Contents

المحاضرة الأولى (الأسبوع 1) 5

العنوان :مدخل إلى المعلوماتية الزراعية والبيانات في الزراعة 5

1. مقدمة وأهداف 5

2. المحتوى التفصيلي 5

2.1 تعريف المعلوماتية الزراعية وأهميتها 5

2.2 التطور التاريخي للزراعة: من التقليدية إلى الرقمية 6

2.3 دور البيانات الزراعية في صنع القرار 6

3. أمثلة / حالات دراسية 7

4. أنشطة تعليمية 7

5. المراجع العلمية 7

المحاضرة الثانية (الأسبوع 2) 9

العنوان :أنواع البيانات الزراعية ونُظم إدارة قواعد البيانات 9

1. مقدمة وأهداف 9

2. المحتوى التفصيلي 9

2.1 تصنيفات البيانات الزراعية 9

2.2 نظم إدارة قواعد البيانات(DBMS) 10

2.3 تنظيف البيانات(Data Cleaning) 10

3. أمثلة / حالات دراسية 10

4. أنشطة تعليمية 11

5. المراجع العلمية 11

المحاضرة الثالثة (الأسبوع 3) 12

العنوان :إنترنت الأشياء (IoT) في الزراعة: الأساسيات والتطبيقات 12

1. مقدمة وأهداف 12

1.1 مقدمة عامة 12

1.2 الأهداف 12

2. المحتوى التفصيلي 12

2.1 البنية الأساسية لإنترنت الأشياء(IoT) 12

2.2 بروتوكولات الاتصال اللاسلكي والخيارات الشائعة 13

2.3 تطبيقات إنترنت الأشياء الزراعي 14

2.4 التحديات 14

3. أمثلة ودراسات حالة 15

4. أنشطة تعليمية 15

5. الخاتمة 16

6. المراجع المقترحة 16

المحاضرة الرابعة (الأسبوع 4) 16
العنوان :الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلُّم الآلي (ML) في الزراعة 16
1.مقدمة وأهداف 16
2.المحتوى التفصيلي 17
3.أمثلة ودراسات حالة 19
4.أنشطة تعليمية 19
5.الخاتمة 20
6.المراجع المقترحة 20
المحاضرة الخامسة (الأسبوع 5) 21
العنوان :نظم دعم اتخاذ القرار (DSS) في الزراعة 21
1.مقدمة وأهداف 21
2.المحتوى التفصيلي 21
3.أمثلة ودراسات حالة 23
4.أنشطة تعليمية 23
5.الخاتمة 23
6.المراجع المقترحة 23
المحاضرة السادسة (الأسبوع 6) 25
العنوان :الطائرات بدون طيار (Drones) في الزراعة 25
1.مقدمة وأهداف 25
2.المحتوى التفصيلي 25
3.أمثلة ودراسات حالة 27
4.أنشطة تعليمية 27
5.الخاتمة 28
6.المراجع المقترحة 28
المحاضرة السابعة (الأسبوع 7) 29
العنوان: تحليل البيانات الضخمة (Big Data) في الزراعة والكشف المبكر عن الآفات والأمراض 29
1.مقدمة وأهداف 29
2.المحتوى التفصيلي 29
3.أمثلة ودراسات حالة 31
4.أنشطة تعليمية 31
5.الخاتمة 32
6.المراجع المقترحة 32
المحاضرة الثامنة (الأسبوع 8) 33
العنوان: نظم تتبع جودة وسلامة الأغذية (Food Traceability) في الزراعة 33
1.مقدمة وأهداف 33
2.المحتوى التفصيلي 33

3.أمثلة ودراسات حالة 35
4.أنشطة تعليمية 35
5.الخاتمة 35
6.المراجع المقترحة 35
المحاضرة التاسعة (الأسبوع 9) 37
العنوان :التطبيقات المحمولة (Mobile Apps) في الإرشاد الزراعي 37
1.مقدمة وأهداف 37
2.المحتوى التفصيلي 37
3.أمثلة ودراسات حالة 39
4.أنشطة تعليمية 40
5.الخاتمة 40
6.المراجع المقترحة 41
المحاضرة العاشرة (الأسبوع 10) 42
العنوان: مراقبة الغابات والتصحر باستخدام الاستشعار عن بعد 42
1.مقدمة وأهداف 42
2.المحتوى التفصيلي 42
3.أمثلة ودراسات حالة 44
4.أنشطة تعليمية 44
5.الخاتمة 45
6.المراجع المقترحة 45
المحاضرة الحادية عشرة (الأسبوع 11) 46
العنوان: إدارة الآلات الزراعية والروبوتات: الجرارات ذاتية القيادة 46
1.مقدمة وأهداف 46
2.المحتوى التفصيلي 46
3.أمثلة ودراسات حالة 47
4.أنشطة تعليمية 48
5.الخاتمة 48
6.المراجع المقترحة 48
المحاضرة الثانية عشرة (الأسبوع 12) 49
العنوان: التجارة الإلكترونية (E-Commerce) في القطاع الزراعي 49
1.مقدمة وأهداف 49
2.المحتوى التفصيلي 49
3.أمثلة ودراسات حالة 50
4.أنشطة تعليمية 51
5.الخاتمة 51
6.المراجع المقترحة 51

المحاضرة الثالثة عشرة (الأسبوع 13) 52
العنوان: أمن البيانات وحمايتها في الزراعة الذكية 52
1. مقدمة وأهداف 52
2. المحتوى التفصيلي 52
3. أنشطة تعليمية 53
4. الخاتمة 54
5. المراجع المقترحة 54
المحاضرة الرابعة عشرة (الأسبوع 14) 55
العنوان: المراجعة الشاملة وآفاق المعلوماتية الزراعية في المستقبل 55
1. مقدمة وأهداف 55
2. المحتوى التفصيلي 55
3. أمثلة ودراسات حالة 56
4. أنشطة تعليمية 57
5. الخاتمة 57
6. المراجع المقترحة 57

المحاضرة الأولى (الأسبوع 1)
العنوان :مدخل إلى المعلوماتية الزراعية والبيانات في الزراعة

.1مقدمة وأهداف

1.1المقدمة العامة:

تشهد الزراعة الحديثة تطورًا غير مسبوق في استخدام التقنيات الرقمية، الأمر الذي انعكس على جميع مراحل السلسلة الزراعية بدءًا من اختيار نوع البذور ومرورًا بكيفية إدارة الموارد وصولًا إلى تقنيات الحصاد والتسويق. في خضمّ هذه التحولات، برز مفهوم "المعلوماتية الزراعية " (Agricultural Informatics)باعتباره إطارًا علميًا وتطبيقيًا لتوظيف تكنولوجيا المعلومات في القطاع الزراعي. يهدف هذا المقرر إلى تعزيز وعي الطلاب بأهمية هذا المجال، وإلى منحهم قاعدة معرفية صلبة حول كيفية جمع البيانات وتحليلها، وما الأدوات التي يستخدمها المزارعون المتميزون اليوم لرفع إنتاجية محاصيلهم.

1.2أهداف المحاضرة الأولى:

1. **تعريف مفهوم المعلوماتية الزراعية :**فهم الأسباب التي أدت إلى نشأتها، والعوامل التي تجعلها ضرورية الآن أكثر من أي وقتٍ مضى.
2. **إبراز مراحل التحول في الزراعة :**من النمط التقليدي المعتمد على الخبرة الشخصية إلى النمط الرقمي المعتمد على البيانات وتحليلها.
3. **التركيز على دور البيانات الزراعية :**تحديد أنواع هذه البيانات، وكيف يمكن توظيفها في تحسين القرارات.

.2المحتوى التفصيلي

2.1تعريف المعلوماتية الزراعية وأهميتها

2.1.1مفهوم المعلوماتية الزراعية

- المعلوماتية الزراعية هي استخدام منهجي للأدوات الحاسوبية، قواعد البيانات، الاتصالات، والخوارزميات التحليلية (كالذكاء الاصطناعي) في كل جوانب الزراعة: من الريّ والتسميد حتى الجني والتسويق.
- تهدف لتوفير قاعدة معرفية وقرارات دقيقة مبنية على المعلومات بدلاً من الاعتماد الأوحد على الخبرة والتخمين.
- تشمل المعلوماتية الزراعية تطوير الأنظمة البرمجية لإدارة المزارع (Farm Management Systems)، وتطبيقات الهواتف الذكية للمزارعين، ونُظم دعم القرار المبنية على Big Data و.Internet of Things (IoT)

2.1.2أهمية المعلوماتية الزراعية

1. **النمو السكاني والطلب الغذائي :**يشير تقرير الأمم المتحدة (2019) إلى أن تعداد العالم قد يصل إلى 9.7 مليار نسمة بحلول 2050، مما يُحمّل الزراعة مسؤولية مضاعفة الإنتاج.
2. **ندرة الموارد :**المياه والأراضي الصالحة للزراعة محدودة، ويجب إدارة كل قطرة مياه أو جرام سماد بدقة أكبر.

3. **التغير المناخي :**التذبذب في الأمطار وارتفاع درجات الحرارة يفرض تحديثات سريعة للممارسات الزراعية؛ المعلوماتية توفر المؤشرات المبكرة والتنبؤات.
4. **سلامة الأغذية وجودتها :**تزايد الوعي لدى المستهلكين بالسلامة الغذائية، ما يستلزم توثيق المراحل الإنتاجية ("من المزرعة إلى المائدة").

2.2التطور التاريخي للزراعة: من التقليدية إلى الرقمية

2.2.1الزراعة التقليدية

- تعتمد على خبرة المزارع المتوارثة جيلاً بعد جيل في مواعيد الحراثة، زرع البذور، واستخدام الأسمدة.
- صعوبة التنبؤ الدقيق بالمخاطر مثل موجات الصقيع أو انتشار الآفات.
- لم يكن هناك توثيق رقمي أو سجلات موسعة لتحليل إنتاجية الحقول عبر السنوات.

2.2.2الميكنة الزراعية

- مع الثورة الصناعية، شهد القرن العشرون دخولًا مكثفًا للجرارات وآلات الحصاد.
- أدى ذلك لزيادة الإنتاجية وخفض الاعتماد على العمالة اليدوية.
- رغم التطور الميكانيكي، فإن القرارات اليومية (متى نروي؟ كم من السماد نستخدم؟) ظلت تقليدية.

2.2.3حقبة المعلوماتية: الزراعة الرقمية

- بدءًا من ثمانينيات القرن الماضي، وبالتوازي مع تطور الحواسيب والشبكات، ظهرت الزراعة الدقيقة.(Precision Agriculture)
- ظهرت الأقمار الصناعية وأجهزة تحديد المواقع (GPS) والسجلات الإلكترونية.
- مع انتشار الإنترنت، أصبحت البيانات المناخية وتوقعات الطقس متاحة على نطاق واسع، ومع تقنيات IoT والذكاء الاصطناعي بات جمع البيانات وتحليلها أسرع، ما أدى إلى "ثورة رقمية" في الحقل.

2.3دور البيانات الزراعية في صنع القرار

2.3.1أنواع البيانات:

1. **بيانات الطقس والمناخ :**معدلات هطول الأمطار، درجة الحرارة اليومية، ساعات سطوع الشمس، الرطوبة...
2. **بيانات الحقول والتربة :**مثل قياساتpH ، EC(الموصلية الكهربائية)، محتوى المادة العضوية، عمق الجذور...
3. **البيانات الإنتاجية :**معلومات عن مراحل نمو المحصول (معدل الإنبات، طول النباتات، كثافة الأوراق، موعد الحصاد...).
4. **البيانات الاقتصادية :**أسعار الأسمدة والمبيدات، تكلفة العمالة، أسعار السوق المحلية والعالمية.

2.3.2آلية الاستفادة

- **إدارة الري :**تحليل بيانات رطوبة التربة مع التنبؤات الجوية يُمكِّن من تحديد كمية الري المناسبة وتوقيته الأمثل.

- **التسميد المحسوب** :بفضل معرفة خصائص التربة ومراحل نمو المحصول، يتحدد نوع وكمية السماد اللازم، ما يقلل التكاليف والتلوث.
- **مكافحة الآفات :**توقع موسم انتشار آفة معينة من خلال بيانات الطقس ومقارنة ذلك بسجلات الإصابات السابقة.
- **التسويق :**دراسة تقلبات الأسعار في الأسواق، واختيار أوقات البيع المثلى.

3.أمثلة / حالات دراسية

1. **مشروع أوروبي لتحسين الذرة**)من :(*Digital Agriculture: An Introduction*
   - o جمع بيانات طقس (حرارة، أمطار)، وخصائص تربة، وصحة النباتات (قياسات من حساسات ورقية أو محمولة).
   - o استخدام خوارزمية بسيطة للتنبؤ بموعد الري والمستوى الأمثل.
   - o النتيجة: زيادة إنتاجية بمعدل 10-15%، مع خفض استخدام المياه 20.%
2. **AgriDataHubفي فرنسا**)مشار إليه في :(*Agricultural Internet of Things…*
   - o منصة رقمية تُشرف عليها وزارة الزراعة الفرنسية.
   - o تُتيح تبادل البيانات بشكل آمن بين المزارعين والباحثين والشركات الزراعية.
   - o تمكن من تطوير خدمات تنبؤية متقدمة للآفات واستشارة فورية حول مواعيد زراعة أصناف معينة.

4.أنشطة تعليمية

1. **مناقشة صفية:**
   - o يطلب المحاضر من الطلبة تسليط الضوء على صعوبات يواجهونها أو سمعوا بها في الزراعة المحلية. كيف يمكن لدمج البيانات مساعدتهم؟
   - o مثال: كيف يمكن للمزارع التقليدي جمع بيانات اقتصادية أو مناخية بسهولة؟
2. **مهمة قصيرة:**
   - o كتابة فقرة (150-200 كلمة) عن تحدٍّ زراعي في المنطقة (مثل ندرة المياه أو ضغوط آفات) ووصف كيف يمكن للمعلوماتية الزراعية أن تقدّم حلاً عمليًا.

5.المراجع العلمية

1. **Digital Agriculture: An Introduction (SpringerBriefs in Agriculture, 2024).**
2. **Agricultural Informatics: Automation Using the IoT and Machine Learning (2021).**
3. **Agricultural Internet of Things and Decision Support for Smart Farming (2020).**
4. تقارير الأمم المتحدة عن الأمن الغذائي والتغير المناخي.(2019)

ملحوظة :يمكن الاستزادة من فصول أخرى في *Computer and Computing Technologies in Agriculture X*للاطلاع على تفاصيل بعض المشاريع.

المحاضرة الثانية (الأسبوع 2)
العنوان :أنواع البيانات الزراعية ونُظم إدارة قواعد البيانات

1.مقدمة وأهداف

1.1المقدمة العامة:

تُعدّ البيانات الزراعية مادة خام أساسية في كل تقنيات التحول الرقمي في الزراعة. إنها المادة الأولية التي تُبنى عليها النماذج والتنبؤات. إنْ لم نعرف كيف نُصنّف ونُخزّن هذه البيانات في قواعد بيانات مناسبة وكيف نُعالج البيانات الناقصة أو الشاذة، فلن نحصل على قرارات دقيقة. في هذه المحاضرة، سنتعرف على تنوّع البيانات الزراعية (منها ما هو مناخي أو متعلق بالتربة أو بالأسعار)، ثم ننتقل إلى استعراض نظم إدارة قواعد البيانات) علائقية .(NoSQL .vs كما سنناقش أهمية "تنظيف البيانات (Data Cleaning) "باعتبارها مرحلة حاسمة قبل أي تحليل.

1.2أهداف المحاضرة:

1. استيعاب الفئات المختلفة للبيانات الزراعية.
2. اكتساب معرفة بأساسيات نظم إدارة قواعد البيانات RDBMS) و (NoSQLوخصائص كل منها.
3. إدراك ضرورة وجود عملية تنظيف للبيانات لضمان دقة النماذج اللاحقة.

