادة السكانية المستمرة، وفي نفس الوقت، تدهور البيئة نتيجة الممارسات الزراعية التقليدية. تشير التقارير إلى أن كفاءة استخدام الأسمدة والمبيدات التقليدية لا تزال دون المستوى المطلوب. يفقد النظام البيئي حوالي 60-70% من المواد الكيميائية المضافة بسبب عمليات الغسل، التبخر، أو التثبيت في التربة. يؤدي ذلك إلى تلوث المياه الجوفية وإحداث خلل في التوازن الحيوي. في هذا السياق، تظهر تقنية النانو كاستراتيجية جديدة وثورة تقنية. تمتلك هذه التقنية القدرة على إعادة تشكيل مفاهيم الإنتاج والمكافحة. تعتمد "الثورة النانوية" في الزراعة على الخصائص الفريدة للجسيمات التي تتراوح أحجامها بين 1-100 نانومتر. تمنح المساحة السطحية الكبيرة ونسبة السطح إلى الحجم العالية لهذه الجسيمات قدرة فائقة على النفاذ عبر الحواجز الفسيولوجية للنباتات والآفات، تتجه الأبحاث الحديثة نحو تطوير الأسمدة النانوية التي توفر آلية "الإطلاق الموجه والمحكوم". يضمن هذا النظام إمداد المحصول بالعناصر الغذائية الصغيرة مثل الزنك والكبريت بالجرعات المناسبة وفي الأوقات الحرجة للنمو. يعزز ذلك كفاءة عملية التمثيل الضوئي وتراكم الكتلة الحيوية. بالتوازي مع ذلك، تقدم المبيدات النانوية حلاً ذكياً لمكافحة الآفات. تتيح الجسيمات المعدنية مثل النحاس والمغنيسيوم والزنك تدمير الأنظمة الحيوية للآفات بتركيزات صغيرة، مما يقلل من السمية العامة في البيئة الزراعية.

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم نموذج عملي متكامل يدرس استجابة نبات الفلفل للتسميد النانوي باستخدام جسيمات ZnO و S. كما ستقيم الدراسة القدرة الإبادية لجسيمات Cu و Zn و Mg ضد آفة من الخوخ الأخضر. تسعى الدراسة إلى تحليل التباين الإحصائي في معدلات النمو ونسب القتل، لتقديم بروتوكول زراعي مستدام يوازن بين زيادة الإنتاجية الاقتصادية وتقليل البصمة الكيميائية للأنظمة الزراعية الحديثة.

## الإطار التجريبي والمواد

وتشمل التوصيف التقني والمخبري للجسيمات. والتحليل المورفولوجي والبنوي حيث تم التحقق من الخصائص البنوية للجسيمات النانوية المحضرة من خلال مجموعة من الاختبارات: منها المجهر الإلكتروني

النافذ (TEM): أظهرت صور TEM أن الجسيمات (ZnO, Cu, Mg) لها أشكال هندسية منتظمة وشبه كروية مع توزيع حجمي ضيق يتراوح بين 20 و 60 نانومتر. هذا الحجم الصغير يعزز قدرة الجسيمات على اختراق الثغرات النباتية التي غالباً ما لا يتجاوز قطرها 100 نانومتر. وحيود الأشعة السينية (XRD): أظهرت أنماط XRD قمماً حادة توافق المعايير الدولية (JCPDS)، مما يؤكد الطبيعة البلورية العالية للجسيمات المحضرة حيويًا وخلوها من الشوائب الكيميائية.

### تحليل المجموعات الوظيفية (FTIR Analysis)

استخدم مطياف الأشعة تحت الحمراء بتحويل فوريير (FTIR) لتحديد الجزيئات الحيوية المسؤولة عن اختزال وتثبيت الجسيمات. كشفت النتائج عن وجود حزم امتصاص تعود لمجموعات الهيدروكسيل (OH-) والكربونيل (C=O)، مما يثبت أن الفينولات والبروتينات الموجودة في المستخلص النباتي قد غلفت الجسيمات النانوية، مما يمنحها ثباتاً حيويًا ويمنع تكتلها.

### الاستقرار الفيزيائي

لضمان كفاءة الرش الورقي، تم إجراء تحليل تشتت الضوء الديناميكي (DLS): جهد زيتا (Zeta Potential): سجلت الجسيمات قيماً تتراوح بين -25 و -35 ميلي فولت. تشير هذه القيم المرتفعة، سواء كانت سالبة أو موجبة، إلى قوى تنافر كهربائية كافية لضمان استقرار المعلق النانوي ومنع الترسب أثناء عملية التطبيق الحقلية. مؤشر التشتت المتعدد (PDI): كانت القيم أقل من 0.25، مما يعكس تجانساً عالياً في الحجم، وهو شرط أساسي لضمان توزيع عادل للمادة الفعالة على أوراق النبات.

### آلية النفاذ عبر الثغور

تعتمد الدراسة على نظرية النفاذ السلبلي. تعمل الجسيمات النانوية كحوامل ذكية للعناصر. بسبب ارتفاع مساحة السطح النوعية لهذه الجسيمات، فإنها تزيد من معدل الامتصاص الورقي مقارنة بالأملاح المعدنية التقليدية، مما يقلل من الفقد الكيميائي الناتج عن الجريان السطحي، تم الاعتماد على جسيمات نانوية محضرة عبر مسارات التصنيع الأخضر لضمان خلوها من المذيبات السامة، بمتوسط حجم يتراوح بين 20 و 60 نانومتر، مما يضمن نفاذية مثالية عبر الثغور الورقية لنبات الفلفل.

## منهجية التطبيق

تضمنت الدراسة رشاً ورقياً دورياً لنبات الفلفل بتركيزات محددة، مع مراقبة المعايير الحيوية. في الجانب الحشري، تم تعريف مجتمعات المَن لتراكيز متسلسلة في بيئة محكمة لقياس القدرة السمية النسبية وتحديد قيم 50LC و 90LC.

## النتائج والمناقشة التطبيقية

### تحليل الكفاءة الفسيولوجية للأسمدة النانوية

تظهر البيانات في الجدول (1) استجابة نوعية لنبات الفلفل عند استخدام الأسمدة النانوية. الأداء الأمثل لنانو الزنك (ZnONPs): حقق تركيز 50 ppm من أكسيد الزنك النانوي أعلى كفاءة تمثيلية بزيادة في الكلوروفيل بلغت 22%. يُعزى هذا التفوق إحصائياً إلى صغر حجم الجسيمات الذي يسمح بنفاذية عالية، وميكانيكياً إلى دور الزنك كعامل مرافق (Cofactor) لأنزيم Carbonic Anhydrase يلعب هذا الأنزيم دوراً مهماً في تحسين انتشار  $CO_2$  عبر الأغشية الحيوية، مما يزيد من كفاءة دورة كالفن وتراكم المادة الجافة، المقارنة بين الزنك والكبريت: رغم فعالية الكبريت النانوي عند تركيز 200 ppm، إلا أن الزنك أظهر تفوقاً في تحفيز النمو بتركيز أقل بأربع مرات. هذا يشير إلى أن الأنظمة الفسيولوجية للنبات أكثر حساسية لاستجابة التحفيز المعدني النانوي (Metal-based NPs) مقارنة باللافئات. الاستدامة والأمان الحيوي: تشير النتيجة حول خلو الثمار من الترسبات المعدنية إلى أن التراكيز المستخدمة تقع ضمن المدى التحفيزي (Stimulatory range) دون الوصول إلى مستوى الإجهاد المعدني (Phytotoxicity)، مما يدعم فرضية الأمان الحيوي للاستهلاك البشري.

**جدول (1): المؤشرات الإرشادية لنمو نبات الفلفل تحت تأثير الأسمدة النانوية.**

نوع السماد النانوي	التركيز المثالي (ppm)	نسبة الزيادة في الكلوروفيل	التأثير على المادة الجافة	معيار الأمان الحيوي
أكسيد الزنك (ZnONPs)	50	22%	مرتفع جداً	آمن / لا يوجد ترسبات ثمرية
الكبريت النانوي (S NPs)	200	14%	متوسط	آمن بيئياً

**ملاحظة:** تفوق نبات الفلفل في تراكم المادة الجافة يعود إلى دور الزنك النانوي كعامل مساعد في تنشيط أنزيم الكربونيك أنيهايديرز، مما يعزز تثبيت CO<sub>2</sub> وزيادة معدلات التمثيل الضوئي.

**تحليل الفعالية القاتلة ضد مَن الخوخ الأخضر**

تؤكد نتائج الجدول (2) أن الجسيمات النانوية المحضرة حيويًا تتمتع بقدرة قوية تتفوق على المبيدات التقليدية، وذلك بناءً على التحليل التالي: السيادة المطلقة لهيدروكسيد المغنيسيوم (MgHNPs): سجلت الجسيمات نسبة قتل 100% للأعمار المبكرة و98% للأعمار المتأخرة. تفسر هذه القوة الإبادية عبر "الميكانيكية المزدوجة"، حيث تؤدي طبيعة الجسيمات الصفائحية إلى تخريب ميكانيكي للأغشية الخلوية (Membrane disruption)، تليها إجهاد تأكسدي عنيف ناتج عن تحرير أيونات Mg داخل سوانل جسم الحشرة، تباين الحساسية حسب العمر اليرقي: يوجد انخفاض طفيف في نسب القتل عند الأعمار المتأخرة، خاصة مع ZnO و CuO. يُعزى ذلك إحصائياً إلى زيادة سمك طبقة الكيوتيكل الواقية في الأطوار المتقدمة. ومع ذلك، بقيت النسب فوق 90%، مما يثبت قدرة النانو على اختراق الدروع الحيوية للآفة، السمية الموجهة: يظهر أكسيد النحاس سمية جهازية عالية، بينما يتميز أكسيد الزنك بقدرة اختراق ميكانيكية للكيوتيكل. هذا التنوع في ميكانيكيات التأثير يقلل من فرص تطوير الآفة لمقاومة فعلية (Pesticide Resistance)، وهي

ميزة استراتيجية تفنقر إليها المبيدات الكيمائية ذات الهدف الواحد (Single-target). كما تثبت المقارنة بين الجدولين أن تقنية النانو نجحت في حل المشكلة الصعبة في الزراعة المستدامة. فهي من جهة تعمل كمنشط حيوي للنبات بتركيزات منخفضة (50 ppm)، ومن جهة أخرى تعمل كمبيد قوي للآفات بتركيزات أعلى (8000 µg/ml) مع الحفاظ على معايير الأمان البيئي. إن هذا التباين في التأثير بين العائل (النبات) والآفة (المن) يعزز من قيمة هذه الجسيمات كأدوات ذكية في إدارة المحاصيل.

**جدول (2):** نسب القتل الحيوية ضد من الخوخ الأخضر (بعد 72 ساعة).

المادة النانوية	التركيز (µg/ml)	نسبة القتل (الأعمار المبكرة)	نسبة القتل (الأعمار المتأخرة)	ميكانيكية التأثير
هيدروكسيد المغنيسيوم	8000	100%	98%	تخريب غشائي + إجهاد تأكسدي
أكسيد النحاس	8000	96%	92%	سمية جهازية
أكسيد الزنك	8000	100%	90%	اختراق الكيوتيكل

### تقييم طابع الأمان الحيوي

تظهر هذه الدراسة بشكل رائد أن استخدام التراكيز النانوية المنخفضة، خاصة 50 ppm، يؤدي إلى استجابة نباتية مثلى دون الوصول إلى حد السمية النباتية. أكدت الفحوصات المجهرية أن الجسيمات النانوية تتحلل حيوياً في التربة ولا تترك أثراً تراكمياً يضر بالسلسلة الغذائية، مما يجعلها تتفوق على المبيدات الفوسفورية التقليدية التي تترك بقايا سامة لفترات طويلة.

## التوصيات

التوصية الأولى: اعتماد الرش الورقي بـ ZnONPs بتركيز 50 ppm كبروتوكول قياسي لتحسين جودة ثمار الفلفل وزيادة محتواها من الفيتامينات.

التوصية الثانية: استخدام هيدروكسيد المغنيسيوم النانوي كبديل آمن وفعال للمبيدات الكيميائية لتحقيق نسبة قتل كاملة للآفات الحشرية.

التوصية الثالثة: التوسع في إنتاج هذه المواد محلياً لتقليل التكاليف الاقتصادية ودعم الزراعة المستدامة.

## References

Ghida A.Y., Al-Antary T. M., Awwad A.M., Ghidan O Y., Araj S.E.A. and Ateyyat M.A. 2018. Comparison of different green synthesized nanomaterials on green peach aphid as aphicidal potential.

Al-Antary T.M. and Ghidan A.Y. 2023. Strengths and weaknesses of metal oxide nanoparticles in agriculture. *Nanometal Oxides in Horticulture and Agronomy*, 353–376.

Ghidan A.Y. and Al Antary T.M. 2019. Applications of Nanotechnology in Agriculture. In *Applications of Nanobiotechnology*. IntechOpen.

رصد وتوثيق خنافس اللحاء والأمبروزيا في الأردن: أول دراسة وطنية تكشف تسجيلات

جديدة لأنواع غازية وتدابيرها على الأمن الحيوي النباتي

المهندسة اسراء سالم

المركز الوطني للبحوث الزراعية



#### الملخص

أُجري المسح الوطني الأول لخنافس اللحاء والأمبروزيا في الأردن كأول برنامج رصد منهجي يهدف إلى توثيق وجود هذه المجموعات الحشرية الغازية وتتبع احتمالية دخولها وانتشارها داخل النظم البيئية الزراعية والحرجية، وذلك ضمن جهود المركز الوطني للبحوث الزراعية لتعزيز منظومة الأمن الحيوي النباتي. شمل المسح مناطق متعددة في شمال الأردن، بما في ذلك إربد وجرش وعجلون، باستخدام مصائد الإيثانول كأداة رصد فعّالة لجمع العينات الحشرية.

تم جمع العينات وفرزها مبدئيًا في مختبرات المركز الوطني للبحوث الزراعية، ثم إرسالها إلى مختبرات التشخيص والتصنيف في قسم العلوم بجامعة روما تري (Roma Tre University) إيطاليا، حيث أُجري التشخيص النهائي بواسطة الخبير التصنيفي Dr. Enrico Ruzzier. وقد تم اعتماد جميع نتائج التحديد والتصنيف بناءً على التقرير التصنيفي الأول الصادر عن الجهة المصنِّفة عام 2024، والذي مثل المرجع العلمي الرسمي في تأكيد الهوية التصنيفية وتوثيق الأنواع المسجلة.

أظهرت النتائج تسجيل أنواع واسعة الانتشار في الإقليم القطبي الغربي (Western Palearctic)، إلى جانب أنواع كريبتوجينية مثل *Xyleborinus saxesenii* و *Hypothenemus eruditus*. كما تم توثيق أول تسجيل للخنفساء الغازية *Cryphalus dilutus* في الأردن، مما يشير إلى احتمال دخول أنواع غازية جديدة وتأقلمها مع البيئات المحلية، خاصة في المناطق المتأثرة بالإجهاد البيئي. وتؤكد النتائج أهمية تعزيز برامج الرصد المستمر وخطط الأمن الحيوي النباتي، نظرًا لما قد تمثله هذه الأنواع من تهديد محتمل على النظم البيئية الزراعية والحرجية في الأردن.

