محور الذكاء الاصطناعي – المحاضرة (4)

أهم المنصات والتطبيقات العالمية في علوم التدريب الرياضي

Leading Global Platforms and Applications in Sports Training

المرحلة	الثانية – الدراسة الصباحية	**المادة**	الحاسوب وتقنيات المعلومات
الإعداد	أ.م.د. حيدر حسن محمد **م.م. اثير اسماعيل فاضل**	**المدة المقترحة**	ساعتان (نظري + نشاط)

أهداف المحاضرة (Learning Objectives)

بعد انتهاء المحاضرة يكون الطالب قادراً على أن:

1. يتعرف على أهم المنصات العالمية بالاسمين العربي والإنكليزي ووظيفة كل منها.
2. يصنّف المنصات بحسب نوعها: تتبع، بيانات، تخطيط تدريب، تحكيم، مراقبة التعافي.
3. يشرح بدقة مثال Zebra Technologies وحدود ما يوفره.
4. يقيّم مستوى الدليل العلمي لكل منصة بواقعية دون مبالغة.
5. يطبق معايير اختيار منصة مناسبة لمؤسسة رياضية صغيرة.
6. يقارن بين منصتين ويقدم توصية معللة.

خارطة المحاضرة (Lecture Map)

المحور	العنوان	الجانب التطبيقي
1	تصنيف المنصات ومعايير تقييمها (Classification & Criteria)	جدول تصنيفي
2	منصات التتبع والتحليل التكتيكي (Tracking & Tactical Analysis)	بطاقات: Second Spectrum, Zebra, Opta
3	منصات مراقبة الحمل والجاهزية (Load & Readiness)	بطاقات: Catapult, Whoop
4	منصات التخطيط والتدريب (Training Planning)	بطاقات: TrainingPeaks, Strava
5	تقنيات التحكيم (Officiating Technologies)	بطاقات: Hawk-Eye وVAR والتسلل شبه الآلي
6	منصات أخرى للمقارنة وجدول شامل (Other Platforms)	جدول مقارنة
7	معايير الاختيار، دراسة حالة، نشاط	قائمة فحص

أولاً: تصنيف المنصات ومعايير تقييمها (Classification & Evaluation Criteria)

تتعدد المنصات المستخدمة في علوم التدريب والرياضة، وتشترك غالباً في سلسلة: **حساسات/كاميرات** ← **بيانات** ← **خوارزميات** ← **تقارير**. ولتقييم أي منها نستخدم المعايير الآتية:

المعيار	السؤال الذي نطرحه
الصدق والثبات (Validity & Reliability)	هل قيست دقتها علمياً بمقارنتها بمعيار ذهبي (Gold Standard)؟
الأدلة المنشورة (Published Evidence)	هل توجد دراسات محكّمة مستقلة أم بيانات الشركة فقط؟

المعيار	السؤال الذي نطرحه
الفائدة التطبيقية (Practical Utility)	هل تغيّر قراراً فعلياً للمدرب؟
الخصوصية والأمان (Privacy & Security)	من يملك البيانات وأين تُخزن وكيف تُحمى؟
الكلفة وقابلية التوسع (Cost & Scalability)	هل تناسب موازنتنا؟ وهل تدعم عدد الرياضيين؟
التكامل (Interoperability)	هل تستطيع تصدير البيانات وربطها بأنظمة أخرى؟

فئة المنصة	وظيفتها	أمثلة في هذه المحاضرة
التتبع والتحليل التكتيكي	مواقع اللاعبين والكرة والإحصاءات	Second Spectrum، Zebra، Opta
مراقبة الحمل والجاهزية	أحمال وإشارات حيوية ونوم وتعافي	Catapult، Whoop
التخطيط والتدريب	إدارة البرامج وتحليل التدريب	TrainingPeaks، Strava
التحكيم	حسم القرارات الهندسية	Hawk-Eye، VAR، التسلل شبه الآلي

تنبيه منهجي (Methodological Note)
الحكم «معتمد عالمياً» يختلف عن «ثبتت فعاليته علمياً». كثير من هذه المنصات **منتشرة ومعتمدة عملياً** لدى الأندية، لكن **أدلة تأثيرها المباشر** في نتائج مثل تقليل الإصابات تتفاوت وتحتاج دراسات مستقلة. سنذكر لكل منصة «مستوى الدليل» بواقعية.