2.المحتوى التفصيلي

2.1تصنيفات البيانات الزراعية

2.1.1بيانات مناخية

- الحراري :(Temperature) أقصى درجات الحرارة اليومية، متوسطها، أدناها.
- هطول الأمطار: الكمية الشهرية أو الموسمية، وقد تدمج مع رطوبة التربة لمعرفة حاجة المحصول للري.
- سرعة الرياح، الرطوبة الجوية، ساعات سطوع الشمس: مؤشرات لتقدير تبخّر المياه وتخطيط الري.

2.1.2بيانات التربة

- الملوحة :(EC) لها تأثير مباشر في إنتاجية المحاصيل الحساسة للملوحة.
- مستوى الأس الهيدروجيني :pH يحدد توافر العناصر الغذائية وجعل التربة حمضية أو قاعدية.
- عمق التربة ونوعها (رملي، طيني، طميي...).

2.1.3بيانات المحاصيل

- مراحل نمو المحصول (نسبة الإنبات، ارتفاع النبات، تفريع النبات...).
- معلومات حول أصناف البذور المزروعة ومواعيد الزراعة والحصاد.
- البيانات الفسيولوجية: محتوى الكلوروفيل، مؤشرات صحية) مثل NDVI عبر طائرات بدون طيار أو أقمار صناعية.(

2.1.4بيانات اقتصادية وتسويقية

- أسعار المدخلات (سماد، مبيدات).
- أسعار المحاصيل في السوق المحلي أو العالمي.
- تكاليف النقل والتخزين.

2.2نظم إدارة قواعد البيانات(DBMS)

) RDBMS 2.2.1مثل(MySQL, PostgreSQL

- تعالج البيانات بشكل جداول مترابطة عبر مفاتيح أساسية وخارجية.
- مناسبة للبيانات المهيكلة (structured) نسبيًا مثل سجل الحقل (Field ID, Date, Rainfall, Yield…).
- مزايا: الاستعلام الموحّد بلغةSQL ، تكامل البيانات، آليات قوية لضمان الاتساق.(ACID)

) NoSQL 2.2.2مثل(MongoDB, Cassandra

- تتعامل بشكل أفضل مع البيانات الضخمة المتدفقة (streams) أو المتنوعة (structured, semi-structured, unstructured).
- توفير سرعة في الكتابة/القراءة أحيانًا، والتوسع الأفقي.(Horizontal Scalability)
- استخدامه يكثر في سيناريوهات IoT عندما تكون البيانات تأتي بتردد عالٍ.

2.2.3معايير الاختيار

- **حجم البيانات** :مزارع كبيرة أو شبكة حساسات ضخمة قد تفضل.NoSQL
- **بنية البيانات** :إذا كانت واضحة الهيكلة (مربعات نصية/جدول)، RDBMSقد يكفي.
- **احتياجات التحليل** :إن كانت تحليلات معقدة، يتطلب الأمر أحيانًا قواعد بيانات علائقية مع SQLمعقد، أو NoSQL مع بنية مرنة.

2.3تنظيف البيانات(Data Cleaning)

2.3.1القيم الناقصة(Missing Values)

- أساليب المعالجة:
  - الحذف (إذا كانت نسبة الناقص ضئيلة).
  - الاستبدال بالمتوسط أو الوسيط.(Mean/Median Imputation)
  - التنبؤ (Prediction) إن كانت علاقات بين المتغيرات.

2.3.2القيم الشاذة(Outliers)

- الكشف بأساليب إحصائية (z-score) أو عبر خوارزميات.(Isolation Forest) ML
- التحقق من كون القيمة حقيقية أم نتيجة خطأ قياس.
- تأثيرها السلبي: تشويه المتوسطات والانحدارات.

2.3.3الفوائد

- ضمان مصداقية النماذج والتنبؤات.
- تسهيل مشاركة البيانات بين الباحثين والمزارعين.

3.أمثلة / حالات دراسية

1. **مزرعة في الولايات المتحدة**)من *Improving Data Management and Decision Support Systems in Agriculture*)
   - تستخدم PostgreSQL لتخزين بيانات 200 حقل مختلف) إحداثياتGPS ، أصناف نباتية، مواعيد ري.(
   - بعد تحليل البيانات لاحظوا وجود قيم ناقصة في بعض الحقول (لم تُسجل الرطوبة أحيانًا). لجؤوا لتعويضها بالمتوسط المحلي.
   - تحسّنت دقة الحسابات الخاصة بالتسميد بنسبة 30.%
2. **مشروع مستشعرات تربة كبير**)من (*Agricultural Informatics, 2021*
   - لجأ الفريق إلىNoSQL MongoDB ، حيث يرسِل كل حساس قيمة الرطوبة كل 3 دقائق.
   - التنوع كبير؛ أحيانًا يأتي من حساسات مختلفة بسرعة مختلفة.
   - NoSQLيمكّن من تخزين هذه التدفقات بكفاءة.

4.أنشطة تعليمية

1. **تمرين مختبري:**
   - يجمع المحاضر مجموعة صغيرة من البيانات (15-20 سجل) افتراضية تتعلق بأحد المحاصيل (محصول الطماطم مثلًا)، فيها بعض القيم الناقصة والشاذة.
   - يطلب من الطلبة تحليلها في Excel أو في برنامج قواعد بيانات بسيط لتوضيح كيفية معالجة تلك القيم.
2. **مناقشة:**
   - أي النماذج أفضل لمزرعة صغيرة ذات بيانات محدودة في الوقت الحالي؟ RDBMSأمNoSQL ؟ ولماذا؟

5.المراجع العلمية

1. **Improving Data Management and Decision Support Systems in Agriculture** (Burleigh Dodds, 2020).
2. **Agricultural Informatics: Automation Using the IoT and Machine Learning** (2021).
3. **Computer and Computing Technologies in Agriculture X** (2019).

المحاضرة الثالثة (الأسبوع 3)
العنوان :إنترنت الأشياء (IoT) في الزراعة: الأساسيات والتطبيقات

1.مقدمة وأهداف

1.1مقدمة عامة

في العقود الأخيرة، أصبح مفهوم **إنترنت الأشياء (IoT)** واحدًا من أقوى محركات الثورة الرقمية. وتتجسد فكرته الأساسية في ربط أي كائن مادي (مثل الأجهزة والمعدّات والحساسات) بالشبكة، بحيث تتمكّن هذه الأشياء من جمع البيانات و/أو تبادلها بشكل أوتوماتيكي فيما بينها أو مع خوادم تحليلية في السحابة. في القطاع الزراعي، فتح استخدام IoT آفاقًا كبيرة للتحكم عن بُعد في أنظمة الري، ومراقبة ظروف الطقس في الحقول، وتتبع صحة الماشية، وصولًا إلى جمع كميات هائلة من القراءات آنياً وتحليلها لاتخاذ قرارات أفضل.

1.2الأهداف

1. **فهم المبادئ الأساسية لإنترنت الأشياء (IoT) في الزراعة:**
   - ماهية IoT ودوافع استخدامه في الأنشطة الزراعية.
2. **التعرف على المعمارية التقنية لإنترنت الأشياء الزراعي (Agricultural IoT Architecture):**
   - الحساسات والأجهزة الذكية، بوابات الاتصال(Gateways) ، السحابة (Cloud) أو الخوادم، والتطبيقات التحليلية.
3. **استكشاف أهم البروتوكولات والأنظمة اللاسلكية المناسبة للحقول الزراعية:**
   - Zigbee، LoRaWAN، Wi-Fi، NB-IoTوغيرها.
4. **التعرف على التطبيقات العملية لـ IoT في الزراعة: الري الذكي، المراقبة البيئية، تتبع الماشية.**

بنهاية المحاضرة، من المتوقع أن يحيط الطالب علمًا بآلية عمل IoT ضمن البيئة الزراعية، ويفهم كيف يمكن لهذه التكنولوجيا أن تحسن كفاءة الموارد والإنتاجية، وأهم التحديات التي قد تواجه تطبيقها.

2.المحتوى التفصيلي

2.1البنية الأساسية لإنترنت الأشياء(IoT)

عند الحديث عن إنترنت الأشياء الزراعي، نكون بصدد نظام يضم عدة طبقات (Layers) يمكن توضيحها كالتالي:

1. **طبقة الأجهزة:(Devices Layer)**
   - تشمل **الحساسات (Sensors)** التي تجمع البيانات من التربة أو الجو أو النباتات)مثل الحساسات الحرارية، حساسات الرطوبة، حساسات الأس الهيدروجيني pH...).

- تشمل أيضًا **المشغّلات (Actuators)** أو "أجهزة التحكم" التي تستجيب للأوامر مثل صمامات الري، والمراوح، والسخانات في البيوت المحمية.
- غالبًا ما تكون هذه الحساسات أو المشغّلات مربوطة بوحدات تحكم صغيرة (Microcontroller)مثل Arduino أو ESP32 لإدارة القياس والإرسال.

2. **طبقة الاتصال:(Network Layer)**
   - تربط الأجهزة بالبوابة (Gateway) أو موزع الشبكة.
   - قد تستخدم بروتوكولات قصيرة المدى مثل Zigbee أوBluetooth ؛ أو بروتوكولات بعيدة المدى مثل LoRaWAN و.NB-IoT
   - في هذه الطبقة، يُنظم تبادل المعلومات بين أجهزة الاستشعار والبوابة التي قد تُرسِل البيانات نحو الشبكة الأكبر أو السحابة.
3. **طبقة البوابة ومعالجة الحافة:(Edge Computing)**
   - بوابة (Gateway) تتلقى البيانات من عشرات أو مئات الحساسات؛ قد تقوم بمعالجة أولية للبيانات (Filtering, Aggregation) قبل إرسالها للإنترنت.
   - في بعض الأحيان، يتم تنفيذ تحليلات مبسّطة (مثل اكتشاف القيم الشاذة) مباشرة في الحقل (Edge Computing) لتوفير استجابة أسرع وتخفيف عبء نقل البيانات.
4. **طبقة السحابة:(Cloud Layer)**
   - حيث تُخزن البيانات الضخمة (Big Data) وتُعالج بواسطة خوارزميات متقدمة كالتعلّم الآلي.(Machine Learning)
   - توفّر واجهات برمجية (APIs) أو لوحات تحكم (Dashboards) يمكن للمزارع أو الخبير عبرها مشاهدة القراءات اللحظية أو الرسوم البيانية والتقارير.
5. **طبقة التطبيقات:(Application Layer)**
   - تحتوي على البرمجيات أو تطبيقات الويب/الهاتف التي يتفاعل معها المزارع أو المهندس.
   - مثلًا: تطبيق يعرض رسمًا بيانيًا لرطوبة التربة عبر الزمن، أو يرسل تنبيهات بضرورة الري أو الرش.

2.2بروتوكولات الاتصال اللاسلكي والخيارات الشائعة

2.2.1 Zigbee

- **نطاق التردد** 2.4 GHz :عادةً.
- **المدى** :قصير إلى متوسط (يصل إلى بضع مئات الأمتار في الحقول).
- **المميزات** :استهلاك قليل للطاقة، وبنيته الشبكية Mesh تتيح توصيل حساسات متعددة.
- **العيوب** :سرعة إرسال بيانات متواضعة، وخيار غير ملائم للحقول الممتدة بشكل كبير جداً.

2.2.2 LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)

- **المميزات** :مدى يصل إلى بضعة كيلومترات، استهلاك منخفض جداً للطاقة.
- **العيوب** :معدل نقل البيانات منخفض نسبيًا؛ ملائم لإرسال قياسات دورية مثل رطوبة التربة كل ساعة.

- **الاستعمال** :مناسب للمزارع الكبيرة ذات كثافة حساسات منخفضة.

2.2.3 Wi-Fi

- سرعة عالية، لكن المدى قصير (بضعة عشرات الأمتار) واستهلاك الطاقة مرتفع.
- تستخدم في البيوت المحمية أو التطبيقات الداخلية (Indoor) حيث الإشارة جيدة.

2.2.4 NB-IoT

- بروتوكول خليوي (Cellular) يعمل على شبكات شركات الاتصالات.
- مدى جيد جداً وقدرة اختراق عالية في المناطق الريفية.
- يمكن للحساس الواحد العمل لفترات طويلة ببطارية صغيرة.
- قد تتطلب رسوم اشتراك مع مزوّد الخدمة.

2.3تطبيقات إنترنت الأشياء الزراعي

2.3.1الري الذكي(Smart Irrigation)

- يتم وضع حساسات رطوبة تربة كل مساحة معينة في الحقل.
- إذا انخفضت الرطوبة تحت حد معين، ترسل البوابة أمراً لمضخة المياه أو الصمامات للبدء في الري تلقائياً.
- يتوقف الري بمجرد بلوغ الرطوبة المستوى المطلوب أو عند هطول أمطار مفاجئة (تحسسها حساسات الأمطار).

الفائدة :الحد من هدر المياه ورفع كفاءة استخدام الموارد.

2.3.2المراقبة البيئية(Greenhouse Monitoring)

- حساسات حرارة ورطوبة داخل البيوت المحمية.
- عند ارتفاع الحرارة، تَفعُّل المراوح أو تُفتَح نوافذ التهوية.
- عند انخفاض الحرارة الشديد، تُشغّل المدافئ.
- يمكن للمزارع مراقبة القراءات لحظياً عبر تطبيق هاتف ذكي.

2.3.3تتبع الماشية(Livestock Monitoring)

- أطواق ذكية (Smart Collar) بها وحدات GPS ومستشعرات بيومترية (مثل معدل ضربات القلب أو الحرارة).
- تتيح تتبع موقع الحيوان في المراعي ومراقبة صحته.
- إذا لاحظ النظام حركة غير عادية أو مؤشرات مرض، يتم إرسال تنبيه.

2.3.4تحليل صحة النبات

- وضع كاميرات صغيرة طيفية (أو استخدام مستشعرات للضوء) لمتابعة نمو النباتات.
- تُحدد المناطق التي بها إجهاد مائي أو تغذوي.

2.4التحديات

1. **الطاقة وتغذية الأجهزة**
   - حقول الزراعة غالبًا تكون واسعة ومنفصلة عن مصادر الكهرباء؛ الاعتماد على بطاريات أو خلايا شمسية.
   - يجب تصميم الحلول بحيث تستهلك طاقة قليلة، ما قد يحدّ من كمية البيانات أو التردد الزمني في الإرسال.

2. **التكاليف**
   - شراء وتركيب العديد من الحساسات والبوابات قد يكون مكلفًا.
   - الصيانة الدورية واستبدال البطاريات يتطلبان ميزانية إضافية.
3. **التشريعات والبنية التحتية**
   - بعض المناطق لا تتوفر فيها تغطية خليوية أو إنترنت بشكل جيد.
   - هناك احتياج لمهندسين مختصين لضبط البروتوكولات والترددات اللاسلكية.
4. **الأمن والخصوصية**
   - قد يؤدي توصيل كل شيء بالشبكة إلى ثغرات أمنية إذا لم تُطبق تقنيات التشفير والحماية المناسبة.
   - حساسات الحقول قد يتم استغلالها للتجسس أو التخريب الرقمي.

3.أمثلة ودراسات حالة

1. *دراسة في إحدى المزارع الأمريكية (من "Agricultural Internet of Things and Decision Support for Smart Farming")***
   - استخدمت بروتوكول LoRaWAN لتركيب مجموعة من 50 حساس رطوبة وحرارة موزعين على مساحة 100 هكتار.
   - يتم تجميع البيانات كل 15 دقيقة في بوابة مركزية.(Gateway)
   - بعد 6 أشهر، لوحظ أن نظام الري الذكي قلل الاستهلاك المائي بنحو 30% مقارنةً بالموسم السابق، مع زيادة طفيفة (5%) في إنتاجية المحصول.
2. **الري الذكي في منطقة الشرق الأوسط**
   - وفق *Digital Agriculture*، جرى تركيب حساسات ملوحة للتربة مرتبطة بوحدة تحكم تنفّذ قرارًا بمنع الري حينما يكون مستوى ملوحة الماء مرتفعًا.
   - هذه البيانات تتكامل مع خوارزمية تنبؤية عن ملوحة المياه الجوفية.
   - ساعد الأمر في تقليل ملوحة التربة على مدى 3 سنوات وخفّض الإضرار بالمحصول.
3. **تطبيق تتبع الماشية في أستراليا**
   - وضع أطواق ذكية على الأبقار في مرعى شاسع.
   - يتم تعقّب موقع كل بقرة وقياس نشاطها.(Walking Patterns)
   - إذا وجدت بقرة في مكان محدد لا تتحرك لساعات طويلة، تصل تنبيه لصاحب المزرعة بفحص صحتها.