## المقدمة

تُعد خنافس اللحاء وخنافس الأمبروزيا (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) من أهم الحشرات الثاقبة للأخشاب التي تلعب دورًا بيئيًا معقدًا يتراوح بين الإسهام في تحلل المواد العضوية وإعادة تدوير العناصر الغذائية، وبين التسبب في أضرار جسيمة للنظم البيئية والغابات والمحاصيل الشجرية. وقد اكتسبت هذه المجموعة أهمية متزايدة خلال العقود الأخيرة نتيجة تزايد تسجيل الأنواع الغازية منها خارج نطاقها الجغرافي الطبيعي، وما يرافق ذلك من آثار بيئية واقتصادية خطيرة (Panzavolta et al., 2021). تعتمد خنافس الأمبروزيا على علاقة تكافلية متخصصة مع مجموعة من الفطريات، حيث تقوم بحملها وزراعتها داخل أنفاقها في أنسجة الأشجار، لتشكل مصدرًا غذائيًا أساسيًا لها. إلا أن هذه العلاقة التكافلية قد تتحول إلى علاقة ممرضة للنبات، إذ تسهم مهمة مثل الأفوكادو والحمضيات (Freeman et al., 2017; Mendel et al., 2019). في السنوات الأخيرة، أصبح انتشار خنافس الأمبروزيا مرتبطًا ارتباطًا وثيقًا بظاهرة العولمة والتغيرات المناخية. فقد ساهمت زيادة حركة التجارة الدولية، خاصة نقل الأخشاب ومواد التعبئة الخشبية، في تسهيل انتقال هذه الحشرات عبر الحدود الجغرافية، في حين أدى التغير المناخي، بما يشمل من ارتفاع درجات الحرارة وتغير أنماط الهطول المطري، إلى تهيئة ظروف بيئية ملائمة لاستقرارها وانتشارها في مناطق جديدة (Liebhold and Kean, 2019; De Groot et al., 2020). كما أن ارتفاع درجات الحرارة قد يؤدي إلى زيادة عدد الأجيال السنوية لهذه الحشرات، مما يعزز من قدرتها على التوسع السريع وإحداث أضرار أكبر.

في هذا السياق، تُعد منطقة الشرق الأوسط، بما فيها الأردن، من المناطق المعرضة بشكل متزايد لخطر دخول واستقرار الأنواع الغازية من خنافس الأمبروزيا، نظرًا لموقعها الجغرافي الاستراتيجي، والتشابه البيئي مع مناطق منشأ هذه الحشرات، بالإضافة إلى التوسع في زراعة المحاصيل الشجرية المستوردة. كما أن ظهور مؤشرات على تدهور بعض النظم البيئية الغابية، وحدث حالات موت جماعي للأشجار، يعزز من فرضية ارتباط هذه الظواهر بانتشار الحشرات الثاقبة للأخشاب والفطريات المصاحبة لها ( Gomez et al., 2019).

وبالرغم من هذه المخاطر المتزايدة، لا تزال المعلومات المتوفرة حول تنوع وتوزيع خنافس الأمبروزيا في الأردن محدودة نسبيًا، خاصة فيما يتعلق بالأنواع الغازية حديثة الدخول. كما أن غياب بيانات أساسية (baseline data) حول المجتمعات الحشرية يجعل من الصعب تقييم التغيرات البيئية ورصد التوسع المستقبلي لهذه الآفات. وعليه، تبرز الحاجة الملحة لإجراء مسوحات ميدانية منهجية تهدف إلى الكشف المبكر عن الأنواع الدخيلة، وتحديد نطاق انتشارها، وفهم ديناميكيات مجتمعاتها ( Alaraydah et al., 2024).

انطلاقًا من ذلك، تأتي أهمية إجراء هذا المسح الوطني كخطوة أساسية ضمن برامج الإنذار المبكر، حيث يهدف إلى:

- الكشف عن الأنواع الغازية غير المسجلة سابقًا في الأردن
  - تحديد التوزيع الجغرافي لخنافس اللحاء والأمبروزيا
  - إنشاء قاعدة بيانات مرجعية يمكن استخدامها في الدراسات المستقبلية
  - دعم متخذي القرار في تطوير استراتيجيات فعالة للإدارة والمكافحة
- كما يمثل هذا المسح أداة حيوية لتقييم المخاطر البيئية والزراعية المرتبطة بهذه الحشرات، خاصة في ظل التغيرات المناخية والتوسع الزراعي، ويسهم في بناء إطار وطني متكامل للكشف المبكر والاستجابة السريعة للآفات الغازية.

## الخلفية العلمية وانتشار خنافس الأمبروزيا

تُعد خنافس الأمبروزيا من أهم الآفات الحشرية التي حظيت باهتمام متزايد في الدراسات الحديثة، نظرًا لقدرتها على إحداث تأثيرات مركبة تشمل الأضرار المباشرة للأشجار، إضافة إلى دورها في نقل الفطريات الممرضة. إذ تعتمد هذه الحشرات على علاقة تكافلية مع فطريات متخصصة تقوم بزراعتها داخل أنسجة الأشجار، مما يؤدي في كثير من الحالات إلى تعطيل الأنسجة الوعائية والتسبب في ظواهر الذبول والموت التدريجي للأشجار (Freeman et al., 2019). وتزداد خطورة هذه الحشرات في حال الأنواع الغازية، حيث تتميز بقدرتها العالية على التكيف والانتشار في بيئات جديدة، خاصة في ظل غياب الأعداء الطبيعيين. كما أن العديد من هذه الأنواع يمتلك صفات بيولوجية تساعدها على النجاح في الغزو، مثل التكاثر السريع والتزاوج الداخلي، مما يمكنها من تأسيس تجمعات جديدة حتى عند دخول عدد محدود من الافراد (Freeman et al., 2019).

## الانتشار العالمي وخطر الأنواع الغازية

شهد العالم خلال العقود الأخيرة تزايدًا ملحوظًا في انتشار خنافس اللحاء والأمبروزيا خارج نطاقها الجغرافي الأصلي، حيث تحولت من مكونات طبيعية في نظمها البيئية المحلية إلى آفات غازية ذات تأثيرات واسعة النطاق في البيئات الجديدة. ويُعزى هذا الانتشار بشكل رئيسي إلى العولمة والتوسع الكبير في حركة التجارة الدولية، خاصة تجارة الأخشاب ومنتجاتها، والتي تُعد الوسيلة الأكثر شيوعًا لنقل هذه الحشرات عبر القارات (Liebhold and Kean, 2019). تتميز خنافس الأمبروزيا بقدرتها العالية على الغزو البيولوجي، نظرًا لامتلاكها مجموعة من الصفات التي تعزز من نجاحها في الاستيطان في بيئات جديدة. ومن أبرز هذه الصفات قدرتها على التزاوج الداخلي، حيث يمكن لأنثى واحدة مخصبة أن تؤسس مستعمرة جديدة دون الحاجة إلى عدد كبير من الأفراد، إضافة إلى سرعة دورة حياتها وتعدد أجيالها خلال العام، مما يساهم في زيادة كثافتها العددية في فترة زمنية قصيرة (Gomez et al., 2019). كما أن هذه الحشرات لا تُظهر تخصصًا عائليًا صارمًا، إذ يمكنها إصابة طيف واسع من النباتات المضيفة، مما يزيد من فرص انتشارها في الأنظمة البيئية المختلفة. ولا تقتصر خطورة هذه الحشرات على الضرر الميكانيكي الناتج عن حفر

الأنفاق داخل أنسجة الأشجار، بل تتفاقم بسبب ارتباطها الوثيق بفطريات تكافلية قد تكون ممرضة للنبات. إذ تقوم خنافس الأمبروزيا بنقل هذه الفطريات إلى داخل الأوعية الناقلة في الأشجار، حيث تنمو وتنتشر مسببة انسدادًا في الجهاز الوعائي، مما يؤدي إلى الذبول ثم الموت في كثير من الحالات (Freeman et al., 2019). وقد تم ربط العديد من حالات الانهيار المفاجئ للأشجار حول العالم بوجود هذه الحشرات والفطريات المصاحبة لها.

وعلى المستوى الاقتصادي، تسببت الأنواع الغازية من خنافس الأمبروزيا في خسائر كبيرة في قطاعي الزراعة والغابات. فعلى سبيل المثال، أدى انتشار بعض الأنواع مثل *Euwallacea fornicatus* إلى أضرار جسيمة في مزارع الأفوكادو، حيث ساهمت في تقليل الإنتاجية وزيادة تكاليف مكافحة والإدارة (Mendel et al., 2017). كما تكبدت بعض المناطق خسائر بملايين الدولارات نتيجة إزالة الأشجار المصابة ومعالجة الإصابات، إضافة إلى التأثيرات غير المباشرة المرتبطة بفقدان الخدمات البيئية التي تقدمها الأشجار، مثل تخزين الكربون وتنقية الهواء وتنظيم المناخ المحلي. أما من الناحية البيئية، فإن غزو خنافس الأمبروزيا يؤدي إلى اختلال التوازن البيئي، خاصة في الغابات الطبيعية، حيث يمكن أن تتسبب في موت أعداد كبيرة من الأشجار، مما يؤثر على التنوع الحيوي ويغير من تركيب المجتمعات النباتية. كما أن فقدان الأشجار ينعكس سلبيًا على الكائنات الحية المرتبطة بها، ويؤدي إلى تدهور الخدمات البيئية الأساسية (Panzavolta et al., 2021). وتُظهر العديد من الدراسات أن سرعة انتشار هذه الحشرات في البيئات الجديدة ترتبط بضعف أنظمة الحجر الزراعي وعدم كفاية إجراءات الفحص، خاصة في الدول التي تشهد حركة استيراد نشطة للمواد النباتية والخشبية. كما أن صغر حجم هذه الحشرات وصعوبة اكتشافها في المراحل المبكرة من الإصابة يزيد من تعقيد عمليات مكافحة والحد من انتشارها.

في ضوء ذلك، أصبح من الضروري اعتماد استراتيجيات متكاملة لإدارة مخاطر الأنواع الغازية، تعتمد بشكل أساسي على الكشف المبكر والرصد المستمر، إلى جانب تطبيق إجراءات صارمة للحجر الزراعي وتعزيز التعاون الدولي في تبادل المعلومات والخبرات. كما أن فهم بيولوجيا هذه الحشرات وديناميكيات انتشارها يُعد خطوة أساسية لتطوير برامج فعالة للحد من تأثيرها.

## دور التغيرات البيئية والمناخية في زيادة نشاط الآفة

لا تُعد خنافس الأمبروزيا من الآفات التي تعتمد بشكل مباشر على العوامل المناخية لتحديد انتشارها، إذ تمتلك القدرة على إصابة الأشجار في نطاق واسع من الظروف البيئية، كما أنها لا ترتبط بمضيف نباتي محدد، مما يمنحها مرونة عالية في الاستيطان والانتشار. ومع ذلك، فإن التغيرات البيئية والمناخية تلعب دورًا غير مباشر مهمًا في تعزيز نشاط هذه الحشرات وزيادة تأثيرها في النظم البيئية. يتمثل هذا التأثير بشكل أساسي في العلاقة بين الحشرة وحالة الأشجار المضيئة، حيث تنجذب خنافس الأمبروزيا إلى الأشجار المجهدّة أو المتضررة. وتؤدي الظروف البيئية، مثل الجفاف والإجهاد المائي، إلى إضعاف الأشجار وتقليل قدرتها الدفاعية، مما يجعلها أكثر عرضة للإصابة. وقد أظهرت الدراسات الحديثة أن شدة الإجهاد المائي ومدة استمراره تؤثر بشكل مباشر في سلوك اختيار العائل النباتي واستعمار الأشجار من قبل خنافس الأمبروزيا (Ranger et al., 2023).

كما أن التغيرات المناخية، وخاصة ارتفاع درجات الحرارة، قد تسهم في إطالة فترة النشاط الحيوي لهذه الحشرات خلال العام، مما يتيح لها فرصًا أكبر للتكاثر والانتشار. وعلى الرغم من أن هذا التأثير ليس العامل المحدد لوجود الحشرة، إلا أنه يعزز من كثافتها العددية ويزيد من احتمالية حدوث الإصابة، خاصة في البيئات التي تتوفر فيها عوائل نباتية مناسبة (Pureswaran et al., 2022). ومن ناحية أخرى، تلعب الفطريات التكافلية المرتبطة بخنافس الأمبروزيا دورًا محوريًا في شدة الإصابة، حيث تعتمد هذه الحشرات على هذه الفطريات كمصدر غذائي، وفي الوقت ذاته تعمل كناقل لها داخل أنسجة الأشجار. وقد بينت الدراسات الحديثة أن التفاعلات الميكروبية المرتبطة بهذه الحشرات تعزز من قدرتها على إحداث أمراض نباتية، خاصة في الظروف البيئية الملائمة لنمو الفطريات (Freeman et al., 2019).

وفي البيئات الجافة وشبه الجافة، مثل الأردن، فإن تزايد فترات الجفاف وارتفاع درجات الحرارة يسهم في زيادة تعرض الأشجار للإجهاد، مما قد يفسر تزايد فرص الإصابة بخنافس الأمبروزيا، حتى في حال عدم وجود تأثير مباشر للمناخ على الحشرة نفسها. وبالتالي، فإن دور المناخ يتمثل بشكل أساسي في التأثير على العائل النباتي والبيئة المحيطة، مما يخلق ظروفًا أكثر ملاءمة لنشاط هذه الآفة.

بناءً على ذلك، فإن فهم العلاقة غير المباشرة بين التغيرات المناخية ونشاط خنافس الأمبروزيا يُعد أمرًا ضروريًا لتطوير استراتيجيات إدارة فعالة، تركز على تقليل إجهاد الأشجار وتحسين حالتها الصحية، إلى جانب تعزيز برامج الرصد والكشف المبكر.

## المسح الوطني الأول المُنفذ في الأردن لتقييم التدهور البيئي في النظم الحرجية ورصد تهديدات الآفات الحشرية الغازية

تُعد النظم البيئية الحرجية في الأردن، وخاصة غابات البلوط والصنوبر في المناطق الشمالية، ركيزة بيئية أساسية تمثل رئة طبيعية لا غنى عنها في تحقيق التوازن البيئي وحماية التنوع الحيوي، إلا أن هذه النظم تواجه تهديدًا متزايدًا يتمثل في غزو الآفات الحشرية النادرة للخشب، وعلى رأسها خنافس اللحاء والأمبروزيا. وتتميز خنافس الأمبروزيا بسلوك بيولوجي فريد، إذ لا تتغذى على الخشب مباشرة، بل تعتمد على زراعة فطريات تكافلية داخل أنسجة الأشجار تنقلها عبر تراكيب متخصصة تُعرف بـ "الميكانجيا"، حيث تمثل هذه الفطريات مصدرها الغذائي، إلا أن انتشارها داخل الأنسجة يؤدي إلى انسداد الأوعية الناقلة للماء والمواد الغذائية، مما يسبب ضعف الأشجار وموتها (Hulcr and Stelinski, 2017). وقد أسهمت التغيرات البيئية، ولا سيما ارتفاع درجات الحرارة وتكرار فترات الجفاف، في زيادة قابلية الأشجار للإصابة نتيجة تراجع حالتها الفسيولوجية، كما أن الأشجار المُجهدة تُطلق إشارات كيميائية تجذب هذه الحشرات، مما يزيد من احتمالية الاستعمار والإصابة (Skendzic et al., 2021) وفي هذا السياق جاء تنفيذ المسح الوطني الأول عام 2023 استجابةً لمجموعة من المؤشرات البيئية والزراعية التي استدعت تحركًا بحثيًا عاجلاً، خاصة في ظل تزايد المخاطر المرتبطة بانتشار خنافس اللحاء والأمبروزيا في المنطقة، حيث تزامن ذلك مع تسجيل دخول أنواع غازية مدمرة في الدول المجاورة منذ عام 2012، والتي تسببت في خسائر اقتصادية كبيرة، لا سيما في مزارع الأشجار المثمرة مثل الأفوكادو، وعلى المستوى المحلي تم تسجيل مؤشرات مقلقة تمثلت في تدهور الغطاء الحرجي، حيث سُجل موت ما يقارب 17,000 شجرة بلوط في محافظة إربد، إضافة إلى تراجع ملحوظ في مساحات غابات الصنوبر في مناطق جرش وعجلون، مما يعكس وجود تهديد بيئي حقيقي يتطلب دراسة علمية منهجية لتحديد أسبابه وتقييم مدى ارتباطه بالآفات

الحشرية، وخاصة خنافس الأمبروزيا، وفي ضوء هذه المعطيات برزت الحاجة إلى تبني برامج الاكتشاف المبكر والاستجابة السريعة (Early Detection and Rapid Response – EDRR)، والتي تُعد من أهم الاستراتيجيات العالمية في إدارة الآفات الغازية نظرًا لدورها في الحد من انتشارها وتقليل الخسائر البيئية والاقتصادية على المدى الطويل (Rabaglia et al., 2019)، وبناءً على ذلك تم تنفيذ هذا المسح كخطوة استباقية تهدف إلى رصد وجود هذه الحشرات وتحديد نطاق انتشارها، إضافة إلى توفير قاعدة بيانات علمية تدعم جهود الإدارة المتكاملة للآفات في الأردن.

### التسجيلات الأولى لخنافس اللحاء والأمبروزيا في الأردن ضمن مسح وطني يقوده المركز الوطني للبحوث الزراعية

أجري المسح الوطني الأول لخنافس اللحاء والأمبروزيا في الأردن كأول برنامج رصد منهجي منظم يهدف إلى توثيق وجود هذه المجموعات الحشرية الغازية وتتبع احتمالية دخولها وانتشارها داخل الأراضي الأردنية، وذلك ضمن إطار جهود المركز الوطني للبحوث الزراعية في تعزيز منظومة الأمن الحيوي النباتي. وقد اضطلع المركز بدور محوري في التخطيط الميداني، وتنسيق مواقع الرصد، وتنفيذ عمليات الجمع الحقلية في عدد من المناطق ذات الأهمية البيئية والزراعية، شملت غابات شمال الأردن في إربد وجرش وعجلون، إلى جانب مواقع زراعية محيطة. وقد استُخدمت مصائد الإيثانول كأداة رصد فعّالة لجذب خنافس اللحاء والأمبروزيا، حيث تم تنفيذ عمليات الجمع عبر شبكة مصائد موزعة على المواقع المستهدفة. وبعد ذلك، جُمعت العينات ونُقلت إلى مختبرات الحشرات التابعة للمركز الوطني للبحوث الزراعية، حيث خضعت لعمليات الفرز الأولي، والتنظيف، والتوثيق المبدئي، بما يضمن الحفاظ على سلامة العينات وإعدادها وفق المعايير العلمية المعتمدة قبل الإرسال للتشخيص المتقدم.

وفي إطار استكمال التحليل التصنيفي، أُرسلت العينات إلى مختبرات التشخيص والتصنيف المتخصصة في قسم العلوم بجامعة روما تري (Roma Tre University) في إيطاليا، حيث تولّى الخبير التصنيفي Dr. Enrico Ruzzier إجراء التشخيص النهائي باستخدام المفاتيح التصنيفية الحديثة والمقارنة مع المراجع العالمية المعتمدة لفصيلة Scolytinae. وقد أسفرت النتائج عن توثيق مجموعة من الأنواع

واسعة الانتشار في الإقليم القطبي الغربي (Western Palearctic)، إلى جانب أنواع ذات طبيعة كريتوجينية (cryptogenic) مثل *Xyleborinus saxesenii* و *Hypothenemus eruditus*. كما تم تسجيل وجود الخنفساء الغازية *Cryphalus dilutus*، والتي تُعد إضافة جديدة لسجل الحشرات في الأردن، ما يمثل أول تسجيل رسمي لهذا النوع داخل المملكة، ويشير إلى احتمال دخوله حديثاً وانتشاره في النظم البيئية المحلية. وتكتسب *Cryphalus dilutus* أهمية حجرية نباتية خاصة، نظراً لارتباطها بعدد من الأشجار الاقتصادية الحساسة، مثل المانجو، والتين، والأفوكادو، حيث يمكن أن تسهم في إحداث تدهور فسيولوجي وموت رجعي في الأشجار المصابة. وتؤكد النتائج أن معظم الأنواع المسجلة ترتبط ببيئات تعاني من الإجهاد البيئي، مما يدعم الفرضية القائلة بأن تدهور النظم الحرجية في الأردن قد يسهم في زيادة قابلية هذه البيئات للاستيطان من قبل الآفات الحشرية الغازية ويعزز الحاجة إلى برامج رصد مستمرة ومتكاملة للأمن الحيوي النباتي.

وقد تم اعتماد جميع النتائج الواردة في هذا المسح بناءً على التقرير التصنيفي الأول الصادر عن الجهة المصنّفة (جامعة روما تري - إيطاليا) لعام 2024، والذي مثل المرجع العلمي الرسمي في تأكيد الهوية التصنيفية للعينات وتوثيق التسجيلات الجديدة.

### التوصيات

توصي الدراسة بضرورة استمرارية وتوسيع برامج الرصد الوطني لخنفساء اللحاء والأمبروزيا في مختلف مناطق الأردن، مع زيادة عدد مواقع المصائد لتشمل نطاقات بيئية وزراعية أوسع، بهدف تعزيز القدرة على الكشف المبكر عن الأنواع الغازية والحد من انتشارها. كما توصي بإنشاء قاعدة بيانات وطنية متخصصة لتوثيق الآفات الحشرية الغازية وربطها بنظام إنذار مبكر يدعم اتخاذ القرار في مجال الأمن الحيوي النباتي. وتؤكد الدراسة على أهمية تعزيز التعاون العلمي مع المراكز البحثية الدولية، خاصة في مجالات التصنيف الدقيق والتحليل الجزيئي، لضمان تحديث المعرفة التصنيفية ومواكبة التغيرات في انتشار الأنواع الغازية. كما يُوصى بتطبيق استراتيجيات الإدارة المتكاملة للآفات في المناطق ذات الإجهاد البيئي المرتفع، لما لها من دور في تقليل فرص استقرار وانتشار خنفساء اللحاء والأمبروزيا. إضافة إلى ذلك، توصي الدراسة برفع

مستوى الوعي لدى المزارعين والعاملين في القطاع الزراعي حول مخاطر هذه الآفات وطرق التعرف المبكر عليها والإبلاغ عنها، إلى جانب دعم برامج التدريب وبناء القدرات في مجال الأمن الحيوي النباتي لضمان استجابة فعّالة ومستدامة تجاه التهديدات البيولوجية المحتملة.

## References

- Alaraydah A.A., Al Mhassneh A.M., Abdel Hafes B.Y., Salem I.W., Abu Hammour K. and Obeidate N.S. 2024. First record of different species of introduced ambrosia beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Jordan. Scientific Research Journal.
- De Groot P., et al. 2020. Effects of climate change on forest pests and their management. Forest Ecology and Management.
- Freeman S., Protasov A., Sharon M., Mohotti K., Eliyahu M., Okon-Levy N., Maymon M., Mendel Z. and O'Donnell K. 2019. Obligate mutualism between ambrosia beetles and fungi: Implications for plant pathology. Frontiers in Microbiology, 10: 1–12.
- Gomez D.F., Rabaglia R.J., Fairbanks K.E.O. and Hulcr J. 2019. North American Xyleborini: Biology and invasion patterns of ambrosia beetles. Biological Invasions, 21: 1–15.
- Hulcr J. and Stelinski L.L. 2017. The ambrosia symbiosis: From evolutionary ecology to practical management. Annual Review of Entomology, 62: 285–303.

- Liebhold A.M. and Kean J.M. 2019. Eradication and containment of non-native forest insects: Successes and challenges. *Annual Review of Entomology*, 64: 1–20.
- Mendel Z., Protasov A., Sharon M., Zveibil A. Ben Yehuda S., O'Donnell K., Rabaglia R. and Freeman S. 2017. An Asian ambrosia beetle *Euwallacea fornicatus* and its fungal symbiont cause a new disease of avocado in Israel. *Phytoparasitica*, 45: 235–240.
- Panzavolta T., Bracalini M., Croci F. and Tiberi R. 2021. Bark and ambrosia beetles: An increasing threat to forest ecosystems worldwide. *Forests*, 12: 1–20.
- Pureswaran D.S., Meurisse N., Rassati D., Liebhold A.M. and Faccoli M. 2022. Climate change and invasions by non-native bark and ambrosia beetles. In R.W. Hofstetter and K.J K. Gandhi (Eds.), *Bark beetle management: ecology, and climate change* (pp. 3–30). Academic Press.
- Rabaglia R.J., Dole S.A. and Cognato A.I. 2019. Review of approaches for the early detection and rapid response to bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Forest Health Protection, USDA Forest Service.
- Ranger C.M., Parajuli M., Gresham S., Barnett J., Villani S., Walgenbach J., Baysal-Gurel F., Owen J.S. and Reding M.E. 2023. Type and duration of water stress influence host selection and colonization by exotic ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae). *Frontiers in Insect Science*, 3: <https://doi.org/10.3389/finsc.2023.1219951>.

Skendzic S., Zovko M., Zivkovic I.P., Lesic V. and Lemic D. 2021. The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12: <https://doi.org/10.3390/insects12050440>.

## الحديقة النباتية الملكية

### مبادرة وطنية وخدمة مجتمعية

#### الدكتور حاتم طيفور

مساعد المدير العام، مدير صون النبات، الحديقة النباتية الملكية



تُعدّ الحقائق النباتية من الركائز الأساسية في منظومة العمل البيئي العالمي، حيث تمثل مؤسسات علمية متقدمة تُعنى بحفظ النباتات وتوثيقها ضمن قواعد بيانات دقيقة، وتُستخدم كمنصات للبحث العلمي والتعليم والتوعية البيئية. ويقوم مفهوم الحديقة النباتية على جمع النباتات المحلية أو العالمية في موقع محدد، مع توثيق خصائصها الحيوية والبيئية، بما يشمل تصنيفها العلمي وخصائص نموها وانتشارها واستخداماتها المختلفة. وتُشكل هذه الحقائق حلقة وصل بين المعرفة العلمية والتطبيق العملي، حيث تسهم في دعم الجهود الرامية إلى الحفاظ على التنوع الحيوي ومواجهة التحديات البيئية المتزايدة التي يشهدها العالم في الوقت الراهن.

في هذا السياق، برزت الحديقة النباتية الملكية في الأردن كمبادرة وطنية متقدمة تُجسد التوجه الاستراتيجي للمملكة نحو حماية البيئة وتعزيز الاستدامة. فقد جاءت فكرة تأسيس الحديقة بمبادرة من سمو الأميرة بسمة بنت علي، وبدعم مباشر من جلالة الملك عبدالله الثاني ابن الحسين، لتكون أول حديقة نباتية متخصصة في الأردن تُعنى بحماية النباتات المحلية وإعادة تأهيل موائلها الطبيعية ضمن إطار علمي ومؤسسي متكامل. وقد تم تسجيل الحديقة كمؤسسة غير ربحية عام 2008، لتبدأ مسيرتها في تطوير برامج متقدمة تهدف إلى صون التنوع الحيوي النباتي وتعزيز البحث العلمي والتعاون مع مختلف الجهات المعنية على المستويات المحلية والإقليمية والدولية.

تعمل الحديقة النباتية الملكية في بيئة عالمية تتسم بتسارع التغيرات البيئية، حيث يواجه العالم تحديات كبيرة تشمل التغير المناخي، وتدهور الأراضي، والتصحر، وشح الموارد المائية، وفقدان التنوع الحيوي. وفي ظل هذه التحديات، تسعى الحديقة إلى تقديم نموذج عملي يُظهر كيف يمكن للمؤسسات الوطنية أن تلعب دوراً محورياً في مواجهة هذه القضايا من خلال تطوير حلول قائمة على الطبيعة، وتعزيز قدرة النظم البيئية على التكيف مع الظروف المتغيرة. كما تسهم الحديقة في دعم التزامات الأردن الدولية في مجالات البيئة والتنوع الحيوي، من خلال تنفيذ برامج ومشاريع تتماشى مع الأطر العالمية مثل أهداف التنمية المستدامة.

تتطلق الحديقة النباتية الملكية من رؤية طموحة تهدف إلى بناء مجتمع واعٍ بيئياً، قادر على إدارة موارده الطبيعية بشكل مستدام دون الحاجة إلى تدخلات تصحيحية مستمرة. وتتمثل رسالتها في حماية النباتات المحلية في الأردن من خلال الاستعادة البيئية، وتوفير بيئة بحثية متقدمة، وعرض هذه الجهود بطريقة تفاعلية تُسهم في تعزيز الوعي البيئي لدى مختلف فئات المجتمع. وقد ترجمت هذه الرؤية إلى مجموعة من الأهداف الاستراتيجية التي تشمل الحفاظ على النباتات المحلية وأصولها الوراثية، وإعادة تأهيل الموائل الطبيعية، وتعزيز البحث العلمي، ونشر الثقافة البيئية، إضافة إلى دعم المجتمعات المحلية وتطوير سبل العيش المستدام. ويعكس حصول الحديقة على اعتماد دولي من Botanic Gardens Conservation International التزامها بتطبيق أفضل الممارسات العالمية في إدارة الحدائق النباتية.

تقع الحديقة النباتية الملكية في منطقة تل الرمان المطلّة على سد الملك طلال، ضمن موقع جغرافي يتميز بأهمية بيئية وسياحية كبيرة، حيث يبعد نحو 25 كيلومتراً شمال العاصمة عمّان، ويقع ضمن نطاق جغرافي يربط بين عدة محافظات، مما يجعله سهل الوصول للزوار من مختلف أنحاء المملكة. وتبلغ مساحة الموقع حوالي 1782 دونماً، ويتميز بتنوع طبوغرافي وبيئي فريد يشمل المرتفعات الجبلية والأودية والمناطق المحاذية للمسطحات المائية. ويُسهم هذا التنوع في توفير بيئات مناسبة لتمثيل عدد من الموائل النباتية الأردنية المختلفة ضمن مساحة واحدة، مما يعزز من القيمة العلمية والتعليمية للموقع، ويجعله منصة تطبيقية لدراسة الأنظمة البيئية الطبيعية في الأردن.

كما يُعد الموقع من أبرز مواقع السياحة البيئية في المملكة، حيث يجمع بين الجمال الطبيعي والتنوع الحيوي، ويوفر فرصاً متعددة للأنشطة الترفيهية والتعليمية مثل المشي في الطبيعة ومراقبة الطيور واستكشاف الموائل المختلفة. وتشير الدراسات إلى إمكانية استقطاب أعداد كبيرة من الزوار سنوياً، الأمر الذي يعزز من دور الحديقة كمركز وطني للترفيه البيئي والتعليم المجتمعي، ويُسهم في دعم الاقتصاد المحلي من خلال تنشيط السياحة الداخلية.