4.أنشطة تعليمية

1. **مهمة تحليلية (مناقشة جماعية أو واجب قصير):**
   - ادرس حالة حقل مساحته 50 هكتار، يحتوي على ثلاثة مصادر مياه (بئر عميق، قناة ري، مياه المطر). أي بروتوكول اتصال تراه مناسباً لتركيب حساسات الرطوبة؟ ولماذا؟

- ما نوع البوابة (Gateway) الذي تقترحه، وهل نحتاج Edge Computing في الحقل؟

2. **تجربة مختبرية مصغّرة (إذا أمكن):**
   - إعداد لوحة تحكم (Arduino/ESP32) موصولة بحساس رطوبة، مع وحدة اتصال (Wi-Fi أو Bluetooth) ، ثم عرض بياناته على منصة بسيطة على الحاسوب أو الهاتف.
   - يمكن للطلاب مشاهدة كيف تُرسل القيم كل دقيقة ويجري عرضها بيانياً.
3. **نقاش حول تحديات التطبيق:**
   - كيف يمكن التعامل مع مشكلة انقطاع الإنترنت في منطقة ريفية؟
   - هل هناك حاجة لتعاون بين المزارعين على إنشاء بنية تحتية مشتركة (مثلاً شراكة في البوابة أو خطوط الطاقة الشمسية)؟

5.الخاتمة

إن إدخال تقنية IoT في قطاع الزراعة فتح الباب أمام مراقبة أدق للحقل في الزمن الفعلي، واتخاذ قرارات مبنية على معطيات فورية. إلا أن تبنّيها يستلزم تكلفة مالية، بنية تحتية اتصالية، وخبرات تقنية في تركيب وصيانة هذه الأنظمة. ومع ذلك، فإن العوائد تتجلى في شكل زيادة في الإنتاجية وترشيد استخدام الموارد وحماية أفضل من التغيرات المناخية والمخاطر.

في المحاضرة المقبلة، سنتناول **الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم الآلي (ML) في الزراعة**، وكيفية استثمار البيانات التي جمعتها نظم IoT في بناء نماذج تنبؤية تشخّص الآفات وتقدّر إنتاجية المحصول.

6.المراجع المقترحة

1. **Agricultural Internet of Things and Decision Support for Smart Farming**, 2020.
2. **Digital Agriculture: An Introduction**, 2024 (SpringerBriefs in Agriculture).
3. **Advanced Technologies for Smart Agriculture**, Delve Publishing, 2020.
4. مقالات ضمن دوريات علمية *Computers and Electronics in Agriculture*, و: *Precision Agriculture*.

المحاضرة الرابعة (الأسبوع 4)

العنوان :الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلُّم الآلي (ML) في الزراعة

1.مقدمة وأهداف

1.1المقدمة العامة

برز الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلّم الآلي (ML) كحجر الأساس للكثير من التطبيقات الحديثة في شتى المجالات، والزراعة ليست استثناءً. ففي وقت تتزايد فيه الحاجة إلى اتخاذ قرارات أدقّ وأسرع، تساعدنا التقنيات الذكية على تحليل بيانات ضخمة، وبناء نماذج predictive models تستطيع التنبؤ بكمية المحصول، ومواعيد الإصابة بالآفات، أو حتى أسعار السوق. في هذه المحاضرة سنخوض في المفاهيم الأساسية للـ AIوالـML، ونتطرق إلى خوارزميات التنبؤ والتصنيف الأكثر شيوعاً في المجال الزراعي.

1.2الأهداف

1. **تعرّف أساسيات AI و :ML**النماذج والخوارزميات الأساسية) انحدارRegression ، تصنيفClassification ، شبكات عصبية.(Neural Networks
2. **اكتشاف تطبيقات AI/ML في الزراعة :**تنبؤ المحصول(Yield Prediction) ، اكتشاف أمراض النباتات بالصور.(Plant Disease Detection)
3. **معرفة آليات العمل اللازمة لنجاح مشاريع ML في الزراعة :**أهمية جودة البيانات، تقسيم البيانات للتدريب والاختبار، مشكلة.overfitting
4. **مناقشة تحديات التطبيق العملي في الحقول الزراعية :**نقص البيانات المصنفة، محدودية القوة الحسابية في المناطق الريفية، الحاجة إلى خبراء في كل من الزراعة والتقنيات.

.2المحتوى التفصيلي

2.1مفاهيم أساسية: الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي

1. **الذكاء الاصطناعي:(AI)**
   - فرع من علوم الحاسوب يهدف إلى جعل الآلة تقوم بوظائف تتطلب ذكاءً عندما يقوم بها الإنسان.
   - يتضمن عدة أفرع مثل معالجة اللغات الطبيعية(NLP) ، الرؤية الحاسوبية (Computer Vision)، الأنظمة الخبيرة(Expert Systems) ، وغيرها.
2. **التعلّم الآلي:(ML)**
   - أحد فروع AI يركز على خوارزميات تُمكِّن الحاسوب من "التعلم" من البيانات دون أن تتم برمجته بشكل صريح لحل المشكلة.
   - ينقسم إلى:
     - **تعلم خاضع للإشراف** :**(Supervised)** يُعطى النظام أمثلة مصنفة (labelled data)، مثل صور نباتات مصابة/غير مصابة.
     - **تعلم غير خاضع للإشراف** :**(Unsupervised)** لا تتوفر تصنيفات جاهزة، فيقوم باكتشاف الأنماط أو المجموعات بنفسه.
     - **تعلم مُعزز** :**(Reinforcement Learning)** يتعلم النظام من خلال التفاعل مع بيئة، ويحصل على مكافأة أو عقوبة.

2.2خوارزميات شائعة في المجال الزراعي

1. **الانحدار:Regression**

- لتوقع قيم مستمرة (مثل كمية الإنتاج بالطن/هكتار).
- أمثلة Linear Regression :أو.Polynomial Regression
- في الزراعة، نحتاج أحياناً لنماذج انحدار متعددة المتغيرات (Multivariate Regression)لأن متغيرات مثل هطول الأمطار ودرجات الحرارة والتسميد جميعها تؤثر في المحصول.

2. **التصنيف**:**Classification (Decision Trees, SVM, Random Forest)**
   - تُستخدم لكشف الأمراض وتصنيفها (مصاب/غير مصاب، أو نوع المرض).
   - مثلاً: تجمع صور لأوراق نباتات حمضيات، وتُستخدَم خوارزمية Random Forestللتمييز بين مرض اللفحة البكتيرية أو اللفحة الفطرية.
3. **الشبكات العصبية الاصطناعية (Neural Networks) والتعلم العميق (Deep Learning):**
   - الشبكات العصبية التقليدية(MLP) ، أو الشبكات الالتفافية (CNN) للصور، أو الشبكات التكرارية (RNN) لتسلسل البيانات الزمنية.
   - **CNN**:فعالة جدًا في تحليل الصور لاكتشاف بقع المرض على الأوراق.
   - **RNN**:قد تُستخدم لتحليل سلاسل زمنية في بيانات المناخ والإنتاج.

2.3تطبيقات رئيسية للـ AI/MLفي الزراعة

1. **تنبؤ إنتاجية المحصول:(Crop Yield Prediction)**
   - المدخلات: بيانات الطقس (حرارة، أمطار)، خصائص التربة، ممارسات زراعية (كمية سماد، مواعيد ري).
   - المخرجات: كمية الإنتاج المتوقعة (طن/هكتار).
   - الفائدة: التخطيط للتسويق والتخزين، واتخاذ قرارات مبكرة بشأن التعاقد مع المشترين.
2. **اكتشاف الأمراض والآفات بالصور:(Plant Disease Detection)**
   - التقاط صور الأوراق بهاتف ذكي أو كاميرا متخصصة.
   - شبكة CNN تصنف الصور إلى فئات الأمراض أو "سليم."
   - المكاسب: اكتشاف مبكر يقلل من انتشار المرض ويقلل استخدام المبيدات.
3. **التنبؤ بسلوك السوق:(Market Forecasting)**
   - تحليل تاريخ الأسعار، الطلب، الكميات المعروضة.
   - خوارزميات مثل ARIMA أو Prophet (من فيسبوك) تستخدم للتنبؤ باتجاهات الأسعار القادمة.
   - يمكن للمزارع اختيار أنسب وقت للبيع.
4. **إدارة الري والتسميد:(Irrigation and Fertilization Management)**
   - خوارزمية ML تأخذ بيانات الرطوبة الحالية وتوقعات الطقس، وتحدد الكمية المثلى من الماء لتجنب الهدر.
   - بالمثل، يمكن تقدير نقص العناصر الغذائية في التربة واقتراح التسميد المناسب.

2.4متطلبات نجاح مشاريع ML في الزراعة

1. **الحصول على بيانات كافية وعالية الجودة:**
   - البيانات يجب أن تكون ممثلة لكل المتغيرات الممكنة.
   - بيانات ناقصة أو غير صحيحة تؤدي إلى نماذج مضللة.
2. **عمليات المعالجة المسبقة:(Data Preprocessing)**
   - تنظيف البيانات من القيم الناقصة (Missing Values) أو الشاذة.(Outliers)
   - توحيد الوحدات (مثلاً درجة الحرارة بالسيليزية في كل السجلات).
3. **تقسيم البيانات للتدريب والاختبار:**
   - عادةً: 70% للتدريب، 15% للتحقق(Validation) ، 15% للاختبار.
   - يضمن عدم تدريب النموذج على جميع البيانات وتقييمه على بيانات "مألوفة."
4. **الحاجة للخبرة الزراعية:**
   - المهندس الزراعي والخبير بالمحاصيل يعرف المتغيرات المهمة والمعقولة.
   - بدونه، قد يُخطئ عالم البيانات باعتماد متغيرات عديمة التأثير.
5. **التحديات التقنية والبيئية:**
   - انقطاع الإنترنت في الحقول، ضعف المصادر الحاسوبية، التباين الشديد في الظروف المناخية.

3.أمثلة ودراسات حالة

1. **مشروع "DeepAgro" في أمريكا اللاتينية**)مذكور في *Application of Machine Learning in Agriculture, 2022*):
   - تُجمع آلاف الصور لأوراق فول الصويا، بعضها مُصاب بفطريات صدأ الأوراق.
   - استخدمت CNN لكشف الإصابة بدقة 90% قبل ظهور الأعراض الواضحة للعين المجردة.
   - قلّل الخسائر بنسبة 20% في الموسم الأول.
2. **تنبؤ إنتاج الحنطة في إحدى دول آسيا**)بحسب :(*Agricultural Informatics, 2021*
   - نموذج انحدار متعدد يستخدم: تساقط الأمطار، التربة(N,P,K) ، درجات الحرارة الشهرية.
   - توصّل لدقة تنبؤ 85% في الموسم الأول، ثم تحسّنت الدقة عند جمع بيانات مواسم أكثر.
3. **تحليل السوق لمحصول البطاطس في أوروبا**:
   - تستخدم خوارزميات مثل ARIMA في سلسلة زمنية لأسعار 10 سنوات.
   - استنتجت أنه عادةً ما يكون السعر في ارتفاع في شهر معين من العام؛ ما سمح للمزارعين بتأجيل الحصاد قليلاً في بعض المناطق لزيادة الربحية.

4.أنشطة تعليمية

1. **تطبيق مختبري**:
   - إذا كانت الإمكانيات متاحة، يتم جمع مجموعة بسيطة من البيانات (20-30 سجل) عن محصول ما) مثلاً (Rainfall, Temperature, Fertilizer, Yield :في ملف.CSV
   - يتم استخدام) Python بمكتبة (scikit-learn لعمل نموذج انحدار خطي، وتقييم الدقة.
   - يلاحظ الطلاب كيف تتغير الدقة بتغيير نسب التدريب/الاختبار.
2. **مناقشة صفية:**
   - ما الصعوبات لو أردنا بناء نظام يكشف مرض "اللفحة المبكرة" في الطماطم عبر صور الهاتف؟
   - كيف نجمع البيانات المصنفة؟ هل نحصل على مختبر زراعي لتوثيق الحالات؟
3. **حلقات نقاش:**
   - أثر "Overfitting" حينما يتعلم النموذج تفاصيل عشوائية من البيانات ولا يعمم على حالات جديدة.
   - ضرورة التحقق بواسطة.Cross-Validation

.5الخاتمة

يلعب الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي دورًا محوريًا في "المزرعة الرقمية" أو الزراعة الذكية. عبر نماذجML ، يمكن للزراعة الاستفادة من بيانات حساسات IoT وصور الأقمار الصناعية لتحقيق تنبؤات مبكرة ودقيقة حول الإنتاج والأمراض والأسعار. لكن النجاح يتطلب بيانات وفيرة ونظيفة، وتعاونًا وثيقًا بين خبراء التقنية والزراعة. في المحاضرة القادمة، سنستكشف **نظم دعم اتخاذ القرار** (DSS)التي توظف هذه النماذج والقواعد المعرفية لإصدار توصيات فورية إلى المزارع.

.6المراجع المقترحة

1. **Application of Machine Learning in Agriculture (2022).**
2. **Agricultural Informatics: Automation Using the IoT and Machine Learning (2021).**
3. *"Digital Agriculture: An Introduction"* (2024).
4. مقالات من مجلات *Computers and Electronics in Agriculture*, *Precision Agriculture*.

المحاضرة الخامسة (الأسبوع 5)
العنوان :نظم دعم اتخاذ القرار (DSS) في الزراعة

1.مقدمة وأهداف

1.1المقدمة

بعد أن تعرفنا على كيفية جمع البيانات وتحليلها) عبر IoT و(ML، تظهر **نظم دعم اتخاذ القرار** (Decision Support Systems, DSS)كأداة تسمح بدمج كل تلك المعلومات والنماذج في منصة واحدة تُصدر توصيات زراعية. تتسع تطبيقات DSS في الزراعة لتشمل الري، التسميد، المكافحة المتكاملة للآفات، وحتى إدارة العمالة والموارد. هذه المحاضرة ستركّز على مكونات DSS، كيف تُصمّم، وما حالات استخدامها في الميدان.

1.2الأهداف

1. **فهم مكونات :DSS** قاعدة بيانات(Database) ، قاعدة نماذج(Model Base) ، واجهة مستخدم.(User Interface)
2. **معرفة أمثلة تطبيقية :**مثل DSS للري، DSSلمكافحة الآفات.
3. **التعرف على تكامل DSS مع تقنيات أخرى IoT :**لجمع البيانات، MLلتحليلها.
4. **إدراك تحديات تبني DSS في المناطق الريفية :**مقاومة التغيير، نقص التدريب، التكلفة.

2.المحتوى التفصيلي

2.1ما هوDSS ؟

- **تعريف** :هو نظام معلوماتي تفاعلي يدمج البيانات والنماذج التحليلية والخبرات، بغرض تقديم مشورة أو خيارات أو توصيات لمساعدة متخذي القرار.
- **مكوناته**:
  - **قاعدة بيانات** :تحتوي على كل البيانات الضرورية (المناخ، التربة، المحصول، الحالة الاقتصادية...).
  - **قاعدة نماذج** :نماذج رياضيّة أو خوارزميات) ML مثلًا: نموذج الري حسب الرطوبة.(
  - **واجهة المستخدم** :حيث يتفاعل المزارع أو الخبير مع النظام، يُدخل بعض المعلومات ويحصل على توصيات.