تولي الحديقة النباتية الملكية اهتماماً كبيراً بالمجتمع المحلي، حيث تؤمن بأن نجاح أي مشروع بيئي يعتمد بشكل أساسي على مشاركة المجتمع المحلي وتفاعله. وقد عملت الحديقة على تطوير برامج متخصصة لإدارة المراعي بالتعاون مع مربّي الثروة الحيوانية، حيث تم تطبيق ممارسات علمية حديثة تهدف إلى تحسين الإنتاجية العلفية والحفاظ على الغطاء النباتي، مما أسهم في تحقيق نتائج ملموسة على المستويين البيئي والاقتصادي. كما ساهمت هذه البرامج في تحسين مستوى دخل الأسر المستفيدة، وتعزيز وعيها البيئي، وتحفيزها على تبني ممارسات مستدامة في إدارة الموارد الطبيعية.

وفي إطار دعم التمكين الاقتصادي والاجتماعي، قامت الحديقة بدعم تأسيس جمعية سيدات تل الرمان التعاونية، والتي تُعد نموذجاً ناجحاً للتنمية المجتمعية القائمة على الاستدامة. وقد ساهمت هذه المبادرة في توفير فرص عمل للنساء، وتعزيز دورهن في المجتمع، وتطوير مهارتهن في مجالات الإنتاج والتسويق

والإدارة. كما تعمل الحديقة بشكل مستمر على دعم هذه الجمعية من خلال التدريب والتشبيك مع المؤسسات المختلفة، بما يضمن استمرارية عملها وتحقيق أهدافها التتموية.

تمثل الحديقة النباتية الملكية نموذجاً متكاملًا للتنمية المستدامة، حيث تسعى إلى تحقيق التوازن بين الحفاظ على البيئة وتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية. وتشمل أنشطتها تطبيق تقنيات الحصاد المائي، واستخدام الطاقة المتجددة، وتطوير أنظمة زراعية مستدامة، إضافة إلى اعتماد حلول هندسية صديقة للبيئة في تصميم المرافق والبنية التحتية. ويهدف هذا التوجه إلى تقديم نموذج عملي يمكن تطبيقه في مناطق أخرى، ونقل المعرفة البيئية إلى المجتمع بشكل فعال.

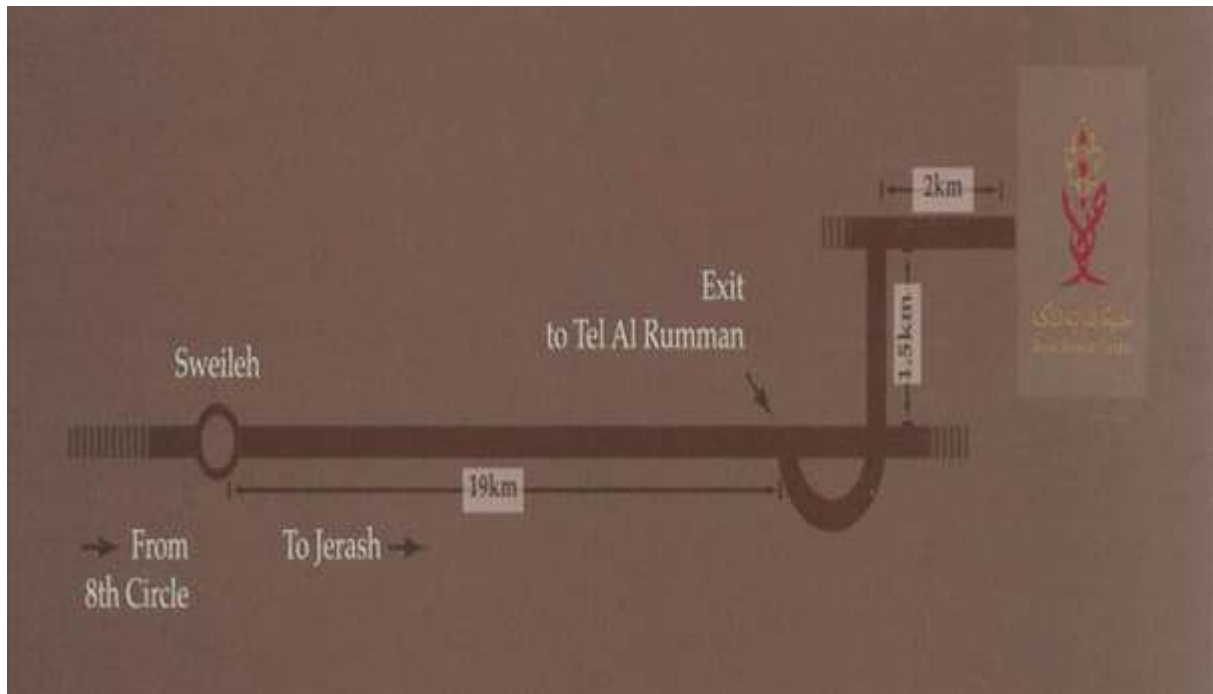
وتتمتع الحديقة بشبكة واسعة من الشراكات مع مؤسسات وطنية ودولية، من أبرزها Food and Agriculture Organization، إضافة إلى عدد من المبادرات العالمية والمراكز البحثية والجامعات الأردنية. وقد أسهمت هذه الشراكات في دعم البرامج العلمية وتبادل الخبرات وتعزيز القدرات المؤسسية، مما مكن الحديقة من لعب دور محوري كمركز إقليمي للبحث والتعاون في مجال النباتات والتنوع الحيوي.

على الصعيد العلمي، تمثل الحديقة النباتية الملكية مركزاً وطنياً لحفظ النباتات خارج نطاق المحميات الطبيعية، حيث تعمل على توثيق التنوع النباتي في الأردن والذي يضم أكثر من 2531 نوعاً نباتياً، وتطوير قواعد بيانات علمية دقيقة تُعد مرجعاً أساسياً للباحثين والمتخصصين. كما قامت بإصدار القائمة الحمراء للنباتات الأردنية، والتي تُعد أداة علمية مهمة لتقييم حالة الأنواع النباتية وتحديد أولويات الحماية، بما يسهم في توجيه الجهود الوطنية نحو الحفاظ على الأنواع المهددة بالانقراض.

وتشمل برامج الحديقة الرئيسية المعشبة الوطنية الأردنية، التي تضم آلاف العينات النباتية الموثقة، إضافة إلى المعشبة الإلكترونية التي تتيح الوصول إلى هذه البيانات بشكل رقمي، وبنك البذور الذي يعمل على حفظ الأصول الوراثية للنباتات، والمشاتل التي تُنتج أعداداً كبيرة من الشتلات المحلية المستخدمة في مشاريع الاستعادة البيئية. وتسهم هذه البرامج في تعزيز الجهود الوطنية للحفاظ على النباتات وضمان استدامتها للأجيال القادمة، كما تُوفر قاعدة علمية قوية لدعم الأبحاث والدراسات في مجال النبات.

أما على صعيد البنية التحتية، فقد تم تطوير الموقع وفق مخطط شمولي متكامل يراعي أفضل الممارسات العالمية في تصميم الحدائق النباتية، حيث يضم مجموعة من المرافق التي تهدف إلى توفير تجربة متكاملة للزوار تجمع بين التعلم والترفيه. وتشمل هذه المرافق مركز الزوار، والمسارات البيئية، والحدائق التعبيرية، والمرافق الخدمية، إضافة إلى مناطق مخصصة للأنشطة التعليمية والبحثية. كما تعمل الحديقة على تنفيذ مشاريع مستقبلية تهدف إلى تطوير هذه المرافق وتوسيع نطاق عملها، بما يعزز من دورها كمركز وطني متكامل.

وفي الختام، يمكن القول إن الحديقة النباتية الملكية في الأردن تمثل نموذجاً وطنياً رائداً يجمع بين الحفاظ على البيئة والتنمية المستدامة والبحث العلمي وخدمة المجتمع. وقد استطاعت من خلال برامجها المتكاملة وشراكاتها الفاعلة أن تُحقق إنجازات ملموسة على مختلف المستويات، وأن تُسهم في تعزيز مكانة الأردن في مجال صون التنوع الحيوي على المستوى الإقليمي والدولي. كما تُعد الحديقة منصة استراتيجية لنقل المعرفة البيئية وتطبيقها، ونموذجاً يُحتذى به في كيفية تحويل التحديات البيئية إلى فرص للتنمية المستدامة.



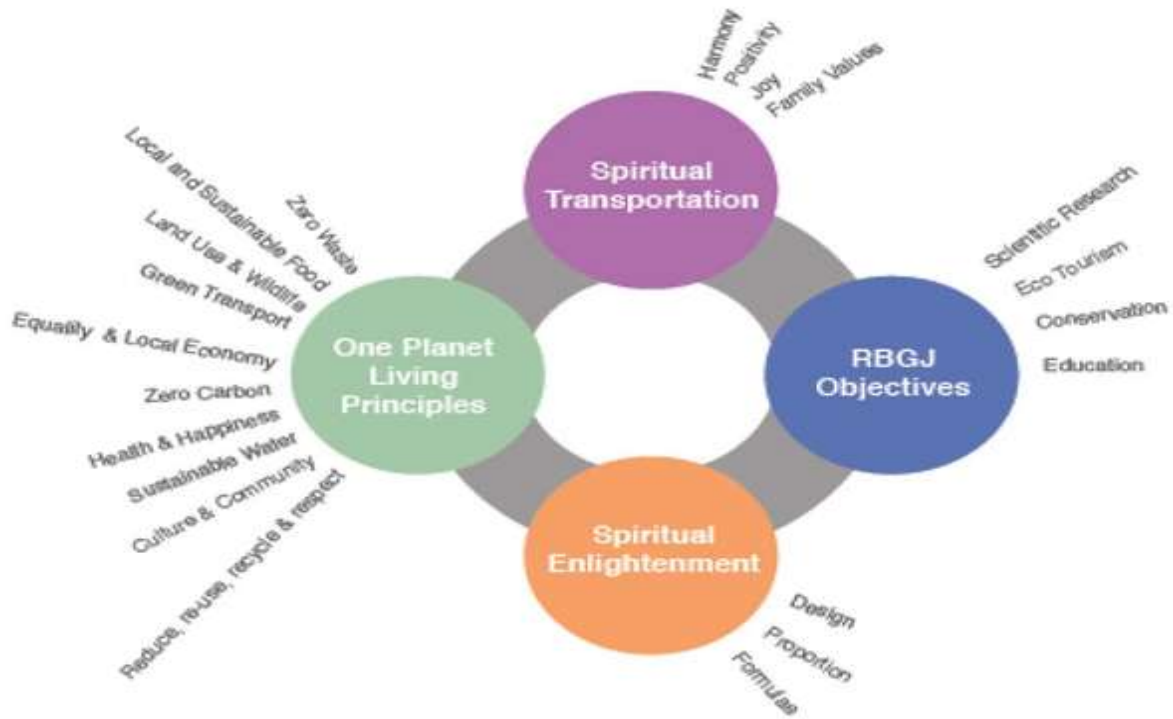
شكل 1: كيفية الوصول إلى موقع الحديقة في تل الرمان من العاصمة عمان



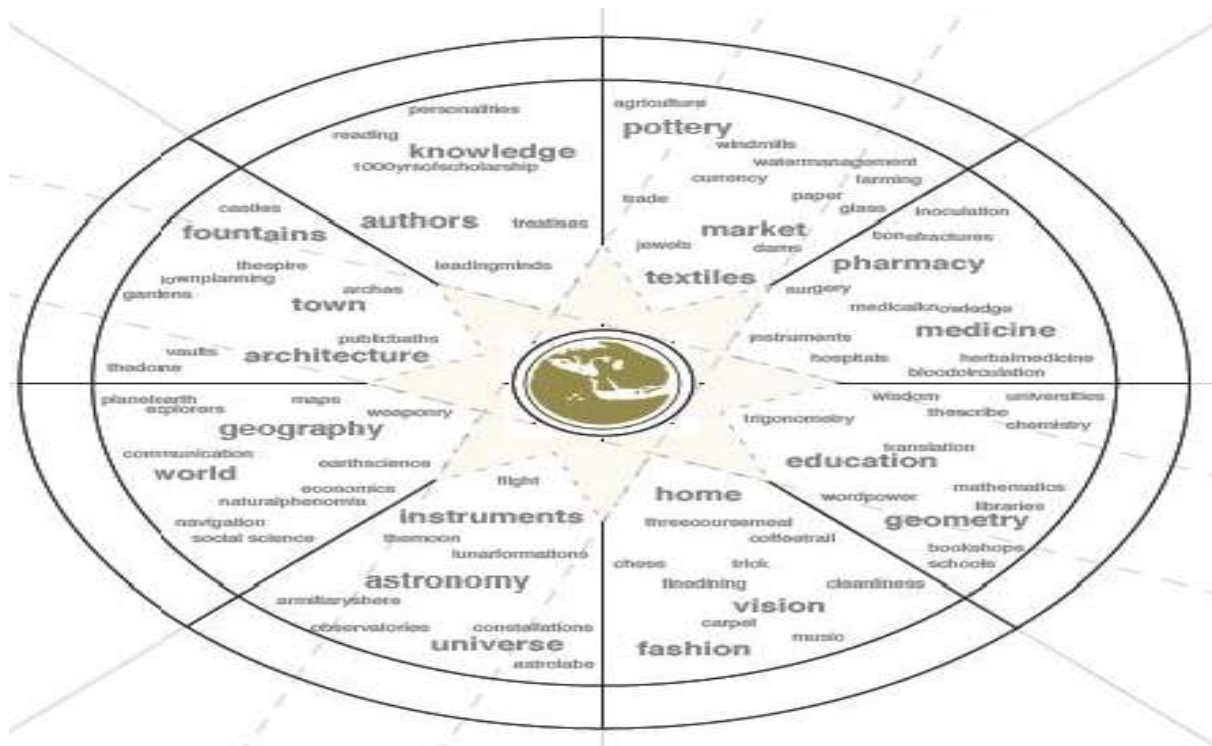
شكل 2: تصور للمدخل الرئيسي للحديقة في تل الزمان



شكل 3: تصور مستقبلي للحديقة النباتية الملكية في تل الزمان

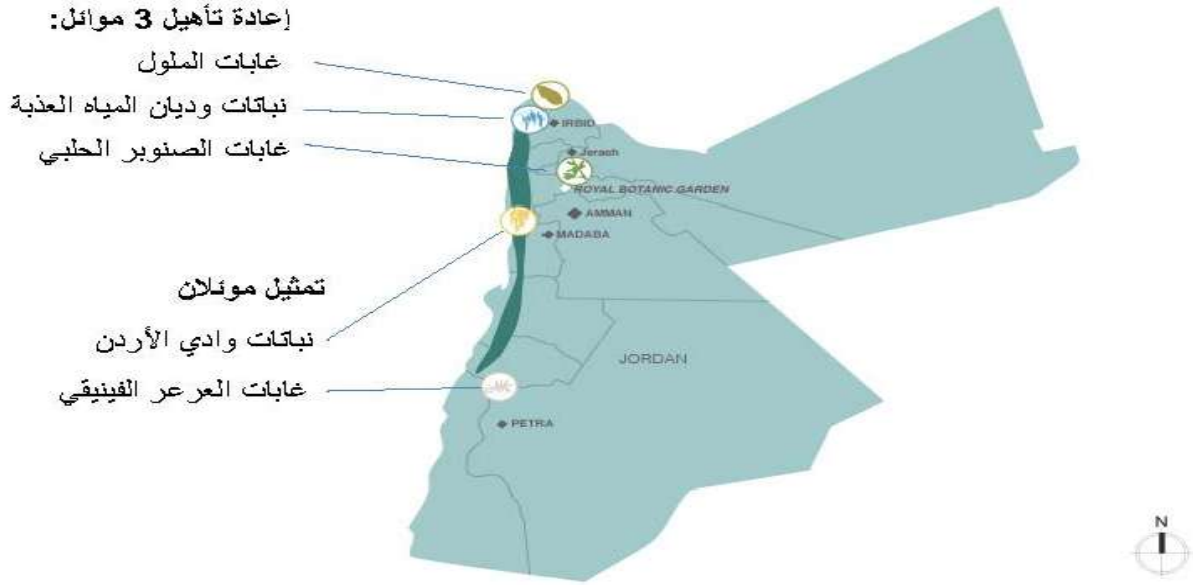


شكل 4: الأسس التي تركز عليها الحديقة النباتية الملكية



شكل 5: مفهوم منبثق من الثقافة العربية الإسلامية

## إعادة تأهيل وتمثيل الموائل النباتية المحلية



شكل 6: المفهوم الأساسي لعمل الحديقة النباتية الملكية



شكل 7: مواقع الموائل النباتية في الحديقة النباتية الملكية



حديقة  
أسرار  
الأرقام  
في الطبيعة



Image 1 - view of the existing location of the proposed Number in Nature Garden (BGC) - APJAKE Photo