2.2أمثلة DSS الشهيرة في الزراعة

1. **DSSللري**
   - يقيس رطوبة التربة وبيانات التبخّر - النتح(ET) ، ويتوقع حاجة النباتات للماء.
   - يطبق معادلة (مثلاً معادلة بينمان - مونتيث) بالتكامل مع بيانات الحقل.
   - يتكون مخرجه من: "ابدأ الري غدًا عند الفجر لمدة ساعتين" مثلًا.
2. **DSSلمكافحة الآفات**
   - يأخذ بيانات درجات الحرارة والرطوبة وتاريخ ظهور آفة في المواسم السابقة.

- يحسب مؤشر الخطورة.(Risk Index)
- عندما يتخطى المؤشر حدًا معينًا، يوصي برش مبيد محدد بالجرعة الموصى بها.

3. **DSSلاختيار أصناف بذور**
   - عوامل المدخل: معلومات عن التربة(pH, N, P, K) ، تاريخ المناخ في المنطقة، الهدف (مثلاً: أصناف مبكرة النضج).
   - قاعدة نماذج: معرفة خبراء، نتائج أبحاث.
   - النتيجة: اقتراح 2-3 أصناف مناسبة، مرفقًا ببيانات حول مقاومتها للأمراض.

2.3أمثلة عملية على أرض الواقع

- **CropDecision**في البرازيل (مذكور في (*Improving Data Management…*
  - يجمع بيانات بيئية (طقس، تربة) + بيانات اقتصادية (تكلفة الأسمدة، أسعار السوق).
  - يخرج بتوصيات شاملة: أي محصول تُفضل زراعته؟ وما جدوى ذلك اقتصاديًا؟
  - أسهم في زيادة دخل المزارعين بنسبة 15-20.%
- **نظام في إحدى دول آسيا**)من *Agricultural Internet of Things and Decision Support for Smart Farming*)
  - يدمج قراءات حساسات رطوبة مع خرائط استشعار عن بعد؛ DSS يحلل أين تُوجد أعشاب ضارة بكثافة عالية في الحقل.
  - يخرج بتوجيه حول الرش الموضعي لتلك المناطق بدلاً من رش الحقل كاملًا.

2.4كيف يتكامل DSS مع التقنيات الأخرى؟

1. **التكامل مع:IoT**
   - البيانات تأتي لحظياً من حساسات التربة أو الطقس.
   - يتم تحديث DSS باستمرار بآخر القراءات، ما يجعل التوصيات ديناميكية.
2. **التكامل مع:ML**
   - DSSقد يحتوي خوارزميات تعلم آلي تُحدّث نفسها تبعًا لنتائج المواسم السابقة.
   - كلما زاد توافر البيانات (ويتم التحقق من نتائج التوصيات)، تحسّنت دقة.DSS
3. **التكامل مع الحوسبة السحابية:(Cloud)**
   - تخزين وتحليل كميات كبيرة من البيانات؛ يتيح للمزارع الوصول إلى DSS عبر تطبيق ويب أو هاتف.

2.5تحديات تبني DSS في المزارع

1. **الكلفة والتدريب:**
   - قد يحتاج DSS إلى تراخيص برمجية أو خبراء لتركيبه.
   - يجب تدريب المزارعين على استخدام الواجهة وعلى تفسير التوصيات.
2. **موثوقية البيانات:**
   - إذا كانت البيانات الواردة من الحساسات ناقصة أو خاطئة، سيعطي DSS توصيات مضللة.

- ينبغي التأكد من ضبط جودة البيانات.(Data Quality Control)

3. **قبول المزارعين للتكنولوجيا:**
   - بعضهم قد يتردد في الثقة بالتوصيات الحاسوبية بدلاً من خبرته الشخصية.
   - إثبات نجاح DSS في حالات حقيقية يشجّع الآخرين على استخدامه.

3.أمثلة ودراسات حالة

1. **مزرعة ري أشجار الزيتون في جنوب إسبانيا**
   - DSSيرصد بيانات الطقس والتبخر، ويوصي بعدد ساعات الري.
   - وفر 25% من المياه مع ثبات الإنتاج.
   - المزارعون اعتادوا الري يوميًا، لكن DSS بيّن ضرورة الري كل يومين فقط وفق الظروف.
2. **نظام مكافح لذبابة الفاكهة** (Mediterranean fruit fly)
   - في بعض البلاد المتوسطية، تُلتقط بيانات درجات الحرارة والرطوبة ووقوع الإصابات بالفترة السابقة.
   - DSSيُنتج إنذارًا مبكرًا قبل انفجار أعداد الحشرات، ما يمكّن من تدخل مبيدات محدودة موضعياً.

4.أنشطة تعليمية

1. **تصميم DSS مصغّر (نشاط مختبري):**
   - باستخدام Excel أو أداة برمجية بسيطة، يضيف الأستاذ بيانات يومية (حرارة، رطوبة، رطوبة تربة).
   - يضع قواعد IF-THEN لتحديد ما إذا كان ينبغي الري غداً أم لا.
   - يشاهد الطلاب كيف يمكن تحديث القرارات عند تغيّر البيانات.
2. **مناقشة:**
   - لو طُلب منكم تصميم DSS لمكافحة الأعشاب الضارة في حقول القمح، فما المعطيات التي قد تحتاجونها؟ وكيف سيُبنى النموذج؟

5.الخاتمة

تمثل DSS حلقة مهمة في سلسلة التحوّل الرقمي الزراعي؛ فهي الطبقة التي تتفاعل مباشرة مع المستخدم (المزارع) لتُترجم البيانات والنماذج إلى قرارات موثوقة وقابلة للتنفيذ. ومع تطوّر تقنيات IoTوالذكاء الاصطناعي، تصبح DSS أكثر دقة وديناميكية. في المحاضرة المقبلة (السادسة)، سنتطرق إلى استخدام **الطائرات بدون طيار (Drones)** في الزراعة وتطبيقاتها في التصوير الجوي والرش ومراقبة المحاصيل.

6.المراجع المقترحة

1. **Improving Data Management and Decision Support Systems in Agriculture (2020).**
2. **Agricultural Internet of Things and Decision Support for Smart Farming (2020).**
3. **Digital Agriculture: An Introduction (2024).**
4. دراسات في *Computers and Electronics in Agriculture*:

المحاضرة السادسة (الأسبوع 6)
العنوان :الطائرات بدون طيار (Drones) في الزراعة

1.مقدمة وأهداف

1.1المقدمة

من أبرز التطورات في قطاع الزراعة الحديثة هو إدخال **الطائرات بدون طيار** (Drones) لأغراض متعددة، مثل رسم خرائط الحقول بدقة عالية، وتحليل صحة النباتات بالصورة الطيفية، وحتى عمليات الرش. إن توافر Drones بسعر معقول نسبياً وبتقنيات تصوير متقدمةRGB) ، طيفيmultispectral ، حراري (thermal جعلها أداة قوية للمزارع الذكي. تهدف هذه المحاضرة إلى استكشاف آلية عمل الطائرات بدون طيار، واستخداماتها وأنواعها والتحديات المرتبطة بها.

1.2الأهداف

1. **التعرف على مكونات الطائرة بدون طيار :**الهيكل، المحركات، البطارية، أنظمة الملاحة (GPS/IMU)، أنواع الكاميرات.
2. **فهم تطبيقات Drones في الزراعة :**المسح الجوي، الرش، تحليل المؤشرات الطيفية (NDVI).
3. **أمثلة واقعية** :تقليل الأسمدة والمبيدات، اكتشاف أمراض، مراقبة نمو المحصول.
4. **تقييم التحديات :**عمر البطارية، قيود التشريعات الجوية، التكلفة.

2.المحتوى التفصيلي

2.1البنية التقنية للطائرات بدون طيار

1. **الهيكل:(Frame)**
   - قد يكون متعدد المراوح (Multicopter) مثل رباعي المراوح (Quadcopter) أو سداسي(Hexacopter) ، أو ثابت الجناح.(Fixed-wing)
   - متعدد المراوح يوفر ثباتاً أكبر وسهولة الإقلاع والهبوط عمودياً، لكن مدة الطيران غالبًا أقل.
2. **أنظمة الملاحة:Navigation Systems**
   - GPSلتحديد الموقع مع دقة تتراوح بين متر و10 سنتيمترات) في حال-RTK GPS).
   - وحدة قياس القصور الذاتي (IMU) تقيس التسارع والدوران.
   - مقياس الارتفاع (Altimeter) إن لزم.
3. **أنظمة التصوير والكاميرات:**
   - :**RGB**كاميرا عادية، مفيدة للصور المرئية.
   - :**Multispectral**تلتقط نطاقات ضوئية مختلفة (أحمر، أخضر، قريب من الأشعة تحت الحمراء). تُحسب منها مؤشرات مثل.NDVI

- **Thermal**: تقيس الانبعاث الحراري من النباتات أو التربة، قد تكشف مناطق الجفاف أو الحشرات.

4. **نظام التحكم عن بعد (Remote Controller)** أو قد تكون **مستقلة** ببرمجة مسار الطيران.(Flight Plan)

2.2تطبيقات الطائرات بدون طيار في الزراعة

1. **المسح الجوي(Mapping/Surveying)**
   - تُحلق على ارتفاع مئات الأمتار وتلتقط صورًا متداخلة.
   - باستخدام برامج توليف الصور(Photogrammetry) ، يمكن تكوين خريطة ثلاثية الأبعاد للحقول.
   - تُظهر فروق الارتفاعات، مناطق النبات الكثيف مقابل النبات الضعيف.
2. **تحليل صحة المحصول**
   - كاميرات طيفية تحسب NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).
   - كلما ارتفعت قيمة NDVI دل ذلك على صحة نباتية أفضل.
   - تُحدد المناطق "المجهدة" ليتم فحصها ميدانياً أو تسميدها إضافيًا.
3. **الرش الجوي(Spraying Drones)**
   - بعض Drones مُجهزة بخزان صغير وفوّهات للرش.
   - تُنفذ الرش الموضعي للأعشاب الضارة أو المبيدات الحشرية في البقع المصابة.
   - توفر في الكميات المستخدمة وتحمي البيئة من الرش العشوائي.
4. **مراقبة المواشي**
   - في بعض التطبيقات، تستخدم طائرات بدون طيار حرارية لتحديد موقع الماشية في الليل أو في مناطق شاسعة.
   - تسرّع عمليات البحث عن حيوان تائه أو مريض.

2.3الأمثلة العملية

1. **"Drone-based Crop Monitoring"** (مذكور في *Digital Agriculture: An Introduction*):
   - تجربة في حقل الأرز، حيث أُنشئت خرائط NDVI كل أسبوعين.
   - أظهرت مناطق معاناة من نقص النيتروجين، مما ساعد في توجيه الأسمدة بدقة وتقليل الهدر 20.%
2. **مشروع في مزارع كروم العنب في فرنسا**)وفق *Agricultural Drones: A Peaceful Pursuit*):
   - تصوير حراري يكشف مناطق جفاف مبكر.
   - أعطت إنذارًا مبكرًا قبل ظهور آثار ذبول على النباتات.
   - حسّنت جودة العنب وقللت احتياج الري في مناطق أخرى.

2.4التحديات

1. **عمر البطارية**
   - كثير من الـ Dronesالتجارية تحلق 20-30 دقيقة فقط. إذا كانت مساحة الحقل كبيرة، يتطلب الأمر شحنًا متكررًا أو عدة بطاريات احتياط.
2. **الحجم المحدود للخزان في حال الرش**
   - Dronesالرش تستطيع حمل كميات محدودة من المبيدات، ما يحتم إعادة التعبئة عدة مرات.
3. **التشريعات الجوية**
   - بعض الدول تفرض قيودًا: عدم التحليق فوق مناطق سكنية، أو تحديد أقصى ارتفاع للطيران.
   - يجب الحصول على تصاريح لاستخدامها لأغراض تجارية.
4. **الكلفة والتدريب**
   - رغم تناقص الأسعار، تبقى تكلفة الـ Dronesالاحترافية وأجهزة الاستشعار عالية.
   - ضرورة توفر فرد مدرّب للتحكم والطيران وصيانة المعدات.

3.أمثلة ودراسات حالة

1. **دراسة حالة في الحقول الواسعة (أمريكا اللاتينية)**
   - استخدمت Drones ثابتة الجناح (Fixed-wing) لمسح حقل مساحته 1000 هكتار بسرعة، مع أقل من ساعة طيران.
   - جمعت الصور وتم عمل خريطة NDVI شاملة.
   - النتائج: اكتشاف منطقة مصابة ببقع مرضية مبكراً.
2. **استخدام الرش بالطائرات المسيرة في آسيا**
   - توفر هذه التقنية 30% من وقت الرش مقارنة بالرش اليدوي، مع تقليل تعرض العمال للمبيدات.
   - لكن يحتاج الأمر تدريبًا خاصًا لتفادي رش المزروعات المجاورة أو المناطق المائية.

4.أنشطة تعليمية

1. **عرض فيديو (إن أمكن):**
   - مشاهدة مقطع لطائرة بدون طيار تُقلع وتمسح الحقل، ثم عرض طريقة معالجة الصور وحساب.NDVI
2. **ورشة تصميم مسار طيران (Flight Planning) نظرياً:**
   - يختار الطلبة قطعة أرض (5 هكتارات مثلاً)، ويحدّدون ارتفاع الطيران والتداخل بين الصور .(Overlap) كيف يضمنون التغطية الكاملة؟
3. **مناقشة:**
   - ما الصعوبات في إدخال الـ Droneفي منطقة بها أشجار طويلة؟ كيف يمكن معالجة مشكلة الاصطدام؟

5. الخاتمة

تعتمد ثورة الزراعة الحديثة بشكل كبير على التصوير الجوي وتحليل البيانات الطيفية، ودخلت الطائرات بدون طيار في قلب هذه المنظومة لكونها ميسورة الكلفة ومرنة. في المحاضرات القادمة، سنبحث في كيفية استخدام هذه البيانات الملتقطة من الطائرات بدون طيار—إضافة لبيانات أخرى—في **تحليلات البيانات الضخمة** وتطبيقها في اكتشاف الآفات ومراقبة جودة الأغذية.

6. المراجع المقترحة

1. **Agricultural Drones: A Peaceful Pursuit (K.R. Krishna).**
2. **Digital Agriculture: An Introduction (2024).**
3. *Advanced Technologies for Smart Agriculture* (Delve Publishing, 2020).

المحاضرة السابعة (الأسبوع 7)
العنوان: تحليل البيانات الضخمة (Big Data) في الزراعة والكشف المبكر عن الآفات والأمراض

1.مقدمة وأهداف

1.1مقدمة عامة

البيانات الضخمة (Big Data) لم تعد حكرًا على قطاعات التكنولوجيا فحسب، بل دخلت بقوة في القطاع الزراعي. اليوم، تتولّد بيانات هائلة من مصادر شتى مثل: الأقمار الصناعية، طائرات بدون طيار، مستشعرات إنترنت الأشياء(IoT) ، السجلات الميدانية، وحتى من تفاعلات الأسواق الإلكترونية. تكمن أهمية هذه البيانات في إمكانية تحليلها واستنباط أنماط وتوجهات تدعم القرارات الزراعية: من توقيت الحصاد إلى اكتشاف الآفات في مراحلها الأولى.

في هذه المحاضرة، نتطرق بشكل خاص إلى **كيف نستفيد من البيانات الضخمة في الكشف المبكر عن الآفات والأمراض** .إذ يمكن من خلال سلاسل زمنية طويلة لدرجات الحرارة والرطوبة أو نماذج التعلم العميق على صور محاصيل، التنبؤ بموسم تفشي آفة معيّنة أو تشخيص المرض قبل أن يستفحل.