شكل 8: أجزاء موقع الحديقة النباتية الملكية



شكل 9: مبنى التوجيه في الحديقة النباتية الملكية



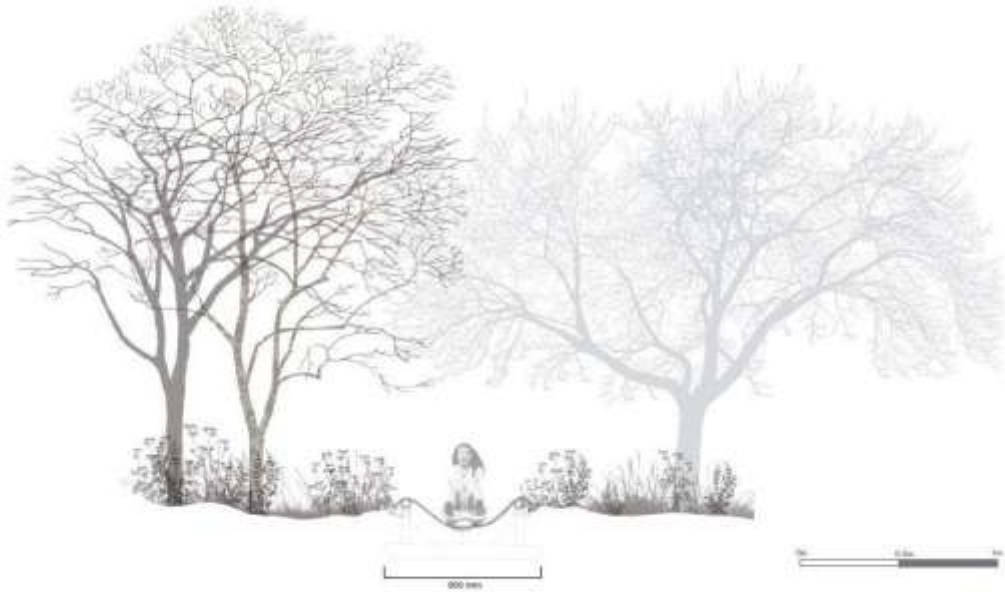
شكل 10: حديقة النحل في الحديقة النباتية الملكية



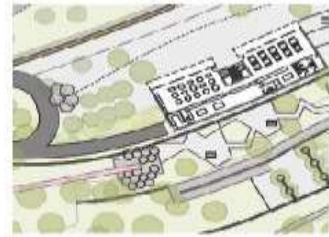
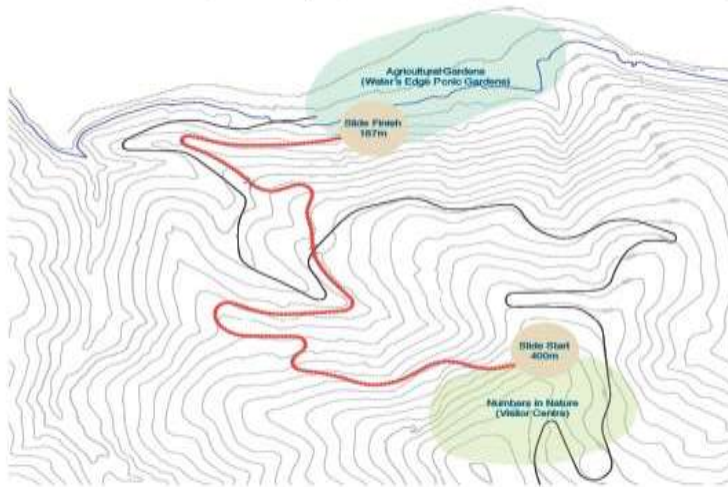
شكل 11: حديقة النحل في الحديقة النباتية الملكية



شكل 12: الحديقة الزراعية في الحديقة النباتية الملكية



## سحسيلة نسيم الجبل



شكل 13: سحسيلة نسيم الجبل في الحديقة النباتية الملكية



Image 1 - View of the existing location of the proposed Transeilat Garden RBGU - APAAME Photo

شكل 14: سحسيلة نسيم الجبل في الحديقة النباتية الملكية



شكل 15: حديقة الأطفال في الحديقة النباتية الملكية



شكل 16: معشبة صغيرة، مكتبة، صفوف، مقهى، مركز تدوير وحديقة تطبيقية في الحديقة النباتية الملكية



Image 1- View of the existing location of the proposed Medicinal Garden at RBQJ-APAAME Photo

شكل 17: حديقة النباتات الطبية في الحديقة النباتية الملكية

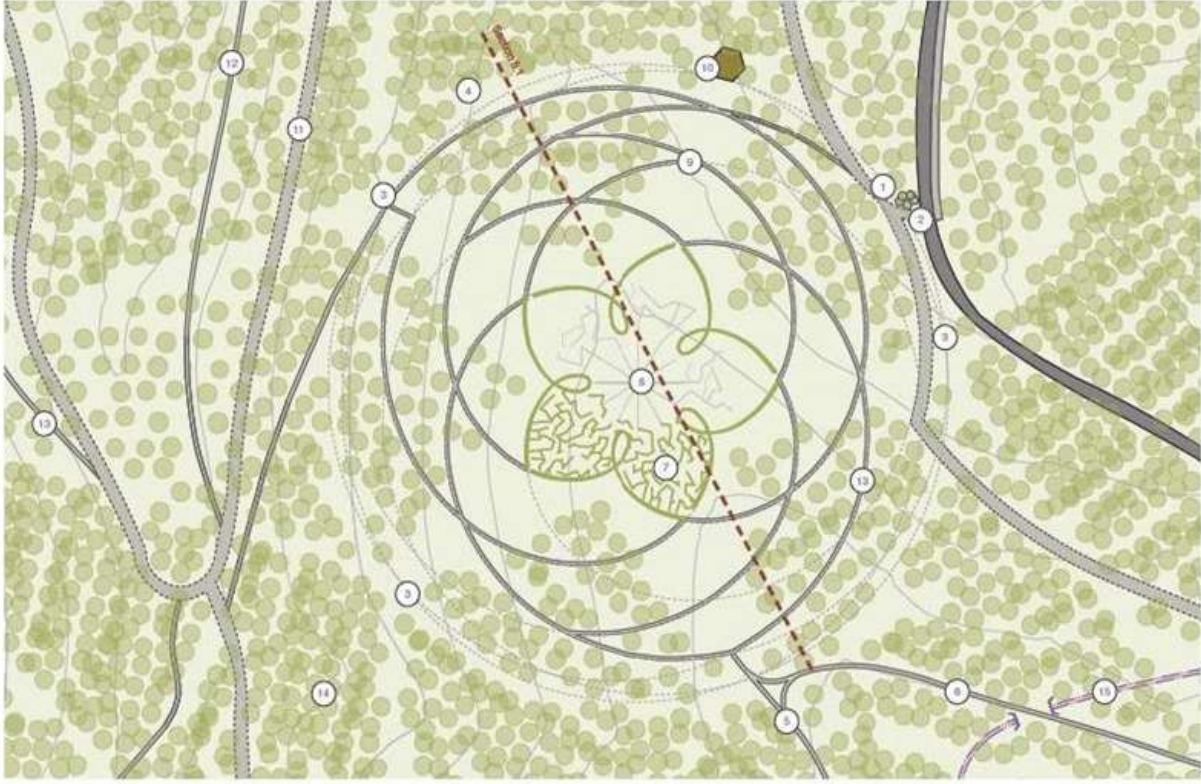


Image 1 - View of the existing location of the proposed Islamic Garden at RBGU - JFANNE Photo

شكل 18: الحديقة الإسلامية في الحديقة النباتية الملكية



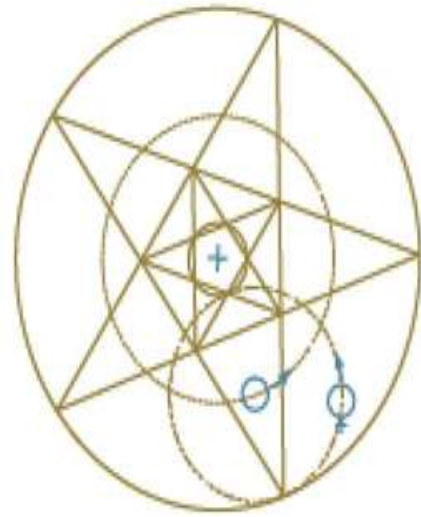
شكل 19: حديقة ومتحف الزيتون في الحديقة النباتية الملكية



شکل 20: الحديقة الكونية في الحديقة النباتية الملكية



Orbital pattern of the Sun, Venus and Earth

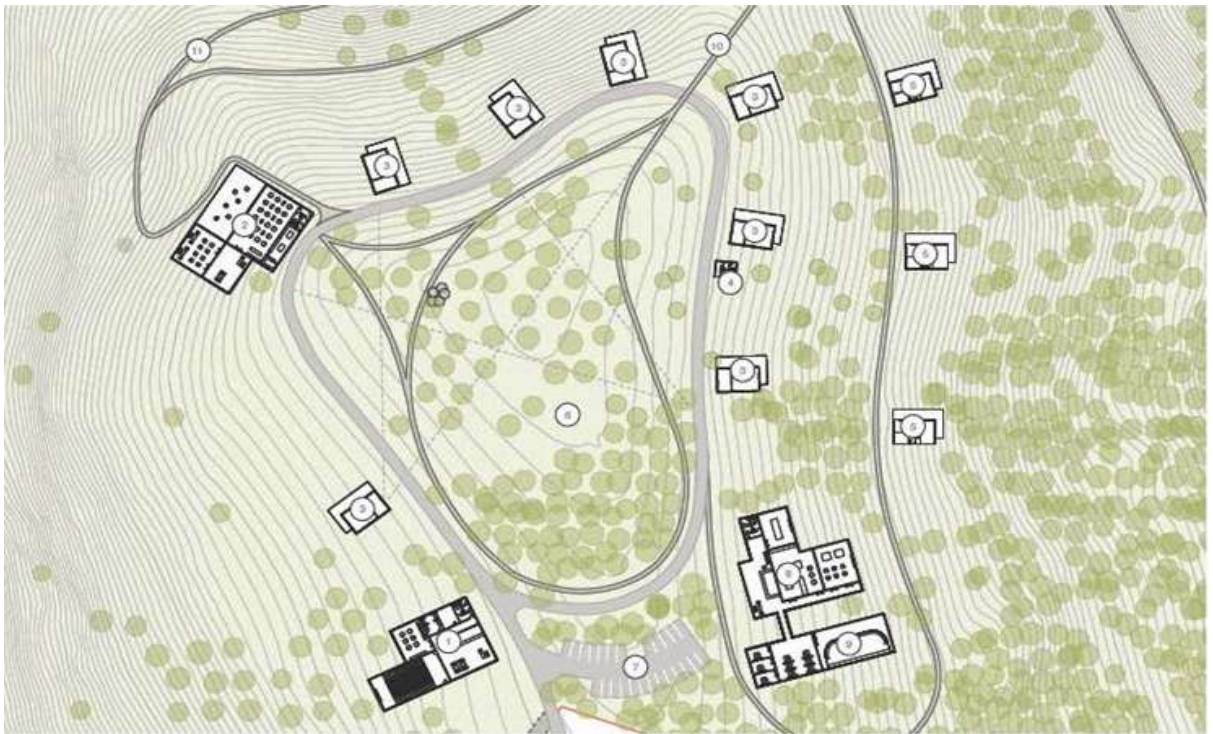


Venus' perigee and apogee precisely defined by two pentagrams, 2:518:1

شکل 21: علاقة مسار كوكب الزهرة حول الكرة الأرضية مع الشمس في الحديقة النباتية الملكية



شكل 22: المخيم البئي في الحديقة النباتية الملكية



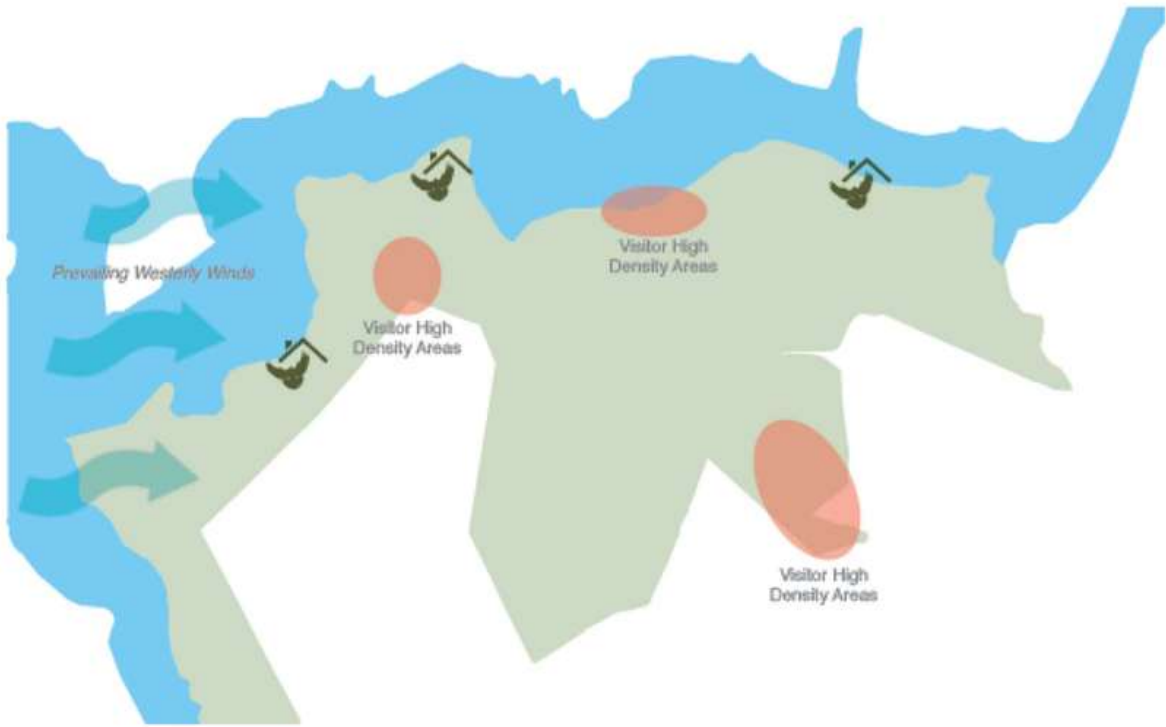
شكل 23: الحرم العلمي والسكن البيئي في الحديقة النباتية الملكية



شكل 243: درب المياه في الحديقة النباتية الملكية



شكل 25: حب المغامرة والطبيعة في الحديقة النباتية الملكية



شكل 26: المشتل في الحديقة النباتية الملكية

أخبار  
ونشاطات  
الجمعية

صدر العدد السابع عشر من مجلة البحث العلمي 'الابتكار والابداع وريادة الاعمال'



أصدرت الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع العدد الـ 17 من مجلة البحث العلمي تحت عنوان "الابتكار والابداع وريادة الاعمال".