1.2الأهداف

1. **التعرف على مفاهيم البيانات الضخمة (Volume, Variety, Velocity, Veracity) في الزراعة.**
2. **استكشاف المنصات والأدوات** :مثل Hadoop و Sparkوكيفية توظيفها في تحليل البيانات الزراعية.
3. **معرفة استخدام البيانات الضخمة في الكشف المبكر عن الأمراض والآفات** :عبر تحليل الأنماط المناخية أو المؤشرات الطيفية أو نماذج التعلم الآلي.
4. **التعرض لأمثلة عملية** :مشاريع دولية استخدمت Big Data لتحسين إنتاجية المحاصيل وتقليل الخسائر من الأمراض.

2.المحتوى التفصيلي

2.1ما هي البيانات الضخمة (Big Data) في السياق الزراعي؟

1. **حجم :(Volume)** قد يكون لدينا ملايين القراءات اليومية من الحساسات موزّعة على مئات الهكتارات.
2. **تنوع :(Variety)** نصوص، صور أقمار صناعية، صور طائرات بدون طيار، بيانات طقس لحظي، سجلات اقتصادية...
3. **سرعة :(Velocity)** بعض الحساسات ترسل قيماً كل دقيقة، أو كل ثانية في بعض الأنظمة، ما ينتج تدفّقًا كبيرًا للبيانات.
4. **مصداقية :(Veracity)** تحتاج بيانات المزارع إلى التحقق والتنظيف، إذ قد تحدث أخطاء في القياس أو انقطاع في الاتصال.

2.2أدوات تحليل البيانات الضخمة في الزراعة

1. **Hadoop Ecosystem**:
   - HDFSلتخزين البيانات الموزعة.
   - MapReduceلمعالجة البيانات الكبيرة على شكل مهام موزعة.
2. **Apache Spark**:
   - يمكن تشغيله فوق HDFS.
   - يتيح تحليل سلاسل زمنية كبيرة، أو دمج مع) MLlib مكتبة تعلم الآلي.(
3. **NoSQL Databases**: MongoDB, Cassandra لتخزين بيانات شبه منظمة) مثل JSON(من الحساسات.

2.3آليات الكشف المبكر عن الآفات والأمراض باستخدامBig Data

1. **البيانات المناخية والسجلات التاريخية**:
   - عند تتبّع درجات الحرارة والرطوبة على مدى سنوات عدة ومقارنتها بتاريخ ظهور الآفات، يمكن بناء نماذج تنبؤية (مثلاً: "في حال كانت درجة الحرارة الشهرية أعلى من 25مْ ورطوبة 80% <، فإن احتمالية تفشي مرض فطري عالي.("
   - خوارزميات مثل Random Forest أو RNN تدرس سلسلة زمنية وتتنبأ بفترة التفشي القادم.
2. **الصور الطيفية**:**(Multispectral)**
   - تُحلل صور الأقمار الصناعية أو طائرات بدون طيار لاستخراج مؤشرات (NDVI, EVI).
   - أي انحراف سريع في قيم NDVI بمناطق محددة قد يشير إلى إصابة مرضية ناشئة أو نقص عناصر غذائية.
3. **تحليل النصوص**:**(Text Mining)**
   - يمكن جمع بيانات التقارير الميدانية من مهندسي الإرشاد الزراعي أو المزارعين كرسائل نصية.
   - عبر خوارزمياتText Mining ، نكتشف إشارات مبكرة حول زيادة شكاوى الآفات بمنطقة ما.

2.4أمثلة عملية

1. **نظام الكشف المبكر عن آفة الجراد**:
   -)مشار إليه في (*Application of Machine Learning in Agriculture*، حيث جُمعت بيانات الرياح والهطول ودرجات الحرارة لعقود.
   - عند توفر نمط مناخي معيّن، يعطي النظام إنذارًا مبكرًا للجهات المعنية.
   - سمح ذلك بالتحرك الاستباقي ورش المبيدات في البؤر قبل تكاثر الجراد.
2. **مشروع للكشف عن اللفحة المتأخرة في البطاطس**:
   - تحليل مزيج من صور الأقمار الصناعية (Sentinel-2) وبيانات الطقس عبر Spark.

- تبين أن "فترة حرارة معتدلة ورطوبة عالية لمدة 3 أيام متتالية" ترتبط ببداية انتشار اللفحة.
- يرسل النظام تنبيهًا للمزارع كي يتحقق من الحقل أو يرش بشكل استباقي.

2.5مراحل تطوير نظام الكشف المبكر

1. **جمع البيانات** :من حساسات، أقمار صناعية، سجلات تاريخية...
2. **تخزينها في بيئة موزعة**)سيرفرات Hadoop أو.(Spark
3. **التنظيف والتنقيح** :إزالة القيم الشاذة أو الناقصة.
4. **اختيار خوارزمية مناسبة**)مثلRandom Forest ، أو (...RNN للتنبؤ أو التصنيف.
5. **التحقق والتقييم** :باستخدام بيانات مواسم سابقة.
6. **نشر النظام** :تمكينه من إرسال تنبيهات للمزارع عبر تطبيق جوال أو لوحة تحكم.

2.6تحديات تطبيق Big Data في الكشف المبكر

- **التكاليف** :إنشاء بنية تحتية لمعالجة Big Data قد يكون مكلفاً، خصوصًا في الدول النامية.
- **ندرة الخبراء** :قد لا يتوفر متخصصون في البيانات الكبيرة في المناطق الريفية.
- **نقص بيانات مصنفة** :لتدريب النماذج الذكية بكفاءة، يلزم بيانات كافية وموثوقة.
- **ضبط الجودة** :ضمان دقة البيانات (Quality Assurance) يتطلب عمليات تدقيق مستمرة.

.3أمثلة ودراسات حالة

1. **Case Study** – (*Improving Data Management and Decision Support in Agriculture, 2020*):
   - منصة ضخمة في البرازيل تجمع بيانات 20 ألف مزرعة.
   - حلّل الفريق حجم الأمطار في الفترة من 2010–2020، وارتباطها بظهور آفة الصدأ (Rust) في الصويا.
   - النتيجة: تطوير نموذج تنبؤي بدقة 85% حول توقيت التفشي. ساعد في خفض الخسائر بحوالي 30.%
2.) – **Case Study**آسيا(
   - جمعت منظمة زراعية حكومية بيانات من طائرات بدون طيار حول لون أوراق الأرز.
   - باستخدام خوارزمية K-means (تعلم غير خاضع للإشراف)، تم تقسيم الحقل لمناطق مختلفة باستجابة مختلفة للآفات.
   - تم رش البقع الحرجة فقط بمبيد خاص.

.4أنشطة تعليمية

1. **تمرين مختبري**)إن أمكن بالصف/المعمل:(

- أعدّ ملفاً صغيراً (20–30 سجلاً) يحوي: تاريخ، درجة حرارة، رطوبة، إصابة أو لا.(1/0)
- اطلب من الطلبة تطبيق خوارزمية تصنيف (Decision Tree) بسيطة في Python/Rلتنبؤ الإصابة بناءً على الطقس.
- قارن دقة النموذج.

2. **مناقشة:**
   - كيف تُدار البيانات عند انقطاع الإنترنت؟ هل يتم التخزين المؤقت ثم الإرسال حين عودة الشبكة؟
   - ما العوائق الثقافية التي قد تمنع المزارعين من مشاركة بياناتهم؟
3. **مشروع مقترح:**
   - تصميم آلية لجمع بيانات أساسية (حرارة، رطوبة) من منطقة ما. كيفية تخزين هذه البيانات وتطبيق خوارزمية مبسطة للتنبؤ بظهور آفة.

5.الخاتمة

إن "Big Data" في الزراعة ليست مجرد كلمة رنانة، بل واقع ضروري لإدارة الموارد الشحيحة ومكافحة الآفات بكفاءة أعلى. الكشف المبكر عن الآفات والأمراض يمكن أن يحدث فرقًا جوهريًا في الإنتاجية والجودة. ومع تطور تقنيات التخزين والحوسبة الموزعة، تصبح إدارة هذه البيانات الضخمة ممكنة أكثر من أي وقت مضى، ولكن تبقى هناك حاجة للبيئة الداعمة والبنية التحتية والكوادر المؤهلة.

6.المراجع المقترحة

1. **Improving Data Management and Decision Support Systems in Agriculture** (Burleigh Dodds, 2020).
2. **Application of Machine Learning in Agriculture** (2022).
3. **Agricultural Informatics: Automation Using the IoT and Machine Learning** (2021).
4. مقالات من المجلة العلمية *Computers and Electronics in Agriculture* بشأن Big Data Analytics in Pest Management.

المحاضرة الثامنة (الأسبوع 8)
العنوان: نظم تتبع جودة وسلامة الأغذية (Food Traceability) في الزراعة

---

1. مقدمة وأهداف

1.1 المقدمة

مع ازدياد وعي المستهلكين بسلامة الغذاء وجودته، أصبح تتبع سلسلة الإمداد (Supply Chain) أمرًا بالغ الأهمية. تُعرّف نظم التتبع الغذائي بأنها القدرة على تتبع المنتج الزراعي من المزرعة حتى يصل إلى المستهلك النهائي، ويشمل ذلك كل المراحل (زراعة، حصاد، تعبئة، تخزين، نقل). هذه المحاضرة تسلط الضوء على **أهمية نظم التتبع**، التقنيات المستخدمة) مثل RFID و(Blockchain، والأمثلة التطبيقية التي تُبرز كيف تخفض هذه النظم من الغش والتلوث الغذائي.

1.2 الأهداف

1. **معرفة مفاهيم "من المزرعة إلى المائدة "**وأهميتها في سلامة الغذاء.
2. **تعرّف على التقنيات المستخدمة في نظم التتبع** :الباركود، RFID، الحوسبة السحابية، Blockchain.
3. **استكشاف أمثلة عملية** من العالم حول تطبيق هذه النظم ونتائجها.
4. **نقاش التحديات والتكاليف** :كيف نطبّق التتبع في المناطق الريفية؟ وهل المزارع مستعد لدفع التكلفة؟

---

2. المحتوى التفصيلي

2.1 مفهوم نظم التتبع الغذائي

- **التعريف** :القدرة على جمع وتوثيق معلومات عن المنتج في كل مراحل السلسلة الغذائية، بما يشمل مصدره ومكان ومتى وكيف نُقل وخُزن.
- **الدوافع**:

1. **سلامة المستهلك** :في حال اكتُشف تلوث أو بكتيريا ضارة، يمكن سحب المنتجات المحددة بدقة من الأسواق.
2. **سمعة العلامة التجارية** :العلامات التجارية الرفيعة تضمن لعملائها أن المنتج أصيل وآمن.
3. **المتطلبات الحكومية** :بعض الدول تفرض قوانين صارمة لجودة الأغذية (مثل الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة).

2.2 التقنيات المستخدمة

1. **الباركود (Barcode) والـQR Code**
   - يمكن طباعة الكود على كل عبوة أو صناديق التعبئة.
   - عند المسح، تظهر معلومات أساسية (اسم المنتج، تاريخ التعبئة...).
   - غير متصل بالإنترنت (Offline) عادة، ويعتمد على قاعدة بيانات يتم تحديثها.
2. **التعريف بموجات الراديو(RFID)**

- شريحة صغيرة توضع على المنتج أو العبوة، يمكن قراءتها لاسلكيًا.
- تسمح بتحديد المنتجات دون الحاجة لخط نظر مباشر.(Unlike Barcode)
- قد تكون أكثر تكلفة. مفيدة في عمليات الفرز السريعة.

3. **بلوك تشين(Blockchain)**

- نظام لدفتر حسابات موزع(Distributed Ledger) ، تتم فيه كتابة "المعاملات" أو "الأحداث" على سلسلة كتلية.
- يضمن عدم قابلية التعديل (Immutability) تقريبًا، ما يُعزز الثقة في البيانات.
- تُسجّل كل خطوة: "المزرعة A حصدت الطماطم بتاريخ كذا؛ نُقلت لشركة B في يوم كذا؛ تم تعبئتها... إلخ."
- أمثلةIBM Food Trust :، AgriDigital.

4. **السحابة(Cloud)**

- تُستخدم لتخزين بيانات التتبع وتبادلها بين الأطراف.
- توفير واجهة ويب أو تطبيقات للزبائن للتحقق من مصدر المنتج.

2.3أمثلة عملية

1. **IBM Food Trust**

- منصة بلوك تشين عالمية، تُشارك فيها شركات أغذية كبرى) مثل.(Walmart
- تسمح بتتبع الخس مثلاً من المزرعة حتى رف المتجر.
- إذا تم اكتشاف تلوث، يتم حصر المنتجات المصابة في دقائق بدلًا من أسابيع.

2. **AgriMarketplace**

- منصة إلكترونية تربط المزارعين مباشرةً مع المشترين، مع وجود خاصية تتبع لسلسلة الإمداد.
- تساعد على توثيق معلومات جودة المحصول.

3. **مشروع RFID في مزارع أسترالية**

- تُوضع شرائح RFID على صناديق الفاكهة منذ الحصاد.
- عند وصولها لوحدة التعبئة، يتم قراءتها أوتوماتيكيًا، ما يقلل الأخطاء اليدوية ويعطي تقارير فورية حول الكميات.

2.4الفوائد

- **الاكتشاف السريع للمشكلات الصحية** :يمكن عزل المنتجات المشتبه فيها بسرعة دون إتلاف كامل الشحنة.
- **الشفافية** :المستهلك قد يمسح الرمز (QR) بهاتفه ويرى معلومات عن المزرعة وعمليات الرش.
- **تخفيض الهدر** :عندما تُسحب منتجات، يتم ذلك على مجموعة محددة بدل رمي كل المخزون.

2.5التحديات

- **التكاليف** :وضع نظام تتبع شامل يتطلب أجهزة ومعدات) مثل ماسحات RFID أو بلوك تشين.(
- **الوعي والتدريب** :المزارعون بحاجة لفهم كيفية إدخال البيانات، والتأكد من دقتها.
- **التوافق مع المعايير** :قد تتعدد المعايير الوطنية والدولية. يجب اختيار نظام مقبول عالميًا.

3.أمثلة ودراسات حالة

1. **Case: Walmartوبلوك تشين**
   - بدأت Walmart بفرض نظام بلوك تشين على موردي الخضروات الورقية بعد حوادث تلوث بالسالمونيلا.
   - زمن تتبع مصدر التلوث انخفض من أسبوع إلى ثوان معدودة. (مذكور في دراسات .(*Digital Agriculture*
2. **Case:دراسة منظمة الأغذية والزراعة (FAO) في فيتنام**
   - تبنّي نظام تتبع للدواجن والحبوب عبر بطاقات.RFID
   - انخفض الغش في الدواجن وحسّن جودة الصادرات.

4.أنشطة تعليمية

1. **تمرين تصميم بسيط:**
   - يطلب من الطلبة رسم مخطط لسلسلة التوريد لمحصول طماطم (من المزرعة <- التعبئة <- النقل <- السوق.(
   - تحديد بأي مرحلة سيتم وضع Barcode أوRFID ، وما المعلومات التي تُسجل؟
2. **مناقشة:**
   - هل تستخدم تكنولوجيا بلوك تشين معقولة التكلفة للمزارعين الصغار؟
   - كيف يمكن للمستهلك التحقق من صحتها؟ هل يحتاج تطبيق متخصص؟

5.الخاتمة

تتبع جودة وسلامة الأغذية بات شرطاً أساسياً في الأسواق العالمية. تبنّي نظم التتبع الرقمي لا يحمي فقط المستهلك من الأخطار، بل يحافظ على سمعة المزارع والمنتج. التقنيات مثل RFID والـ Blockchainتقدم حلولاً متينة، وإن كانت تتطلب بنية تحتية وتعاون بين كل الأطراف في السلسلة.

في المحاضرة المقبلة (التاسعة)، سنتناول **تطبيقات الهواتف المحمولة** في الإرشاد الزراعي وكيف ساعدت في توفير المعلومات والاستشارات للمزارعين في كل وقت.

6.المراجع المقترحة

1. **Digital Agriculture: An Introduction**, 2024.

2. **Agricultural Informatics: Automation Using the IoT and Machine Learning**, 2021.
3. دراسات "IBM Food Trust" و "WalMart Blockchain Initiatives" مذكورة في *Computers and Electronics in Agriculture*.

المحاضرة التاسعة (الأسبوع 9)
العنوان :التطبيقات المحمولة (Mobile Apps) في الإرشاد الزراعي

1.مقدمة وأهداف

1.1مقدمة عامة

أحدث تطور الهواتف الذكية وتطبيقاتها نقلة نوعية في أسلوب التواصل والحصول على المعلومات، ولا سيما في البيئات الزراعية. ففي الماضي، كان المزارع يعتمد على الإرشاد التقليدي عبر المرشدين الزراعيين (Extension Services) والزيارات الحقلية المُباشرة. أما اليوم، فقد ظهرت تطبيقات محمولة متنوعة تُوفر للمزارع النصائح اللازمة، والتنبؤات الجوية، وتشخيص أمراض النباتات بالصور، وتسجيل بيانات الحقل بشكل رقمي.

تطبيقات الهاتف الذكي مثل **Plantix**و **FarmLogs**وغيرها، تمكّن المزارع من مراقبة حقوله بشكل آني، وطلب المساعدة الاستشارية من خبراء في أي وقت. يضاف إلى ذلك أن بعض التطبيقات توفّر مزايا مثل تتبّع أسعار السوق المحلية/العالمية، مما يفتح للمزارع آفاقاً أرحب لتسويق محصوله أو التخطيط المالي.

1.2الأهداف

1. **التعرف على أهم تطبيقات الهواتف الذكية** في قطاع الإرشاد الزراعي: أهدافها ووظائفها.
2. **معرفة جوانب تصميم التطبيقات** :كيف تُجمع البيانات وتُخزّن؟ وما هي أدوات التطوير الشائعة؟
3. **اكتشاف الأمثلة العملية** :تطبيقات مثل Plantix للتشخيص المرئي لأمراض النبات، وتطبيقات إدارة المزرعة ,FarmLogs, FarmRise) إلخ.(
4. **مناقشة التحديات** :ضعف الإنترنت في بعض المناطق، قلة وعي المزارعين، الحاجة للدعم التقني، مشكلات اللغة المحلية.

2.المحتوى التفصيلي

2.1مفهوم الإرشاد الزراعي الرقمي عبر الهاتف

1. **تعريف الإرشاد الزراعي الرقمي**
   - هو توظيف التكنولوجيا (خصوصاً الهواتف الذكية) لتوصيل المعلومات والخدمات إلى المزارعين، مثل توصيات عملية حول تسميد المحصول، جداول الري، تشخيص الأمراض.
   - يتيح تفاعلاً ثنائيّ الاتجاه: المزارع يطرح أسئلة ويستلم إجابات من خبراء أو من نظام ذكاء اصطناعي.
2. **دوافع تبنّي التطبيقات المحمولة**
   - ارتفاع نسبة انتشار الهواتف الذكية حتى في المناطق الريفية.
   - سهولة تطوير تطبيقات بسيطة تخدم غرضاً محدداً (مثل استشارات الأمراض النباتية).

- إمكانية العمل في وضعية offline عند انقطاع الاتصال، والقيام بالمزامنة عند توفر الإنترنت.

2.2أبرز أنواع التطبيقات الزراعية على الهواتف

1. **تطبيقات التشخيص(Diagnosis Apps)**
   - تعتمد على تحليل الصورة (Computer Vision) أو على خوارزميات بسيطة (قائمة أسئلة)، لتحديد الأمراض أو الآفات.
   - مثال **Plantix** :يقوم بتحليل صورة الورقة المصابة، يُصدر تشخيصاً (مثل "لفحة متأخرة" أو "تبقّع بكتيري").
2. **تطبيقات إدارة المزرعة(Farm Management)**
   - تُساعد في تسجيل كل العمليات الزراعية: زراعة، ري، تسميد، حصاد...
   - مثال**FarmLogs** :، .**Cropio**
   - توفر رسوماً بيانية للإنفاق أو لقياس نمو المحصول، وترسل تنبيهات إذا توقع النظام طقساً غير ملائم.
3. **تطبيقات الطقس والإنذار المبكر**
   - تربط بيانات الأرصاد الجوية العالمية مع الموقع المحدد، وتصدر توقعات يومية أو أسبوعية.
   - قد تُضيف "مؤشر الخطر" لمرض محدد بناءً على ظروف الرطوبة والحرارة.
4. **تطبيقات تسويق المحصول(Marketplace)**
   - تسمح للمزارع بعرض إنتاجه، والتفاوض مع المشترين.
   - أمثلة: بعض النسخ المصغّرة من E-Mandi على الهاتف.

2.3التعمّق في أمثلة محددة

1. **Plantix**
   - ظهر كأحد أشهر تطبيقات تشخيص أمراض النباتات بالصور.
   - يدعم عشرات المحاصيل (أرز، ذرة، فول الصويا...) ويغطي أكثر من 400 مرض أو آفة.
   - يستخدم تقنيات تعلم عميق (Deep Learning) على السيرفر السحابي؛ عند رفع صورة للورقة المصابة، يحللها ويعطي نسبة تشابه مع قاعدة بيانات ضخمة.
2. **FarmLogs**
   - يتيح للمزارع إدخال حقوله جغرافياً(GPS) ، ومتابعة هطول الأمطار اليومية، ورطوبة التربة.
   - يحتفظ بسجل لكل موسم (كمية السماد، موعد الرش...).
   - يوفر واجهة رسوم سهلة الاستخدام، وتنبؤاً بالإنتاجية بناءً على بيانات المناخ والتربة.
3. **FarmRise**
   - يُقدم نصائح أسبوعية مخصّصة بناءً على الموقع ونوع المحصول.

- يشمل النصائح حول أفضل مواعيد الري، أسعار السوق المحلية لبعض المحاصيل.

2.4تقنيات واعتبارات في تصميم التطبيقات

1. **جمع البيانات**
   - غالباً ما تحتاج التطبيقات إلى جمع بيانات الموقع (GPS) باستمرار.
   - تتطلّب أحياناً إدخال يدوي من المزارع (نوع المحصول، تاريخ الزراعة، الخ...).
2. **التخزين والمزامنة**
   - تُخزن البيانات محلياً (Offline) ثم تُزامن عند توفر الإنترنت.
   - يُفترض تأمين نُسخ احتياطية في خادم سحابي.(Cloud Backend)
3. **اللغة المحلية وواجهة المستخدم**
   - ضرورة دعم اللغات واللهجات الريفية، واستخدام واجهة مبسطة بالأيقونات.
   - قلّة استخدام النصوص الطويلة لصعوبات محتملة في القراءة لدى البعض.
4. **التكامل مع تقنيات أخرى**
   - ربط التطبيق مع حساس بلوتوث لقياس رطوبة التربة، أو مع بوابة.IoT
   - استخدام واجهات برمجة تطبيقات (APIs) من شركات الطقس لجلب توقعات دقيقة.

2.5تأثير التطبيقات المحمولة على الإرشاد الزراعي

1. **توسيع نطاق الإرشاد**
   - بدلاً من اعتماد المزارع على زيارة مرشد واحد لعدة قرى، أصبحت المعلومة تصل في اللحظة نفسها للجميع.
2. **تقليل الوقت والتكاليف**
   - توفير استشارات سريعة حول مشاكل الآفات أو نقص العناصر الغذائية دون انتظار زيارة ميدانية.
3. **تجميع البيانات**
   - الحصول على بيانات ضخمة عن تحديات المزارعين، مما يساعد صناع القرار في رسم السياسات.

2.6التحديات

1. **قلة الوعي التقني** :بعض المزارعين قد لا يجيدون استخدام الهواتف الذكية أو يخشون التطبيقات.
2. **ضعف الإنترنت** :التطبيقات قد لا تعمل جيداً في المناطق منخفضة الاتصالية.
3. **الموثوقية** :في تشخيص الأمراض قد تحدث أخطاء في حال كانت جودة الصورة رديئة أو المرض معقّداً.
4. **البيانات الشخصية** :يُحتمل وجود مخاوف تتعلق بالخصوصية (الموقع الجغرافي، كمية الإنتاج..).

3.أمثلة ودراسات حالة

1. **دراسة Plantix في الهند) من "Application of Machine Learning in Agriculture, 2022")**
   - لوحظ أن التطبيق حظي بشعبية كبيرة بين مزارعي الأرز والقمح، حيث يلتقطون صوراً للأوراق.
   - في بداية إطلاقه، كانت الدقة حوالى 70–75%. ومع جمع المزيد من الصور وتحسين الخوارزميات، وصلت الدقة إلى 85–90.%
2. **تجربة FarmLogs في أمريكا**
   - نجح في توفير تقديرات دقيقة لهطول الأمطار في كل حقل، ما ساعد المزارعين على تخطيط مواعيد الري وأتموا المحصول بكمية أقل من المياه.
   - يوفر أيضاً خاصية لتسجيل نفقات المبيدات والوقود، ما سهّل تحليل الربحية.

4.أنشطة تعليمية

1. **تجريب تطبيق (إذا أمكن):**
   - يقوم الأستاذ بتنزيل نسخة تجريبية من تطبيق مثل Plantix أو FarmLogs على هاتف، ويعرضه على الطلبة مثلاً عبر جهاز عرض.(projector)
   - استعراض واجهته: إدخال بيانات المحصول، رفع صورة ورقة مصابة.
   - توضيح كيف تظهر النتيجة.
2. **نقاش حول تصميم تطبيق محلي:**
   - ما المحاصيل المحلية الشائعة؟ ما الأمراض الشائعة؟
   - كيف نصمم واجهة سهلة يستخدمها المزارع؟
   - هل نحتاج ترجمة نصوص عربية أو لهجات محلية؟
3. **مشروع مصغر:**
   - اكتب "وصف نظام (System Requirements) "لتطبيق إرشادي بسيط يساعد مزارعي الطماطم في منطقتك.
   - يشمل: ما المعلومات المدخلة؟ ما المخرجات (نصائح أسبوعية، رسائل إنذار)؟ هل يتوفر قسم لأسعار السوق؟

5.الخاتمة

أسهمت التطبيقات المحمولة في إحداث ثورة حقيقية في أساليب الإرشاد الزراعي، إذ أصبح بإمكان المزارعين الوصول إلى معلومات محدثة في أي وقت ومن أي مكان. بيد أن نجاح هذه التطبيقات يتطلب معالجةٍ واعية للتحديات المتعلقة بالبنية التحتية واللغة والموثوقية. ومع ذلك، يُتوقع أن تنمو أهمية هذه التطبيقات مع توسع انتشار الهواتف الذكية وتطور التقنيات، مما يجعل الإرشاد الزراعي الرقمي أكثر تكاملاً.

في المحاضرات القادمة، سنتابع رحلة المعلوماتية الزراعية وصولاً إلى "مراقبة الغابات والتصحر" (المحاضرة العاشرة، والتي تم شرحها سابقًا)، و"إدارة الآلات الزراعية والروبوتات" (المحاضرة الحادية عشرة)... وهكذا حتى ختام المنهاج.

6.المراجع المقترحة

1. **Application of Machine Learning in Agriculture** (2022).
2. **Agricultural Informatics: Automation Using the IoT and Machine Learning** (2021).
3. التقارير الفنية والدراسات المرتبطة بتطبيقات محمولة مثل Plantix, FarmLogs, FieldNET.
4. أوراق بحثية في مجلات *Computers and Electronics in Agriculture*, و *Precision Agriculture*حول استخدام الهواتف الذكية في الإرشاد.

المحاضرة العاشرة (الأسبوع 10)
العنوان: مراقبة الغابات والتصحر باستخدام الاستشعار عن بعد

1.مقدمة وأهداف

1.1المقدمة

لا يقتصر دور المعلوماتية الزراعية على حقول المحاصيل فحسب، بل يتعدى ذلك إلى دراسة النظم البيئية الكاملة، بما فيها الغابات والمناطق المعرّضة للتصحر. تُعدّ **تقنيات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing)**من أقوى الأدوات لمراقبة التغيرات في الغطاء النباتي والمساحات الخضراء على نطاق واسع. تقدّم صور الأقمار الصناعية وطائرات المسيرة بيانات غنية عن صحة الغابات وتمدُّد ظاهرة التصحر. مما يساعد الحكومات والمنظمات على اتخاذ إجراءات مبكرة للحفاظ على التنوع الحيوي.

1.2الأهداف

1. **فهم دور وأهمية الاستشعار عن بعد** في مراقبة الغابات والتصحر على نطاقات جغرافية واسعة.
2. **التعرف على الأدوات والتقنيات** :مثل الأقمار الصناعية(Landsat, Sentinel) ، المؤشرات الطيفية(NDVI, EVI) ، وطائرات بدون طيار.
3. **استكشاف أمثلة عملية** :كيف تم استخدام هذه التقنيات في مناطق مختلفة حول العالم لرصد الغابات واكتشاف تدهور الأراضي.
4. **مناقشة تحديات التطبيق** :تكلفة الصور، الدقة الزمانية والمكانية، الحاجة إلى خبراء في تحليل الصور.

2.المحتوى التفصيلي

2.1مفهوم الاستشعار عن بعد(Remote Sensing)

1. **تعريف** :عملية الحصول على معلومات عن سطح الأرض (المزروعات، الغابات، المياه) دون الاحتكاك المباشر، عادةً من خلال أقمار صناعية أو طائرات (مأهولة أو بدون طيار).
2. **أنواع البيانات**:
   - **صور فوتوغرافية تقليدية**)مرئية.(
   - **صور متعددة الأطياف** (Multispectral)تلتقط نطاقات غير مرئية بالعين البشرية (الأشعة تحت الحمراء القريبة – مفيدة للمؤشرات النباتية).
   - **صور حرارية** (Thermal)لقياس الانبعاث الحراري.

2.2مراقبة الغابات بالاستشعار عن بعد

1. **تقدير مساحة الغطاء الحرجي**
   - باستخدام صور الأقمار الصناعية مثل Landsat (30 م دقة مكانية) أو Sentinel-2 (10 م.(

- برمجيات تحليل) مثل QGIS أو (ArcGIS تصنف البيكسلات إلى "غابات" و"غير غابات" باستخدام خوارزميات تصنيف (SVM أو.(Random Forest

2. **تقييم صحة الغابة**
   - **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index)يقيس حيوية الكتلة الخضراء.
   - اذا لوحظ انخفاض NDVI فجائي، قد يشير ذلك لحرائق أو جفاف أو آفة حشرية.
3. **رصد التغير مع الزمن(Time Series)**
   - تحليل صور متعددة في تواريخ مختلفة للكشف عن إزالة غابة أو حرائق أو اجتثاث أشجار.

2.3التصحر ومراقبة تدهور الأراضي

1. **مفهوم التصحر**
   - عملية تحول الأرض الخصبة إلى قاحلة أو ذات إنتاجية منخفضة، عادةً بسبب الضغوط البشرية (الزراعة المفرطة، الرعي الجائر) أو المناخية (قلة المطر).
2. **مؤشرات الاستشعار**
   - **NDVI**المنخفض المستمر عبر المواسم قد يشير إلى تصحر تدريجي.
   - **Albedo**(انعكاسية سطحية) تزداد مع تآكل الغطاء النباتي.
3. **الأقمار الصناعية المناسبة**
   - Landsat, Sentinelتُستخدم لرصد المناطق شبه القاحلة؛ يمكن الحصول على أرشيف زمني منذ السبعينيات (لاندسات).
4. **تقنيات أخرى**
   - **GPS**لجمع عينات ميدانية ومطابقتها مع صور الأقمار.
   - **Drones**يمكنها تصوير مناطق محدودة بدقة أعلى، واكتشاف تشققات التربة.