واكد رئيس الجمعية - رئيس التحرير الأستاذ الدكتور رضا الخوالدة في افتتاحية العدد أهمية دور المعرفة والابتكار في دعم التنمية الشاملة، وبناء اقتصاد وطني قائم على التنافسية وتمكين الموارد البشرية. وأشار إلى أن الابتكار بات ركيزة أساسية في الأجندة الوطنية والخطط التنموية، في ظل التحولات العالمية المتسارعة المرتبطة بالثورة الصناعية الرابعة والذكاء الاصطناعي والاقتصاد الرقمي، مؤكداً أن الأردن يمضي قدماً في دعم البحث العلمي وريادة الأعمال والاستثمار في الإنسان.

ولفت إلى أن المملكة حققت إنجازات نوعية رغم التحديات، خاصة في التعليم العالي، والتكنولوجيا، والمشاريع الريادية، والصناعات الدوائية، مستندة إلى كفاءة رأس المال البشري والبيئة الداعمة للإبداع في الجامعات ومراكز الأبحاث.

وأشار مدير التحرير الأستاذ الدكتور فراس الزبيد ان العدد تضمن 13 مقالة علمية تناولت محاور متنوعة في الابتكار والبحث العلمي والتعليم وريادة الأعمال وعالجت موضوعات شملت الابتكار في استخدام ثقل الزيتون كمصدر للمبيدات الحيوية، والإدارة المتكاملة للمزارع والكشف المبكر عن سوسة النخيل الحمراء، ودور التعليم المهني والتقني «بيتك» في رفع الوعي المهني لدى طلبة الصف العاشر، إلى جانب اعتبار الابتكار في البحث العلمي أولوية وطنية، ودوره كمحرك للتنمية الاقتصادية والاجتماعية في العصر الرقمي. كما تناولت الابتكار في التعليم، وريادة الأعمال في التكنولوجيا الحيوية، وتطبيقات البيانات الفضائية والذكاء الاصطناعي المكاني، ودور حاضنات الأعمال في الجامعات الأردنية، ونماذج مبتكرة لتحويل الأبحاث في التقانات الحيوية النباتية إلى شركات ناشئة، إضافة إلى ركائز التنمية المستدامة، والابتكار وريادة الأعمال من منظور الشريعة الإسلامية إضافة الى عرض لنشاطات الجمعية.

وخلصت المقالات إلى جملة من التوصيات والتحديات والاتجاهات المستقبلية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في مختلف القطاعات، مؤكدة أن الابتكار والإبداع وريادة الأعمال تمثل ثقافة وطنية تتطلب تكاملاً بين الباحثين والمؤسسات وصناع القرار، وتسهم في دفع عجلة التنمية المستدامة في الأردن.

## مليار دولار القيمة الإجمالية لإنتاج قطاع صناعة الأسمدة في الاردن



أكد عضو مجلس إدارة غرفة صناعة الأردن، مؤسس ومدير عام شركة القوافل الصناعية الزراعية المهندس أحمد البس، أن صناعة الأسمدة المتخصصة في الأردن تشكل أحد القطاعات الصناعية المهمة، لما لها من دور في دعم القطاع الزراعي وتعزيز الأمن الغذائي، إلى جانب مساهمتها في الاقتصاد الوطني. وقال البس، خلال محاضرة متخصصة نظمتها الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع مساء امس حول صناعة الأسمدة المتخصصة في الأردن، إن الأسمدة تُعد عنصراً أساسياً في الزراعة الحديثة، إذ تزود النباتات بالعناصر الغذائية الرئيسية، مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت، إضافة إلى العناصر الصغرى، ما ينعكس على تحسين الإنتاجية وجودة المحاصيل. وأوضح، أن صناعة الأسمدة تنقسم إلى أسمدة تقليدية وأخرى متخصصة، حيث تُستخدم الأسمدة التقليدية في الزراعة واسعة النطاق وتشكل نحو 90 بالمئة من حجم الإنتاج العالمي، في حين تُستخدم الأسمدة المتخصصة في أنظمة الزراعة الحديثة والمكثفة، خاصة الزراعة المروية، وتشكل قرابة 10 بالمئة من الإنتاج العالمي.

وأشار إلى أن قطاع صناعة الأسمدة في الأردن يضم نحو 50 منشأة صناعية، ويوفر ما يزيد على 3 آلاف فرصة عمل مباشرة، لافتاً إلى أن القيمة الإجمالية لإنتاج القطاع تُقدَّر بنحو مليار دولار، فيما تبلغ نسبة القيمة المضافة حوالي 69 بالمئة من إجمالي الإنتاج، ما يعكس عمق التصنيع المحلي في هذا القطاع. وبيّن، أن صناعة الأسمدة المتخصصة تسهم في رفع كفاءة استخدام الأسمدة والمياه، وتحسين إدارة المدخلات الزراعية، بما ينسجم مع التوجه نحو الزراعة المستدامة واستخدام التقنيات الحديثة في الإنتاج الزراعي. وتطرق البس إلى أبرز التحديات التي تواجه القطاع، وفي مقدمتها ارتفاع كلف الإنتاج، وارتفاع أسعار المواد الخام، إضافة إلى محدودية حجم السوق المحلي، ما يستدعي العمل على تطوير المنتجات وتعزيز تنافسيتها.

وأكد، أهمية دعم الصناعات الكيماوية المتخصصة، وتوفير بيئة استثمارية محفزة لنموها، لما لذلك من أثر في تعزيز القيمة المضافة للصناعة الوطنية، ودعم القطاعات الإنتاجية المرتبطة بها. وختم البس بالتأكيد على أن صناعة الأسمدة المتخصصة تمثل فرصة حقيقية لتعزيز التكامل بين القطاعين الصناعي والزراعي، ودعم التنمية الاقتصادية المستدامة في المملكة. وتخلل المحاضرة التي أدارها رئيس الجمعية الدكتور رضا الخوالدة العديد من الأسئلة والمداخلات التي أكدت أهمية وحيوية هذا القطاع وضرورة دعمه والنهوض به.

رئيس الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع يهنئ بمناسبة ذكرى الإسراء

## والمعراج



تقدم رئيس الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع الدكتور رضا الخوالدة، باسمه وباسم أسرة الجمعية، بأصدق مشاعر التهنية والتبريك إلى حضرة صاحب الجلالة الهاشمية الملك عبدالله الثاني ابن الحسين، وسمو ولي عهده الأمير الحسين بن عبدالله الثاني، وإلى الشعب الأردني، والأمتين العربية والإسلامية، بمناسبة ذكرى الإسراء والمعراج.

وتجسد هذه الذكرى المباركة معاني الإيمان والصبر والعمل الصادق، وتؤكد أن رسالة الإسلام القائمة على النور والهداية قادرة على إحداث التحول الإنساني والحضاري، والانتقال بالبشرية من الظلمات إلى آفاق الخير والعطاء.

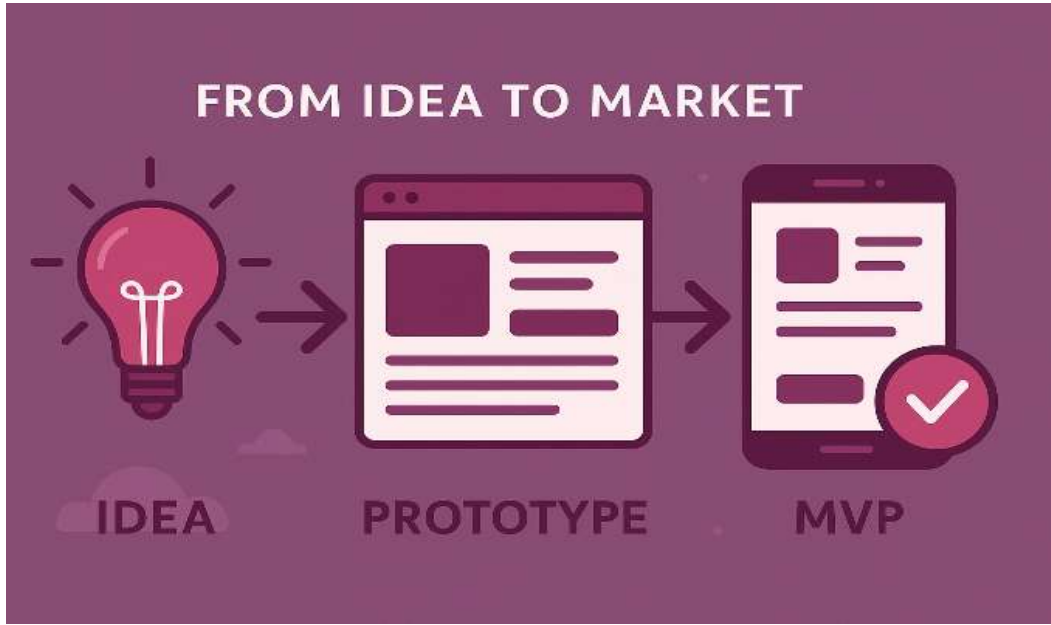
سائلين المولى عز وجل أن يعيد هذه المناسبة على وطننا وقيادتنا الهاشمية بمزيد من الخير والبركة، وأن يديم على الأردن نعمة الأمن والاستقرار.

## اتفاقية تعاون بين الأردنية للبحث العلمي والجمعية الكيميائية



وقعت الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع والجمعية الكيميائية الأردنية اتفاقية تعاون تهدف إلى تعزيز البحث العلمي وتطوير التعاون المشترك بين المؤسستين في المجالات ذات الاهتمام المشترك. ووقع الاتفاقية عن الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع رئيسها الأستاذ الدكتور رضا شبلي الخوالدة، فيما وقعتها عن الجمعية الكيميائية الأردنية رئيسة الجمعية الأستاذ الدكتورة عبير البواب. وتهدف الاتفاقية إلى دعم وتطوير البحث العلمي في المملكة، ونشر ثقافة البحث والابتكار ورفع مستوى الوعي المجتمعي بأهمية البحث العلمي، إلى جانب تنمية الصلات البحثية بين المؤسسات العلمية والبحثية في الأردن. وبموجب الاتفاقية، يتعاون الطرفان في مجالات عدة من بينها التشاور وتبادل الرأي في القضايا التي تخدم أهدافهما المشتركة وإعداد مقترحات لمشروعات ودراسات بحثية مشتركة وتبادل الدعوات للمؤتمرات والندوات وورش العمل المتخصصة، إضافة إلى تبادل المعلومات العلمية والبحثية. كما نصت الاتفاقية على دراسة إمكانية تنفيذ أنشطة ومشروعات مشتركة مستقبلية يتم تنظيمها بموجب اتفاقات أو بروتوكولات خاصة تحدد التزامات كل طرف، مع تأكيد الحفاظ على سرية المعلومات والوثائق التي يتفق الطرفان على تصنيفها كذلك.

## محاضرة تناقش دور الابتكار في تحويل الأفكار إلى مشاريع ريادية في الأردن



نظمت الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع محاضرة بعنوان “من الفكرة إلى التطبيق – كيف يقود الابتكار خلق الأعمال”، بالشراكة مع اتحاد مؤسسات البحوث الزراعية في الشرق الأدنى وشمال أفريقيا (أرينينا) والجمعية الكيميائية الأردنية وشركة منصة دمج الأكاديميا بالصناعة (JAIP). وتناولت المحاضرة التي قدمها المؤسس والرئيس التنفيذي لشركة JAIP الدكتور خالد خريسات، عددا من المحاور الرئيسية، أبرزها دور الابتكار في دعم النمو الاقتصادي وموقع الأردن في مؤشر الابتكار العالمي، إضافة إلى توضيح مفهوم الابتكار كأداة فاعلة لإطلاق منتجات وخدمات جديدة تحقق قيمة حقيقية في الأسواق. كما ناقشت أبرز التحديات التي تعيق تحويل الأفكار إلى مشاريع ناجحة، وفي مقدمتها نقص التمويل وضعف التنفيذ.

وعرض الدكتور خريسات أنموذجا عمليا مكونا من 7 مراحل لتحويل الأفكار إلى تطبيقات قابلة للتنفيذ، إلى جانب عرض نماذج نجاح محلية وإقليمية ملهمة، مؤكدا أهمية تبني عقلية المبتكر والتعلم من الفشل، ودمج معايير الاستدامة والمسؤولية البيئية والاجتماعية والحوكمة (ESG) في المشاريع الريادية. وأشار إلى خطوات عملية تساعد رواد الأعمال على التواصل مع العملاء وبناء النماذج الأولية والحصول على التغذية الراجعة لتطوير الأفكار وتحسينها.

وأكد خريسات، أن “الابتكار لا يقتصر على التفكير بأفكار جديدة، بل يكمن في تنفيذ أشياء جديدة”، لافتاً إلى أن أفضل وسيلة للتنبؤ بالمستقبل هي صناعته.

من جهته، أوضح رئيس الجمعية الدكتور رضا الخوالدة، أن هذه المحاضرة تأتي ضمن جهود الجمعية لنشر ثقافة الابتكار وريادة الأعمال، وتعزيز الربط بين الأكاديميا وسوق العمل، بما يسهم في دعم الاقتصاد الوطني وتمكين الشباب.

وأكد أهمية المشاريع المبتكرة ودورها في رفد الاقتصاد الوطني وخلق فرص عمل تسهم في الحد من معدلات البطالة، مشدداً على ضرورة تبني الابتكار وريادة الأعمال على مختلف المستويات، في الجامعات والمؤسسات الوطنية والقطاع الخاص.

وأشار عدد من المشاركين إلى أهمية وجود جهات داعمة تتبنى أصحاب الأفكار وتسهم في تحويلها إلى مشاريع ناجحة، مؤكداً ضرورة دعم وتسويق الأفكار الريادية، خاصة في القطاعات الزراعية والخضراء، لما لها من أثر اقتصادي وبيئي مستدام.

## الأردنية للبحث العلمي تهنئ بعيد ميلاد جلالة الملك عبدالله الثاني



رفعت أسرة الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع، ممثلة برئيسها الدكتور رضا الخوالدة، أسمى آيات التهنئة والتبريك إلى مقام حضرة صاحب الجلالة الهاشمية الملك عبدالله الثاني ابن الحسين المعظم، حفظه الله ورعاه، بمناسبة عيد ميلاده الميمون.

وقد عبرت أسرة الجمعية عن بالغ اعتزازها بهذه المناسبة الوطنية العزيرة، واستنكرت اسرة الجمعية بكل فخر مسيرة العطاء والإنجاز التي يقودها جلالته بحكمة واقتدار، وما تحقق في عهده الزاهر من نهضة شاملة، ولا سيما في مجالات التعليم، والبحث العلمي، والابتكار، وتمكين الشباب، وتعزيز مكانة الأردن إقليمياً ودولياً.

وجددت الجمعية بهذه المناسبة الغالية ولاءها وانتماءها للعرش الهاشمي، مؤكدة دعمها المطلق لرؤية جلالة الملك في بناء دولة عصرية قائمة على المعرفة والإبداع والريادة، وماضية خلف قيادته الحكيمة في مسيرة الإصلاح والتنمية المستدامة.

سائلين المولى عز وجل أن يحفظ جلالة الملك، ويمتعه بموفور الصحة والعافية، وأن يديم على وطننا العزيز نعمة الأمن والاستقرار والتقدم في ظل القيادة الهاشمية الحكيمة.

"الأردنية للبحث العلمي" ترفع أسمى التهاني لجلالة الملك عبدالله الثاني بمناسبة ذكرى

الوفاء والبيعة



رفعت الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع، ممثلة برئيسها الدكتور رضا الخوالدة وأعضاء هيئتها الإدارية والعامّة، أسمى آيات التهنئة والتبريك، ومشاعر الولاء والانتماء، إلى مقام حضرة صاحب الجلالة الهاشمية الملك عبدالله الثاني ابن الحسين المعظم، بمناسبة الذكرى السابعة والعشرين ليوم الوفاء والبيعة.

وأكدت الجمعية أنّ هذه المناسبة الوطنية تجسّد معاني الوفاء لنهج القائد المؤسس، المغفور له بإذن الله تعالى جلالة الملك الحسين بن طلال، طيّب الله ثراه، وتجديد العهد والبيعة لجلالة الملك عبدالله الثاني، الذي يواصل قيادة الأردن بثقة وحكمة نحو مستقبل يقوم على التحديث، والريادة، وتعزيز الإنجاز الوطني. وقال رئيس الجمعية الدكتور رضا الخوالدة إنّ يوم الوفاء والبيعة يمثّل محطة وطنية نستحضر فيها مسيرة البناء والعطاء التي أرسّت دعائم الدولة الأردنية الحديثة، ورسّخت مكانة الأردن نموذجًا في الاستقرار والعمل المؤسسي.

وأضاف الخوالدة أنّ الجمعية، وانطلاقاً من رسالتها في دعم البحث العلمي والريادة والإبداع، تؤكد التزامها بمواصلة الإسهام في التنمية المستدامة، وبناء القدرات الوطنية، وتعزيز ثقافة الابتكار، بما ينسجم مع رؤى وتوجيهات القيادة الهاشمية الحكيمة.

وختم الخوالدة بالتأكيد على أنّ ذكرى الوفاء والبيعة ستبقى مصدر إلهام لمزيد من العطاء والتميز، داعياً المولى عزّ وجل أن يحفظ جلاله الملك عبدالله الثاني، ويديم على الأردن نعمة الأمن والاستقرار والتقدم.

## محاضرة متخصصة بعنوان "بين العلم والعلمانية والدين"



نظمت الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع محاضرة متخصصة بعنوان "بين العلم والعلمانية والدين"، قدمها وزير الأوقاف والشؤون والمقدسات الإسلامية الأسبق الدكتور عبدالناصر أبو البصل، بحضور عدد من العلماء والأكاديميين والباحثين والمهتمين.

وقال أبو البصل، إن الحضارة الإسلامية أسهمت عبر قرون طويلة في قيادة العالم فكريا وعلميا، مستندة إلى منظومة متكاملة تقوم على 3 مرتكزات أساسية، تتمثل في تحرير العقل الإنساني من التقليد والخرافة ومحاربة الوثنية، وإصلاح الفرد نفسيا وأخلاقيا وتوجيهه نحو الخير والعمل الصالح، إضافة إلى صيانة الحقوق وإقامة العدل في المجتمع.

وأوضح أن العلاقة بين العلم والدين في الإسلام تقوم على التكامل لا التعارض، مؤكداً أن التراث العلمي الإسلامي لم يشهد صراعا بين العلماء وعلوم الشريعة، بل كان العلم جزءا من منظومة حضارية شاملة تشجع على البحث والمعرفة.

وتناول التحولات الفكرية المعاصرة، مشيرا إلى أن بعض الاتجاهات الحديثة باتت تنظر إلى الإنسان بوصفه جزءا من منظومة مادية أو آلة، في ظل التطور التكنولوجي المتسارع، مؤكداً أن طبيعة الإسلام لا

تقبل الفصل بين الدين ومختلف جوانب الحياة، حيث تناول القرآن الكريم جميع شؤون الحياة الإنسانية ونظم علاقة الإنسان بربه وبالمجتمع.

كما تطرق إلى تأثير التكنولوجيا ووسائل الاتصال الحديثة على حياة الشباب، مبينا أن الإفراط في استخدامها استنزف الكثير من أوقاتهم، ما يستدعي إعادة التوازن في التعامل مع هذه الوسائل وتوجيهها نحو ما يخدم المعرفة والإنتاج. ودعا أبو البصل، العلماء والمفكرين إلى توظيف ثقافتهم ومعارفهم في خدمة المجتمع، من خلال البحث العلمي والعمل الفكري الهادف، بما يسهم في تعزيز القيم الأخلاقية والحفاظ عليها للأجيال القادمة.

وأكد في ختام المحاضرة أهمية دور الأسرة في تنشئة الأبناء وإعدادهم لمواجهة التحديات المستقبلية، لاسيما في ظل التطورات المتسارعة في مجالات التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي، مشددا على ضرورة تأهيل الشباب بالعلم والوعي للتعامل مع هذه المتغيرات.

وتخلل المحاضرة التي أدارها رئيس الجمعية الدكتور رضا الخوالدة، العديد من الأسئلة والمداخلات حول أهمية الحفاظ على اخلاقنا وديننا وعاداتنا والتسلح بالوعي.

## "الأردنية للبحث العلمي" تهنيئ بعيد الفطر



عبرت الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والابداع عن أطيّب التهاني والتبريكات بمناسبة حلول عيد الفطر السعيد.

ورفع رئيس الجمعية الدكتور رضا الخوالدة بهذه المناسبة الدينية الجليلة، خالص عبارات التهنيئة المقرونة بأصدق آيات الولاء والانتماء لمقام جلالة الملك عبد الله الثاني، وسمو ولي عهده الأمين الأمير الحسين بن عبد الله الثاني، ووطننا العزيز وأبنائه المخلصين، الذين يواصلون مسيرة البناء والعطاء والإصرار على الانجاز، وتقديم الأردن النموذج المتقدم في شتى المجالات.

وأشاد بجهود الدولة الأردنية بقيادة جلالة الملك وعمله الدؤوب في الدفاع عن قضايا الأمتين العربية والإسلامية، ومسايعه لتحقيق الاستقرار في المنطقة.

## ورشة عمل افتراضية تبحث دور البحث العلمي في تعزيز الاقتصاد الدائري بالعقبة

The poster is for a webinar titled "Circular Economy in Aqaba: Understanding Research & Its Impact". It is funded by the European Union and the Jordanian Science and Technology Center (JSSREC). The webinar is part of a project to catalyze a transformative model for circularity through 9R's in Aqaba. The speakers are Dr. Mahmoud Abu-Hussein (JSSREC), Prof. Reyad Aldwairi (Tafila Technical University), and Dr. Khaled Khreisat (Board Member, JSSREC). The webinar is scheduled for April 7, 2026, at 6:00 PM, and is hosted on Zoom. Logos for the European Union, JSSREC, Tafila Technical University, and UNDP are also present.

شهدت مدينة العقبة انطلاق ورشة عمل افتراضية متخصصة تحت عنوان "الاقتصاد الدائري في العقبة: فهم البحث العلمي وأثره"، وذلك ضمن أنشطة مشروع "تحفيز التحول إلى الاقتصاد الدائري في العقبة (R's9)"، وجمعت الورشة نخبة من الخبراء والأكاديميين والمختصين في مجالات الاستدامة، بهدف تسليط الضوء على الأهمية المحورية للبحث العلمي في دعم التحول نحو نماذج اقتصادية مستدامة، وربط مخرجاته الأكاديمية بالسياسات العامة والتطبيقات الصناعية على أرض الواقع.

ونفذت هذه الفعالية بالتعاون بين برنامج الأمم المتحدة الإنمائي وسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، وبالشراكة مع الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع، وبدعم من الاتحاد الأوروبي. ويسعى المشروع من خلال إطار عمل (R's9) إلى تعزيز مفاهيم متكاملة تشمل إعادة التصميم، والتصنيع، والتدوير، والاسترداد، وغيرها من المبادئ التي ترفع كفاءة استخدام الموارد وتقرر النفايات، مما يساهم بشكل مباشر في الحد من آثار التغير المناخي وتحقيق التنمية الشاملة في العقبة بما يتوافق مع الرؤية الوطنية.

وقد أثنى المشاركون الورشة بعروض متخصصة، حيث تناول الدكتور خالد خريسات سبل دمج الأكاديميا بالصناعة، بينما استعرض الدكتور رياض الدويري تجربة عملية من جامعة الطفيلة التقنية حول معالجة المياه الرمادية، في حين ركز الدكتور محمود أبو حسين على أدوات البحث العلمي في صياغة

الاستراتيجيات. واختتمت الورشة بتوصيات أكدت ضرورة استمرار دعم البحث التطبيقي وتوسيع الشراكات بين القطاعين الأكاديمي والصناعي لتحويل الابتكارات إلى حلول ملموسة تعزز تنافسية الاقتصاد الوطني واستدامته.

## الأردنية للبحث العلمي: جهود كبيرة للملك في حماية الهوية العربية والإسلامية لمدينة

### القدس



أعرب رئيس الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع، الدكتور رضا الخوالدة، عن تقديره للجهود الكبيرة التي يبذلها جلالة الملك عبدالله الثاني في حماية الهوية العربية والإسلامية لمدينة القدس، مؤكداً أن الحراك الدبلوماسي الذي يقوده جلالاته حقق نتائج واضحة، من أبرزها إعادة فتح المسجد الأقصى المبارك أمام المصلين.

وبيّن في بيان للجمعية اليوم أن المسجد الأقصى يشكل قضية مركزية في الوجدان الأردني ولا يمكن التهاون فيها، مشيراً إلى أن التحركات السياسية الفاعلة التي يقودها جلالة الملك أظهرت قدرة الأردن على التأثير في القضايا الإقليمية والدولية رغم تعقيداتهما.

ولفت إلى أن هذه الجهود جاءت ضمن نهج متزن يجمع بين التحرك السياسي الفاعل والدبلوماسية الهادئة، مع التأكيد المستمر على ضرورة الحفاظ على الوضع التاريخي والقانوني في القدس، ورفض أي إجراءات أحادية تمس بحرية العبادة أو تغيير من واقع المدينة.

وأشار إلى أن الوصاية الهاشمية على المقدسات الإسلامية والمسيحية تمثل الأساس الذي تستند إليه المملكة في الدفاع عن القدس وتعزيز حضورها في المحافل الدولية. وأكد الخوالدة أن الدور الأردني لم

يقتصر على الجانب السياسي، بل شمل كذلك دعم صمود أهل القدس وتعزيز بقائهم على أرضهم، معتبراً أن هذا التوجه يعكس نموذجاً متكاملًا للعمل القائم على المبادئ والثوابت الوطنية. وشدد على أن الأردن سيبقى يؤدي دوراً رئيسياً في حماية المقدسات، داعياً إلى تكثيف الدعم العربي والإسلامي والدولي لمساندة هذه الجهود، بما يسهم في تثبيت الحقوق وتعزيز الاستقرار في المنطقة.

## الأميرة بسمة بنت علي ترعى ورشة "البحث العلمي لتعزيز الاستدامة"



رعت سمو الأميرة بسمة بنت علي، مؤسس الحديقة النباتية الملكية ورشة عمل متخصصة نظمتها الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع، بالتعاون مع الحديقة، بعنوان: "البحث العلمي لتعزيز الاستدامة".

وأكدت سموها، خلال افتتاح الورشة، أهمية الدور الذي تضطلع به الحديقة النباتية الملكية كمركز وطني للبحث والتوعية البيئية، مشددة على ضرورة توظيف البحث العلمي في خدمة الاستدامة والحفاظ على الموارد الطبيعية.

وقالت إن البحث العلمي يشكل اللبنة الأساسية لأي تقدم حقيقي، ولا يمكن التخطيط للمستقبل أو تحقيق التنمية دون الاعتماد على أسس علمية راسخة.

واستعرضت أبرز المشاريع المنجزة في الحديقة النباتية الملكية، الهادفة إلى الحفاظ على الغطاء النباتي في المملكة، وتمكين المجتمع المحلي من المفاهيم البيئية، وتعزيز وعيه بأهمية حماية البيئة وإشراكه في عملية التنمية البيئية المستدامة، ومن أبرز هذه المشاريع إنشاء بنك للبذور يعنى بحفظ التنوع الجيني للنباتات وتخزين البذور لفترات طويلة، وتطوير قاعدة بيانات شاملة للنباتات أصبحت مرجعا مهما للباحثين ومعدّي الدراسات، إضافة إلى إنشاء حديقة تنقيفية.

وأكدت أن حماية البيئة تتطلب جهدا تشاركيا بين مختلف الجهات والمؤسسات لتحقيق أثر مستدام وملموس.

من جانبه، أكد رئيس الجمعية الدكتور رضا الخوالدة، أهمية تعزيز دور البحث العلمي في دعم مسارات الاستدامة ومواجهة التحديات البيئية والاقتصادية، من خلال تطوير حلول مبتكرة تسهم في تحقيق التنمية المستدامة.

وأشار إلى أن تنظيم الورشة بالتعاون مع الحديقة النباتية الملكية يعكس أهمية تكامل الجهود الوطنية والمؤسسية لدعم البحث العلمي وتعزيز مفاهيم الاستدامة في مختلف القطاعات، لافتا إلى أن انعقادها يأتي في ظل تزايد التحديات البيئية والاقتصادية، ما يجعل من البحث العلمي أداة رئيسة لإيجاد حلول عملية ومستدامة تلبي احتياجات الحاضر وتحافظ على حقوق الأجيال المقبلة.

واستعرض محاور الورشة، التي من أبرزها دور بنك البذور الوطني في الحفاظ على التنوع الحيوي، ورؤية التحول الاقتصادي وأثرها في تعزيز الأمن الغذائي، إضافة إلى دور كليات الزراعة في دعم البحث العلمي وتطوير الممارسات المستدامة.

وأكد أن الورشة تشكل منصة مهمة لتبادل الخبرات وتعزيز التعاون بين الباحثين والمختصين، بما يسهم في بناء شراكات فاعلة وتطوير حلول قائمة على أسس علمية.

ولفت إلى أن الجمعية، منذ تأسيسها عام 1999، تعمل على خدمة البحث العلمي في الأردن وتسلط الضوء على القضايا البحثية ذات الأولوية، من خلال عقد المؤتمرات وورش العمل المتخصصة وتنظيم محاضرات دورية، إضافة إلى إصدار "مجلة البحث العلمي" بمشاركة خبراء ومختصين.

بدوره، عرض المدير العام للحديقة، المهندس محمد شهيز، في محاضرة بعنوان "الحديقة النباتية الملكية ودورها في الاستدامة"، دور الحديقة في دعم الجهود الوطنية للحفاظ على التنوع الحيوي وتعزيز الممارسات البيئية المستدامة، مستعرضا الإنجازات التي تحققت في هذا الإطار.