2.4أمثلة تطبيقية

1. **مشروع في منطقة الساحل الإفريقي)**مذكور في *Environmental and Agricultural Informatics*):
   - استخدام صور الأقمار الصناعية SPOT و Landsatلمتابعة تراجع الغطاء النباتي خلال عقود.
   - ساعد المسؤولين في تحديد مناطق تستلزم تشجيراً عاجلاً.
   - اكتشفوا زيادة في التصحر بنسبة 5% سنوياً في بعض المناطق.
2. **مراقبة حرائق الغابات في أمريكا اللاتينية**:
   - باستخدام صور حرارية (Thermal) من أقمار مثل MODIS أوVIIRS ، يمكن اكتشاف البؤر الحرارية النشطة.
   - تُنقل التحذيرات إلى فرق الإطفاء بسرعة.
   - قلل زمن الاستجابة للحريق بنحو 30.%
3. **استخدام الطائرات بدون طيار في إحدى المحميات**:
   - مسح التفاصيل الدقيقة: كثافة الأشجار، أنواعها.

- إمكانية الكشف عن الأمراض التي تُصيب الأشجار بالصور متعددة الأطياف.

2.5تحديات الاستخدام

1. **التكلفة** :شراء صور الأقمار عالية الدقة) مثلWorldView ، (QuickBirdقد يكون مكلفًا.
2. **الدقة المكانية والزمانية** :صور بدقة 30 م قد لا تكفي لرصد التغيرات الصغيرة. أما صور 1 م فهي باهظة.
3. **الغطاء السحابي** :في المناطق الاستوائية الممطرة، يغطي السحاب الأرض مما يقلل جودة الصور.
4. **الحاجة لخبراء** في المعالجة والتفسير.(GIS, Remote Sensing)

3.أمثلة ودراسات حالة

1. **Case Study:تشجير في الصين (مشروع الحزام الأخضر)**
   - عبر تتبع بيانات NDVI لعقد كامل، حدد الباحثون المناطق الأكثر تدهورًا.
   - نجحت برامج التشجير في رفع متوسط NDVI بنسبة 15.%
   - ورد في كتاب *Agricultural Internet of Things and Decision Support for Smart Farming*.
2. **Case Study:استخدام Sentinel-2 في تونس**
   - برنامج لرصد المناطق المعرّضة للتصحر.
   - حُددت 3 مستويات خطر: منخفض، متوسط، عالي.
   - سمح بتوجيه الاستثمارات الحكوميّة لحفر الآبار أو نشر أساليب حصاد المياه المطرية.

4.أنشطة تعليمية

1. **تطبيق عملي بسيط (إن توفر مختبر حاسوب):**
   - تحميل صورة من Landsat لمنطقة صغيرة.
   - استخدام برنامج QGIS لحساب.NDVI
   - مقارنة النتائج بين مناطق زراعية وأخرى قد تكون قاحلة أو غابية.
2. **نقاش:**
   - كيف يمكن التعامل مع مشاكل الغطاء السحابي؟ هل هناك أساليب تعويضية مثل SAR(رادار الفتحة الاصطناعية)؟
   - ما دور الطائرات بدون طيار في مناطق وعرة؟
3. **اقتراح مشروع مصغر:**
   - يختار الطالب منطقة صغيرة محلية ويجمع صور فضائية مجانية من-Sentinel 2خلال 3 فصول مختلفة.
   - يحلل التغير في القيمة الخضراء (NDVI) ويستنتج هل ثمة تدهور أو تحسن؟

5.الخاتمة

يلعب الاستشعار عن بعد دوراً أساسياً في المحافظة على البيئات الحرجية والكشف المبكر عن التصحر. فهو يزودنا ببيانات شاملة ومتجددة بمرور الزمن، تتيح للمخططين وصناع القرار اتخاذ خطوات استباقية لإعادة تأهيل الأراضي أو حماية الغابات. في المحاضرة المقبلة (الحادية عشرة)، سننتقل للحديث عن **إدارة الآلات الزراعية والروبوتات**، بما في ذلك الجرارات ذاتية القيادة.

6.المراجع المقترحة

1. **Environmental and Agricultural Informatics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications** (2019).
2. **Agricultural IoT and Decision Support** (2020).
3. مقالات في دورية *Remote Sensing of Environment* بخصوص مراقبة التصحر.
4. منصات بيانات الأقمار: USGS EarthExplorer, ESA Sentinel Hub.

المحاضرة الحادية عشرة (الأسبوع 11)
العنوان: إدارة الآلات الزراعية والروبوتات: الجرارات ذاتية القيادة

---

1. مقدمة وأهداف

1.1 المقدمة

استُخدمت الآلات الميكانيكية في الزراعة منذ بدايات القرن العشرين، لكن اليوم نرى قفزة نحو **الأتمتة والروبوتات**. تتضمن هذه القفزة جرارات قادرة على القيادة الذاتية (Autonomous Tractors) وماكينات حصاد ذكية تستعمل تقنيات GPS و LiDAR وكاميرات الرؤية الحاسوبية. هذه المحاضرة تُعرّف بالتحوّل من "الجرار الميكانيكي" إلى "الجرار الذكي"، وكيف تساهم هذه التقنيات في رفع الإنتاجية وخفض التكاليف.

1.2 الأهداف

1. **الإلمام بالأنظمة الأوتوماتيكية والروبوتية** في المجال الزراعي (الجرارات والحصادات).
2. **التعرف على مكونات الجرار الذكي :** نظام الملاحة GPS RTK ، مستشعرات LiDAR أو رادار، وحدة تحكم.
3. **أمثلة عملية :** شركات مثل John Deere و Case IH طورت نسخًا نصف/ذاتية القيادة.
4. **مناقشة تحديات :** التكلفة، صعوبة الصيانة، تدريب العمال، الأمان.

---

2. المحتوى التفصيلي

2.1 الأتمتة في الجرارات والآلات الزراعية

1. **جرارات ذاتية القيادة (Autonomous Tractors)**
   - مزوّدة بوحدة GPS ذات الدقة العالية (RTK) وأجهزة تحكم إلكترونية بالمقود والدواسات.
   - يُبرمج المسار سلفاً (Field Map) ، فيتحرك الجرار ذاتيًا في خطوط مستقيمة دون تدخل بشري.
   - تسمح بتقليل هامش الخطأ في مسار الجرّ.
2. **حصادات آلية (Automated Harvesters)**
   - قد تحتوي حساسات رؤية للكشف عن الثمار الناضجة (مثل روبوتات قطف الفراولة).
   - يتطلب ذلك أذرع روبوتية ذات برمجة خاصة لتفادي إتلاف الثمرة.
3. **روبوتات متخصصة**
   - مثل الروبوتات التي تزيل الأعشاب الضارة ميكانيكياً دون الحاجة للمواد الكيميائية.
   - روبوتات صغيرة متنقلة تعمل في مجموعات. (Swarm Robotics)

2.2 التقنيات المدمجة في الجرارات الروبوتية

1. **GPS RTK (Real-Time Kinematic)**

- دقة حتى 2.5 سم. ضرورية لتوجيه دقيق أثناء الحراثة أو البذر.
- يتطلب محطة مرجعية أو اشتراك في خدمة تصحيح.

2. **حساسات LiDAR ورادار وكاميرات**
   - LiDARلرسم بيئة ثلاثية الأبعاد وتجنب العوائق.
   - كاميرات :RGB الرؤية الأمامية، كشف الأشخاص أو الحيوانات بالمجال.
   - الرادار: مفيد لتحديد المسافات في الأجواء الضبابية.
3. **وحدة تحكم(Control Unit)**
   - معالجات صغيرة تدمج قراءات الحساسات وتتخذ القرار: تسريع/تباطؤ، التفاف، توقف عند عقبة.

2.3الفوائد المتوقعة

1. **تقليل الاعتماد على العمالة :**الجرار يعمل لساعات أطول بدقة ثابتة.
2. **دقة عالية في تنفيذ العمليات :**يقل تداخل خطوط الزراعة، ما يرفع الكفاءة ويقلل الهدر في البذور.
3. **سلامة وأمان :**تقليل حوادث الحقول إن برمِج النظام جيداً لكشف العوائق.

2.4أمثلة من الشركات والبحوث

1. **John Deere**
   - تقدم نظام توجيه ذاتي (AutoTrac) يسمح بقيادة شبه ذاتية.
   - أيضاً لديهم نموذج مفهوم جرار كهربائي ذاتي بالكامل.
2. **Case IH**
   - عرضت "Autonomous Concept Vehicle" بقمرة بلا عجلة قيادة، تُدار كلياً بالحاسوب.
   - تراقب الكاميرات 360 درجة. يمكن التحكم بها عبر تابلت.
3. **مشاريع بحثية**
   - روبوتات زراعية صغيرة (Swarms) يتوقع أن تحل مكان الجرارات الكبيرة مستقبلاً، تعمل بتنسيق فيما بينها.

2.5التحديات والعقبات

1. **التكلفة الرأسمالية :**الآلات الذكية أسعارها باهظة. قد يصعب شراؤها للمزارع الصغير.
2. **البنية التحتية للاتصالات :**الجرارات الآلية تحتاج ارتباطاً مستمراً بنظام تحديد المواقع أو إنترنت.
3. **التدريب والصيانة :**يتطلب وجود فنيين ملمين بالإلكترونيات والبرمجة.
4. **الأمان والمسؤولية القانونية :**في حال حادث اصطدام، من يتحمل المسؤولية؛ المزارع أم الشركة المصنعة؟

3.أمثلة ودراسات حالة

1. **:Caseمشروع في إحدى المزارع الأمريكية**

- استخدمت جرار نصف ذاتي القيادة منJohn Deere ، إذ يتلقى إحداثيات خطوط الزراعة.
- حقق تقليلًا في استهلاك الوقود بحوالي 10% بسبب تقليل التكرار في المرور على الحقل.
- ورد في أبحاث .*Automation and Robotics in Agriculture (2020)*

2. **:Caseمزارع قصب السكر في البرازيل**

- تبنّت Harvesters ذاتية التوجيه، قللت العمالة اليدوية الخطرة، ورفعت معدلات الحصاد في اليوم الواحد.
- من .*Computer and Computing Technologies in Agriculture X*

.4أنشطة تعليمية

1. **مناقشة تصميم:**

- لو أُسند لك تصميم جرار ذاتي في مزرعة مساحتها 100 هكتار، ما الحساسات الأساسية اللازمة؟ كيف تضمن عدم اصطدامه بشخص أو حيوان؟

2. **مقارنة:**

- ابحث عن مواصفات جرارين .John Deere vs. Case IH :قارن القدرات الذاتية والسعر ومدة التشغيل.

3. **مختبر نظري:**

- رسم خريطة افتراضية لحقل، وتخطيط المسارات للحراثة. يحدد الطلاب نقاط البداية والنهاية لكل مسار، والمسافات بين الأسطر. هل يوجدoverlap ؟

.5الخاتمة

إدخال الجرارات والآلات الروبوتية يعد خطوة مهمة في "أتمتة" الزراعة، حيث يقلل من الاعتماد على العمالة البشرية، ويزيد الدقة في كل العمليات. إن كانت الكلفة ما تزال عائقاً، إلا أنها تنخفض تدريجياً، ويتوقع أن تصبح هذه التقنيات في متناول مزارع أصغر بمرور الوقت. المحاضرة المقبلة (الثانية عشرة) سنخصصها **للتجارة الإلكترونية (E-Commerce) في القطاع الزراعي**، وكيف تسمح للمزارعين بتسويق منتجاتهم رقمياً.

.6المراجع المقترحة

1. **Automation and Robotics in Agriculture**, Delve Publishing (2020).
2. **Computer and Computing Technologies in Agriculture X** (2019).
3. تقارير شركات كـ.John Deere, Case IH
4. مجلات : *Biosystems Engineering*, *Computers and Electronics in Agriculture*.

المحاضرة الثانية عشرة (الأسبوع 12)
العنوان: التجارة الإلكترونية (E-Commerce) في القطاع الزراعي

---

1. مقدمة وأهداف

1.1 المقدمة

في الوقت الذي يشهد فيه العالم ثورة في التسوق عبر الإنترنت، لا بد للقطاع الزراعي من مواكبة هذه التحولات. توفر **التجارة الإلكترونية** في الزراعة فرصًا للوصول المباشر من المزارع إلى المستهلك، دون وسطاء كثر، بما يخفض التكلفة ويحسّن ربحية المزارع. كما تساعد في تسويق المحصول على نطاق أوسع وفي أوقات أفضل. هذه المحاضرة ستبرز كيف نشأت منصات تسويق إلكترونية للمحاصيل، مثل E-Mandi في بعض الدول، و **AgriMarketplace**في أخرى، كما سنناقش فوائدها وتحدياتها.

1.2 الأهداف

1. **فهم مفاهيم E-Commerce الأساسية** في الزراعةB2C :، B2B، منصات المزادات.
2. **التعرف على منصات رقمية** تتيح للمزارع بيع منتجاته أو عقد مزادات للمنتجات الطازجة.
3. **استكشاف فوائد التجارة الإلكترونية :**تسعير أفضل، تقليل وسطاء، وصول للأسواق البعيدة.
4. **مناقشة تحديات التطبيق :**بنية تحتية، وسائل دفع إلكترونية، ثقافة الثقة الرقمية.

---

2. المحتوى التفصيلي

2.1 نماذج التجارة الإلكترونية في القطاع الزراعي

1. **B2B (Business-to-Business)**
   - مبيعات بين المزارع/التعاونية وبين الشركات الكبرى أو المصانع.
   - يُستخدم للمحاصيل الكبيرة (قمح، ذرة...) حيث يتم التعاقد بين المنتج والمشتري بالجملة.
2. **B2C (Business-to-Consumer)**
   - المزارع يبيع مباشرة للمستهلك عبر الإنترنت (طلبية يومية للفواكه والخضروات).
   - يتطلب نظام توزيع وتسليم (Delivery) موثوق.
3. **C2C(مزارع-مزارع) أحيانًا**
   - تبادل المستلزمات الزراعية (بذور، شتلات، معدات مستعملة) عبر منصات إلكترونية.

2.2 منصات التجارة الإلكترونية الزراعية

1. **E-Mandi**) في بعض دول جنوب آسيا(
   - "Mandi"تعني السوق التقليدي.
   - طورت حكومات منصات إلكترونية تربط المزارعين مباشرةً بالمتعاملين، وتحدد السعر عبر عرض وطلب إلكتروني.

- يوفر شفافية في السعر، ويحمي المزارع من سماسرة.

2. **AgriMarketplace**
   - منصة دولية عبر الإنترنت تتيح للمزارعين عرض منتجاتهم بأسعار يختارونها.
   - المستهلكون/الشركات تتفاوض أو تشتري إلكترونياً.
   - توفر خيارات شحن متنوعة، ووسائل دفع إلكترونية.
3. **مواقع خاصة بشركات**
   - بعض المزارع الكبيرة قد تطلق متجرًا إلكترونياً خاصاً لبيع منتجات مميزة (organic...).

2.3فوائد التجارة الإلكترونية للمزارع

1. **توسيع نطاق الزبائن** :بدلاً من محدودية السوق المحلي، يستطيع المزارع بيع لمحافظات أو دول أخرى.
2. **تحسين التسعير** :تقليل عدد الوسطاء يرفع هامش الربح للمزارع ويخفض التكلفة على المستهلك.
3. **إدارة أفضل للمخزون** :المنصة توضح الطلب الحقيقي، فينتج المزارع الكميات المناسبة.
4. **الشفافية** :المزارع يرى الأسعار الحالية في السوق بوضوح.

2.4تحديات ومعوقات

1. **ضعف البنية التحتية الإلكترونية** :عدم توفر إنترنت سريع في المناطق الريفية.
2. **اللوجستيات والتوصيل** :كيف يتم نقل المنتجات الطازجة بسرعة لضمان جودتها؟
3. **الدفع الإلكتروني** :قد لا يكون لدى المزارعين والمستهلكين خيارات دفع آمنة.
4. **الثقة** :بعض المستهلكين يخشون من جودة المنتجات عبر الإنترنت.