وأكد رئيس لجنة الزراعة والبيئة في الجمعية، الدكتور سميح أبو بكر، أن المرحلة التي يمر بها العالم حاليا، وما تشهده من تحديات اقتصادية واجتماعية وبيئية، في ظل حالة من عدم اليقين وتراجع الموارد الطبيعية وتزايد الضغوط على الأمن الغذائي والمائي والمناخي، تمثل فرصة حقيقية لتفعيل دور البحث العلمي الذكي والتطبيقي.

وأضاف أن ذلك يسهم في تطوير حلول مبتكرة ومستدامة تعزز الإنتاجية وتحسن النوعية، وتحول التحديات إلى فرص تنموية، بما يحفظ حقوق الأجيال القادمة في مواردها الطبيعية وبيئتها.

وأشار إلى أن تسلط الضوء على "ربط البحث العلمي بالبرامج الاقتصادية والصناعية لتحقيق التنمية الوطنية المستدامة" يشكل أحد الأهداف الرئيسية لهذا اللقاء، مؤكدا أهمية تعزيز التكامل بين المؤسسات العلمية والإنتاجية في مختلف القطاعات التنموية.

وناقشت الجلسة الأولى للورشة، التي ترأسها وزير الزراعة الأسبق الدكتور محمود الدويري، عددا من المحاور، أبرزها دور بنك البذور الوطني في تعزيز الاستدامة، ورؤية التحول الاقتصادي في تحقيق الأمن الغذائي، إضافة إلى التحديات العالمية في ظل التحولات المناخية.

أما الجلسة الثانية، التي ترأسها الدكتورة هديل الغزاوي، فركزت على دور كليات الزراعة في دعم البحث العلمي، وأهمية الابتكار الزراعي في تحقيق التنمية المستدامة، إلى جانب عرض عدد من قصص

النجاح في القطاع الزراعي، شملت مجالات إنتاج الحبوب، والأعمال الزراعية، والزراعات المكشوفة، وإنتاج السماد العضوي.

واختتمت أعمال الورشة بجولة ميدانية في الحديقة النباتية الملكية، هدفت إلى الاطلاع على المشاريع البيئية والزراعية التي تنفذها الحديقة في إطار دعم الاستدامة.

## "الأردنية للبحث العلمي" تنظم محاضرة حول مستقبل الأمن السيبراني والذكاء الاصطناعي



نظمت الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع محاضرة متخصصة بعنوان "التطورات المستقبلية في الأمن السيبراني وتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي".

وقال رئيس قطاع الأمن السيبراني العربي في المركز العربي للتدريب والتأهيل، التابع للاتحاد العربي للمعارض والمؤتمرات، وتحت مظلة مجلس الوحدة الاقتصادية العربية، المستشار وائل إبراهيم، إن العالم يشهد تطوراً متسارعاً ومتشابكاً في مجالي الذكاء الاصطناعي والأمن السيبراني، مشيراً إلى أن هذه التقنيات تعيد تشكيل مشهد الدفاع والهجوم الرقمي بشكل جذري، ومن المتوقع أن تصبح المحرك الرئيس لحماية البيانات أو اختراقها.

وأضاف أن هذا التطور دفع الحكومات والمؤسسات إلى رفع جاهزيتها للتكيف مع التحولات المتسارعة، من خلال تحديد المهارات اللازمة في مجال الذكاء الاصطناعي وتطوير قدرات كوادرها البشرية، بما يسهم في تعظيم الاستفادة من هذه التقنيات في مختلف القطاعات.

وسلط المحاضر الضوء على أبرز الاتجاهات المستقبلية في توظيف الذكاء الاصطناعي لتعزيز الأمن السيبراني، مبيّناً أن هذه الاتجاهات تشمل استخدام الأنظمة الذكية في الكشف المبكر عن التهديدات

وتحليل البيانات الضخمة في الوقت الفعلي، وتمكين الأنظمة من الاستجابة التلقائية للحوادث وتقليل زمن التعامل معها بشكل كبير.

وأشار إلى تنامي استخدام الذكاء الاصطناعي في الهجمات السيبرانية، من خلال تطوير أساليب أكثر تعقيداً مثل هجمات التصيد الاحتمالي المتقدمة والتزييف العميق، فضلاً عن أتمتة البرمجيات الخبيثة وقدرتها على تجاوز أنظمة الحماية التقليدية.

وتطرق إلى عدد من التطورات التقنية المتوقعة خلال الأعوام المقبلة، من بينها التوسع في استخدام البيانات الاصطناعية لتدريب نماذج الذكاء الاصطناعي، وتعزيز أمن هذه النماذج، والاستعداد لتحديات الحوسبة الحكومية وتأثيرها المحتمل على أنظمة التشفير الحالية.

وأكد إبراهيم أن الذكاء الاصطناعي لن يكون بديلاً عن العنصر البشري، بل سيشكل أداة داعمة لتعزيز كفاءته، لافتاً إلى أن دور الإنسان ستركز في إدارة الأنظمة الذكية واتخاذ القرارات الاستراتيجية والتعامل مع الحالات المعقدة.

وبيّن أن فرق الأمن السيبراني تواجه تحديات متزايدة، تشمل تطور الهجمات الإلكترونية واتساع نطاقها وتعقيد البنى التحتية الرقمية، ما يتطلب تبني الحلول المتقدمة القائمة على الذكاء الاصطناعي لتعزيز قدرات الكشف والاستجابة وحماية البيانات وهويات المستخدمين.

وتخلل المحاضرة التي أدارها رئيس الهيئة الإدارية في الجمعية الدكتور سميح أبو بكر، بحضور عدد من الأكاديميين والباحثين والمهتمين من الأردن والعديد من الدول العربية، نقاش موسع أجاب خلاله المحاضر على أسئلة واستفسارات المشاركين.

## الأردنية للبحث العلمي تهنئ بعيد العمال



هنأت الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع، برئاسة الأستاذ الدكتور رضا الخوالدة، عمال الأردن بمناسبة يوم العمال العالمي، مؤكدة اعتزازها بالدور الكبير الذي يضطلع به العمال في مسيرة البناء والتنمية.

وقال رئيس الجمعية الدكتور رضا الخوالدة، في بيان اليوم، إن عمال الأردن يشكلون "نبض النهضة والبناء"، بما يقدمونه من جهود مخصصة وإسهامات فاعلة في مختلف مواقع العمل، تسهم في ترسيخ دعائم التقدم والازدهار للوطن.

وأضاف أن العمال كانوا وما زالوا السند الحقيقي لمسيرة التنمية، وعنوان الالتزام والإخلاص، حيث يجسدون قيم الإنتاج والعطاء، ويكتبون بسواعدهم قصة نجاح الأردن في شتى القطاعات. وأكد الخوالدة أن هذه المناسبة تشكل فرصة لتجديد التقدير للدور المحوري الذي يقوم به العمال، باعتبارهم ركيزة أساسية في دفع عجلة الاقتصاد وتعزيز مسيرة التحديث الشامل. وختم بالقول: "كل عام وعمال الأردن أساس النهضة وركيزة المستقبل، وكل عام والأردن يزدهر بجهود أبنائه المخلصين".

## وزير الزراعة: الأردن آمن غذائيا ومستقر رغم التحديات



أكد وزير الزراعة الدكتور صائب خريسات، أن الأردن آمن غذائيا ومستقر رغم التحديات والظروف الإقليمية المحيطة، مشيرا إلى أنه تمكن من تجاوز العقبات والحفاظ على وتيرة النمو والاستمرار في تنفيذ المشاريع التنموية.

جاء ذلك خلال رعايته الحفل الختامي لمسابقة المشاريع الخضراء الصغيرة المبتكرة في الأردن التي نظمتها الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع، بالتعاون مع الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي.

وقال إن المسابقة تمثل تنويجا لجهود الجمعية الأردنية للبحث العلمي والريادة والإبداع على مدى السنوات الماضية، في إيجاد حاضنة داعمة للمشاريع المبتكرة التي تسهم في تطوير القطاعات الزراعية والبيئية والصناعية وغيرها.

وأضاف إن الأردن حقق إنجازات نوعية على المستوى العالمي، رغم محدودية الموارد الطبيعية، مبينا أنه يزخر بموارد بشرية فكرية وعلمية متميزة أسهمت في وضعه ضمن مصاف الدول المتقدمة.

وأشار إلى أنه وعلى الرغم من شح المياه والتحديات والاضطرابات الإقليمية، فإن الأردن كان وما يزال وسيبقى واحة أمن واستقرار، بفضل قيادته وكفاءة أبنائه من الرجال والنساء والشباب المبدع، مؤكداً أن رأس المال البشري يمثل مصدر الفخر الحقيقي ومحرك الإنجاز الوطني.

من جانبه، قال رئيس الجمعية الدكتور رضا الخوالدة، إن هذه المبادرة شكلت منصة نوعية لدعم الابتكار وتعزيز مفاهيم الاستدامة في قطاع المشاريع الصغيرة والمتوسطة، مبينا أنها أتاحت فرصة حقيقية لرواد الأعمال لتقديم أفكارهم في مجالات الاقتصاد الأخضر، والاستفادة من برامج التدريب والإرشاد والدعم الفني والمالي.

وأضاف إن المسابقة التي انطلقت في أيلول 2024 شهدت إقبالا لافتا، حيث بلغ عدد المشاريع المتقدمة 210 مشاريع، استبعد منها 63 طلبا لعدم توافقها مع محاور المسابقة، فيما توزعت بقية المشاريع على 13 قطاعا، شملت السياحة البيئية، وإدارة النفايات وإعادة التدوير، والطاقة والنقل، والمياه، والمناخ، والتكنولوجيا، والزراعة المائية والتغذية.

وبين أن مراحل التقييم والتأهيل أسفرت عن اختيار 19 مشروعا فائزا، تميزت بأفكار ريادية قابلة للتطبيق وقادرة على إحداث أثر إيجابي في مجالات الاستدامة البيئية، مؤكداً أن المسابقة لم تكن مجرد

فعالية، بل تجربة متكاملة أسهمت في تطوير قدرات المشاركين وتعزيز فرص تحويل أفكارهم إلى مشاريع قابلة للتنفيذ.

وتمن دعم الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي، مشيدا بجهود الشركاء واللجان الفنية والاستشارية في إنجاح المسابقة.

وألقى رئيس اللجنة الاستشارية للمسابقة وزير الزراعة الأسبق الدكتور محمود الدويري، كلمة أكد خلالها أهمية المشاريع المشاركة في المسابقة، مشيرا إلى أنها ركزت على استغلال المصادر الوراثية النباتية والحيوانية المتاحة، وعكست حرصا واضحا على حمايتها وإدارتها بكفاءة.

وأضاف إن هذه الجهود تسهم في الحفاظ على البيئة وتعزيز استدامة الموارد، بما يضمن صونها للأجيال المقبلة.

من جهته، عرض ممثل الفريق التنفيذي لمشروع المسابقة مدير عام منصة دمج الأكاديميا بالصناعة الدكتور خالد خريسات، المشاريع الفائزة ونتائج المسابقة، مشيرا إلى أن اختيار المشاريع الفائزة في المسابقة تم بناء على توافرها مع أهداف الاقتصاد الأخضر بهدف دعم وتشجيع المشاريع الصغيرة والمتوسطة المبتكرة ذات الأثر البيئي الإيجابي، وتعزيز مفاهيم الاستدامة والاقتصاد الأخضر، وبناء قدرات رواد الأعمال، وتحفيز الطول الإبداعية التي تسهم في مواجهة التحديات البيئية والاقتصادية، وقد أسفرت المسابقة عن تمويل 19 مشروعا بقيمة إجمالية بلغت 365 ألف دولار.

وأشار إلى أن المشاريع الفائزة هي: هكتار لاحتضان المشاريع الصغيرة وزراعة نبات السمسم وإنتاج المخبوزات، وزعفرانكم وعالم النباتات، وقيس البيئي، وكرم الأردن ومزرعة شمس البيئية وواحة الزراعة المائية والحصاد المائي للمزرعة المتكاملة والخبرات للزراعة العضوية المستدامة ومشروع CHub ومشروع Ecofriendly mineral-based natural fertilizer ومشروع Eco-sprinklers Agrivoltaics، ومشروع Recycle of CO<sub>2</sub> Credits Generation، ومشروع SolarDrain Clamp، والحصاد المائي للمزرعة المتكاملة، والزراعة الذكية مناخيا باستخدام أنظمة منخفضة التكلفة، وأورجانيكي وإنتاج مبيد حيوي لآفات زراعية من مخلفات نباتات العائلة الصليبية.

وعقد على هامش الحفل جلسة حوارية متخصصة بعنوان "المشاريع الخضراء في الأردن وأثرها في الاقتصاد وفرص الدعم"، بمشاركة مدير صندوق البحث العلمي والابتكار الدكتور طارق مقطش، ومدير عام المركز الوطني للبحوث الزراعية الدكتور إبراهيم الرواشدة، والمستشار والخبير الدولي الدكتور فاضل الزعبي، ونائب رئيس الجمعية الدكتور سميح أبو بكر وعدد من الخبراء والمختصين.

كما اشتمل البرنامج على معرض للمشاريع المشاركة، أتاح للحضور الاطلاع على أبرز الابتكارات، واختتمت الفعالية بعروض تقديمية للمشاريع، وسط تأكيدات لأهمية البناء على مخرجات المسابقة لدعم توجهات الاقتصاد الأخضر في المملكة.



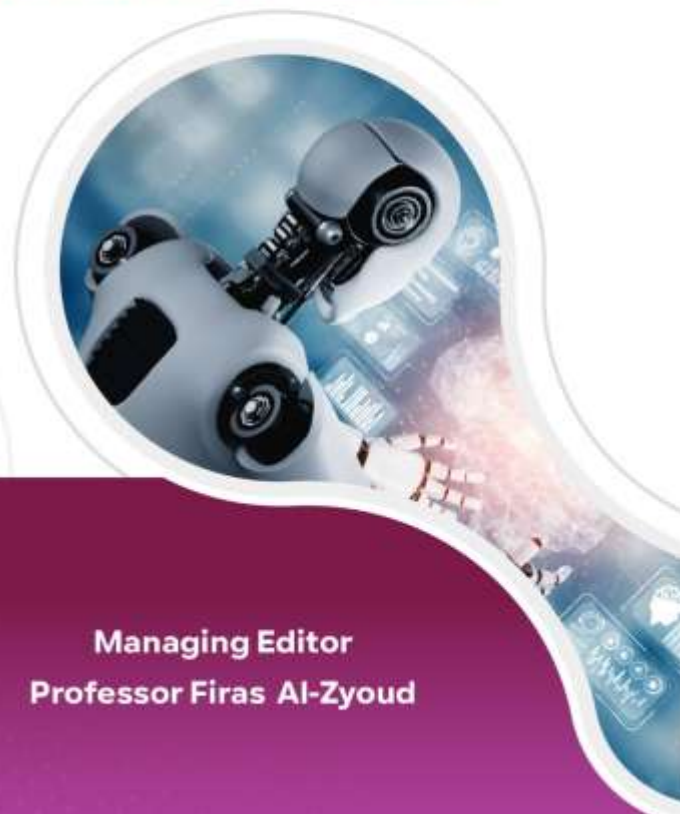
## **Scientific Research**

**Journal issued by The Jordan Society for Scientific Research,  
Entrepreneurship and Creativity**

**Volume 18, June 2026**

**Title of the issue:**

**Strategies for Technical Education to Align Its Outcomes with the  
Labor Market in the Era of Artificial Intelligence**



**Editor-in-Chief**  
**Professor Rida Shibli**

**Managing Editor**  
**Professor Firas Al-Zyoud**