2.5أمثلة واقعية

1. **E-Mandi**في الهند
   - في السنوات الأخيرة، طبقت بعض الولايات نموذج "E-NAM" (National Agriculture Market)للتكامل الإلكتروني للأسواق.
   - أسهم في تحسين الأسعار للمزارعين ورفع شفافية المزادات.
2. **منصة إلكترونية للتسويق المباشر في أوروبا**
   - farmers' e-shop:يبيع الفواكه والخضراوات العضوية؛ يوصل للمستهلك خلال 24–48 ساعة.
   - نجحت بسبب حرص المستهلكين على تتبع المصدر وجودة "المحلي."/organic

---

3.أمثلة ودراسات حالة

1. **Case:مزارع زيت زيتون في حوض المتوسط**
   - أنشأ مزرعة متجرًا إلكترونياً يتيح للعملاء من دول أخرى شراء زيوت عضوية.
   - تضاعفت أرباحه خلال سنتين، ووُفر له تسويق أوسع.
2. **Case: China's E-commerce Boom**

- اتجهت الحكومة لدعم "تاوباو" وغيرها لتسهيل بيع المنتجات الزراعية من المناطق الريفية.
- تم إنشاء خدمات دعم لوجستي وتدريب المزارعين على استخدام المنصات الرقمية.

4.أنشطة تعليمية

1. **تخطيط متجر إلكتروني (نشاط جماعي):**
   - يتخيل الطلبة أنهم يديرون مزرعة خضار، كيف سيصممون الموقع أو التطبيق؟ ما طرق الدفع والشحن؟ هل توجد سياسات للإرجاع؟
2. **مناقشة:**
   - ما الفارق بين بيع بالجملة (B2B) وبيع بالتجزئة (B2C) عبر الإنترنت؟ أيهما أسهل للمزارع المبتدئ؟

5.الخاتمة

توفر التجارة الإلكترونية الزراعية حلاً مبتكرًا لجعل المنتجات تصل مباشرة للمستهلكين، محققًا شفافية وأسعارًا أفضل. رغم وجود تحديات لوجستية وتقنية، إلا أن تبني هذه الأدوات الرقمية يتزايد، خاصة مع توافر وسائل دفع بسيطة وتنامي الوعي الرقمي. المحاضرة المقبلة ستتناول **أمن البيانات وحمايتها** في الزراعة الذكية (المحاضرة الثالثة عشرة).

6.المراجع المقترحة

1. **Agricultural Informatics: Automation Using the IoT and Machine Learning** (2021).
2. تقارير عن "E-NAM" في الهند.
3. دراسات عن "AgriMarketplace" في الاتحاد الأوروبي.
4. **Digital Agriculture: An Introduction** (2024).

المحاضرة الثالثة عشرة (الأسبوع 13)
العنوان: أمن البيانات وحمايتها في الزراعة الذكية

---

1. مقدمة وأهداف

1.1 المقدمة

مع توغل التقنيات الرقمية في الزراعة (IoT) ، قواعد بيانات ضخمة، تجارة إلكترونية(...، تظهر مخاطر أمنية جديدة. يمكن لهجمات إلكترونية أن تعبث بأنظمة الري الذكية أو تسرق بيانات حساسة حول الإنتاج أو تلحق أضرارًا بالبرمجيات. إضافةً لذلك، تُطرح أسئلة حول خصوصية المزارعين وملكية البيانات. هذه المحاضرة تسلط الضوء على مبادئ **أمن المعلومات** في مجال الزراعة، وأساليب التصدي للتهديدات السيبرانية، والممارسات المثلى لحماية الأنظمة.

1.2 الأهداف

1. **الإلمام بأنواع التهديدات السيبرانية**)هجمات الفدية، DDoS، اختراق الحساسات.(
2. **التعرف على أساليب الحماية** :التشفير، الجدران النارية، إدارة الهوية.(IAM)
3. **مناقشة الخصوصية وملكية البيانات** :من يملك البيانات التي تجمعها الحساسات؟ وكيف تُشارك؟
4. **أمثلة لحوادث فعلية** :تعطّل أنظمة ري، سرقة بيانات تربية المواشي...

---

2. المحتوى التفصيلي

2.1 ماهية الأمن السيبراني في الزراعة

- **المقصود** :حماية الأنظمة التقنية (حساسات، بوابات، خوادم سحابية، تطبيقات ويب) من الاختراق أو التلاعب.
- **لماذا مهم؟** لأن تعطّل نظام ري مثلاً يضرّ المحصول، أو تسريب بيانات الإنتاج يضر بالقدرة التنافسية.

2.2 أنواع الهجمات المحتملة

1. **هجمات الفدية:(Ransomware)**
   - تشفّر ملفات النظام وتطالب بفدية. يمكن أن يشلّ عمل منصة المزرعة أو متجر إلكتروني.
2. **هجمات الحرمان من الخدمة:(DDoS)**
   - إغراق الخادم بطلبات زائفة مما يجعله غير قابل للوصول للمزارعين.
3. **اختراق وحدات:IoT**
   - قد يستغل المهاجم ثغرات في برامج الحساسات لتغيير القراءات أو إصدار أوامر خاطئة (مثل بدء الرش من دون سبب).
4. **التجسس الصناعي:**
   - منافسون يسرقون بيانات حول كميات الإنتاج أو خطط التسويق.

2.3 أساليب الحماية

1. **تشفير(Encryption)**
   - تشفير البيانات المنقولة من الحساسات إلى البوابة لمنع اعتراضها(Man-in-the-middle).
2. **نظم كشف التسلل(Intrusion Detection Systems - IDS)**
   - ترصد نشاطًا مشبوهًا، مثل كثرة الطلبات المفاجئة.
3. **جدران نارية(Firewalls)**
   - لمنع دخول اتصالات خارجية غير مصرح بها.
4. **إدارة الهويات والصلاحيات(IAM)**
   - تحديد من له حق دخول منصة إدارة المزرعة، وبأي مستوى من الصلاحيات.
5. **التحديث الدائم للبرمجيات**
   - سد ثغرات أمنية.
6. **النسخ الاحتياطي الدوري**
   - إن حدثت هجمة فدية، يمكن استعادة البيانات.

2.4الخصوصية وملكية البيانات

1. **من يملك بيانات الحقل؟**
   - أحيانًا تستضيف شركة التقنية البيانات في سحابتها.
   - هل يظل للمزارع الحق في منع الشركة من مشاركتها مع طرف ثالث؟
2.) **GDPR**في الاتحاد الأوروبي(
   - إذا كان في البيانات ما يُشير إلى شخص أو موقع محدد، يخضع لقوانين حماية البيانات.

2.5أمثلة واقعية

1. **حادث أمني في منصة زراعية**)مذكور في (*Improving Data Management…*
   - شركة ناشئة تقدم خدمات تحليل بيانات للحبوب تعرّضت لهجمة سيبرانية تشفّر خوادمها.
   - تعطّل نظام التنبؤ بالمحصول لأسابيع حتى دفعوا الفدية أو استعادوا نسخاً احتياطية.
2. **شركة جرارات كبرى**
   - رُصد اختراق في تحديث برمجي لأحد موديلاتها ما سمح للمهاجمين بإيقاف المحرّك عن بعد.
   - التحديث الأمني صدر لاحقًا ليغلق الثغرة.

3.أنشطة تعليمية

1. **مناقشة سيناريو:**
   - إذا كنت تملك مزرعة ذكية فيها 50 حساس تربة، كيف تضع خطة أمنية لحمايتها؟
   - هل تستخدمVPN ؟ هل تُحدث البرامج الثابتة(firmware) ؟
2. **تمرين (مختبري نظري):**

- إعداد أوصاف موجزة لسياسات IAM (Access Control) لمجموعة من المستخدمين (مدير المزرعة، عامل، استشاري خارجي).
- ماذا لكلٍ منهم من صلاحيات (قراءة/كتابة/تنفيذ)؟

4.الخاتمة

مع ازدياد الاعتماد على التقنيات الرقمية، يزداد خطر الهجمات السيبرانية. حماية الأنظمة الزراعية "الذكية" ليست ترفًا بل حاجة ملحة. ينبغي على كل من المزارعين والمهندسين والجهات التنظيمية التعاون لضمان أمان وخصوصية البيانات. في المحاضرة الختامية (الرابعة عشرة)، سنجمع كل الخيوط للحديث عن مستقبل المعلوماتية الزراعية وآفاق الروبوتات والذكاء الاصطناعي في العقود القادمة.

5.المراجع المقترحة

1. **Improving Data Management and Decision Support Systems in Agriculture (2020).**
2. **Agricultural Informatics: Automation Using the IoT and Machine Learning (2021).**
3. **Digital Agriculture: An Introduction (2024).**
4. مقالات عن *Computers and Electronics in Agriculture* – "Cybersecurity in Agriculture".

المحاضرة الرابعة عشرة (الأسبوع 14)
العنوان: المراجعة الشاملة وآفاق المعلوماتية الزراعية في المستقبل

---

1. مقدمة وأهداف

1.1 المقدمة

طوال المحاضرات السابقة، استعرضنا مفاهيم وتطبيقات المعلوماتية الزراعية: من جمع البيانات عبر IoT وتحليلها بالذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة، مرورًا بنظم دعم القرار وطائرات بدون طيار، وصولًا إلى التجارة الإلكترونية والأمن السيبراني. في هذه المحاضرة الختامية، سنقوم بمراجعةٍ شاملة لهذه المحاور، ونستعرض **آفاق التطور المستقبلي** :مثل Edge Computing في المزرعة، روبوتات القطف الكاملة، الاعتماد المتزايد على blockchain في التتبع، وغيرها.

1.2 الأهداف

1. **مراجعة شاملة** لأهم النقاط التي مرت في المحاضرات السابقة.
2. **عرض آفاق المستقبل** :التطورات المحتملة في كل مجال.
3. **نقاش التحديات الرئيسية** :المالية، البنية التحتية، القوانين، ثقافة المزارع.
4. **إعطاء رؤية** لطلاب المرحلة الأولى حول فرص البحث والتخصص في هذا المجال.

---

2. المحتوى التفصيلي

2.1 مراجعة موجزة لمحاور المادة

1. **جمع البيانات**IoT :، حساسات التربة والمناخ.
2. **إدارة البيانات** :قواعد بيانات(RDBMS/NoSQL) ، البيانات الضخمة.
3. **التحليل** :تعلّم آلي(ML) ، ذكاء اصطناعي(AI) ، تحليل طيفي للصور.
4. **نظم دعم القرار** :**(DSS)** توجيه الري والتسميد.
5. :**Drones**الرصد والرش.
6. **تتبع الأغذية**.RFID/Blockchain :
7. **التجارة الإلكترونية** :منصات بيع المحاصيل.
8. **الأمن السيبراني** :حماية المنصات والحساسات.

2.2 آفاق التطور المستقبلي

1. **Edge Computing**
   - بدلاً من إرسال كل البيانات إلى السحابة، يتم التحليل جزئيًا عند البوابة (Gateway)أو الجهاز نفسه.
   - يوفر استجابة أسرع، ويحفظ سعة النطاق.
2. **روبوتات القطف الآلي**
   - التوسع في شبكات CNN للتعرف على الثمار الناضجة وقطفها بلطف.
   - أشجار الفاكهة (تفاح، برتقال)، أو خضروات مثل الطماطم.
3. **التوسع في التعلم العميق**

- تطوير نماذج أكثر دقة في اكتشاف الأمراض باختلاف الأصناف والمناخ.
- نماذج تتعلم باستمرار من مواسم سابقة.(Online Learning)

4. **التحول نحو الزراعة العمودية(Vertical Farming)**
   - معلوماتية زراعية لإدارة بيئة مغلقة: إضاءةLED ، تحكم دقيق بالحرارة والرطوبة.
   - استخدام مستشعرات كثيفة مع نماذج تنبؤية تحقق إنتاج مستدام في أقل مساحة.
5. **Blockchainمتقدم**
   - ليس فقط لتتبع المنتجات، بل إدارة "عقود ذكية (Smart Contracts) "بين المزارع والمشترين.

2.3التحديات الرئيسية

1. **البنية التحتية**:
   - ضعف الإنترنت في المناطق الريفية، مصادر كهرباء غير مستقرة، قلة الورش الفنية للصيانة.
2. **التكلفة والتدريب**:
   - الأجهزة الذكية والروبوتات ما تزال مرتفعة الثمن.
   - الحاجة لدعم حكومي أو جهات مانحة.
   - المزارعون يحتاجون لتدريب مكثف على تشغيل وصيانة هذه التقنيات.
3. **الإطار القانوني والتشريعي**:
   - تشريعات الطيران للطائرات بدون طيار، تشريعات مشاركة البيانات (خصوصية، حقوق ملكية).
4. **القبول الاجتماعي**:
   - بعض المجتمعات الريفية تفضل الطرق التقليدية؛ يجب التوعية بالفوائد وإشراكهم في العملية.

2.4فرص البحث والتخصص

1. **تطوير خوارزميات ML مخصصة للبيئات الزراعية**)معالجة الضوضاء والبيانات الناقصة.(
2. **تصميم أجهزة IoT منخفضة الطاقة** تعمل بالطاقة الشمسية.
3. **روبوتات أو Drones** مختصة بمحاصيل معينة (الرش/القطف).
4. **الدراسات الاقتصادية** :قياس مدى التأثير الفعلي على دخل المزارع وعلى الاستدامة البيئية.

3.أمثلة ودراسات حالة

1. **Case: RoboFruit** (مذكور في بعض أبحاث *Automation and Robotics in Agriculture*)
   - روبوت مختص بقطف التفاح، يستخدم ذراعًا ميكانيكية مع رؤيا حاسوبية.
   - لازال في مرحلة البحث التجريبي، لكن نتائجه واعدة.
2. **Case: Vertical Farmingفي سنغافورة**

- يتم التحكم بالبيئة بدقة، ومراقبة متغيرات الضوء والري عبر نظم.IoT
- يستخدم ML للتنبؤ بنمو الخضروات والتعديل التلقائي للظروف.
- نمو السوق في ازدياد مع محدودية الأراضي في سنغافورة.

4.أنشطة تعليمية

1. **نقاش جماعي:**
   - أي من التقنيات السابقة تُعد ذات أولوية لبيئتنا المحلية؟
   - هل تفضل البدء بـ IoTللري أو بالدرونز للمسح؟ ولماذا؟
2. **مهمة تفكير:**
   - اقترح فكرة مشروع تخرج في المعلوماتية الزراعية، يدمج بين طائرات بدون طيار وذكاء اصطناعي لتشخيص أمراض. ما الأدوات اللازمة؟

5.الخاتمة

لقد استعرضنا عبر هذا المنهاج كيف تتضافر التقنيات الرقميةIoT) ، ML، Big Data، Drones، DSS، (...Blockchainلإحداث نقلة نوعية في الزراعة، من حيث الكفاءة والإنتاجية والاستدامة. يظل المستقبل حافلًا بالتطورات المذهلة، لكنها تتطلب جهودًا حثيثة لتذليل العقبات التقنية والاقتصادية والثقافية. وعلى طلاب المرحلة الأولى في هذا المجال أن يدركوا مدى اتساع الفرص البحثية والوظيفية التي تنتظرهم، إذا ما أجادوا الدمج بين فهم العلوم الزراعية والمهارات التقنية الحديثة.

6.المراجع المقترحة

1. **Digital Agriculture: An Introduction (SpringerBriefs in Agriculture, 2024).**
2. **Agricultural Informatics: Automation Using the IoT and Machine Learning (2021).**
3. **Improving Data Management and Decision Support Systems in Agriculture (2020).**
4. **Agricultural Drones: A Peaceful Pursuit (K. R. Krishna).**
5. مجلات مثل *Computers and Electronics in Agriculture*, *Precision Agriculture*, *Biosystems Engineering*.