ثانياً: منصات التتبع والتحليل التكتيكي (Tracking & Tactical Analysis Platforms)

سبيكتروم الثاني — *Second Spectrum*	
الفئة	تتبع بصري وتحليلات تكتيكية.
كيف يُستخدم؟	كاميرات متعددة وخوارزميات رؤية حاسوبية وتعلم آلي تتبع اللاعبين والكرة وتشتق أنماط لعب (حركات الحجب، التمركز، الضغط) في كرة السلة وكرة القدم.
نبذة	شركة أمريكية صارت مزود بيانات التتبع البصري الرسمي لدوري NBA، ثم انضمت إلى مجموعة Genius Sports، وتخدم دوريات كرة قدم منها الدوري الإنجليزي.
مستوى الدليل	**متوسط إلى جيد** لدقة التتبع والاعتماد المؤسسي؛ أما أثره المباشر في نسب الفوز فيصعب عزله علمياً.
مثال	استخراج تحليلات دفاعية وهجومية لدور اللاعبين في تشكيلات الفريق.
حدود	الاعتماد على جودة الكاميرات، وكلفة عالية لا تناسب الأندية الصغيرة.

زيبرا تكنولوجيز (تتبع RFID) — *Zebra Technologies – MotionWorks / NFL Next Gen Stats*	
الفئة	تتبع مواقع بالحساسات اللاسلكية.
كيف يُستخدم؟	تُثبَّت **حساسات صغيرة (RFID/UWB)** في معدات اللاعبين وتتلقى إشاراتها أجهزة استقبال حول الملعب، فتُحسب المواقع والسرعات عدة مرات في الثانية، ثم تُشتق منها مقاييس تُعرض على المدربين والمحللين.
نبذة	تعاونت Zebra مع دوري NFL منذ عام 2014 لتتبع اللاعبين ضمن برنامج Next Gen Stats.

العناصر	(1) **الحساسات** على اللاعبين، (2) **أجهزة الاستقبال** والبنية الشبكية، (3) **برمجيات التحليل** والواجهات لعرض المقاييس.
الأركان	الدقة المكانية العالية، والمعالجة اللحظية، والتكامل مع أدوات التحليل والبث.
مستوى الدليل	**جيد** في دقة التتبع المكاني كتقنية قياس، لكن لا تتوفر لدينا أرقام موثوقة مستقلة عن «نسبة تحسن الأداء الجماعي» تُنسب إليها مباشرة.
تصحيح مهم	ارتبط اسم Zebra الأشهر برياضة **كرة القدم الأمريكية (NFL)**، وليس الدوري الإنجليزي الممتاز الذي يعتمد مزودي تتبع آخرين. ويجب التمييز بين تتبع **RFID** (حساسات) وتتبع **الكاميرات** (Second Spectrum).

أوبتا سبورتس (ستاتس بيرفورم) ***Opta Sports (Stats Perform)***	
الفئة	بيانات أحداث المباريات (Event Data).
كيف يُستخدم؟	تُسجَّل أحداث كل مباراة (تمريرات، تسديدات، مواقع الأحداث) بمزيج من محللين بشريين مدرَّبين وأدوات آلية، ثم تُستخدم في إحصاءات وتحليلات ونماذج تنبؤ مثل الأهداف المتوقعة (xG).
نبذة	من أقدم مزودي بيانات الأحداث في كرة القدم، وتستخدمها أندية وإعلام ومؤسسات تحليل ومراهنات.
مستوى الدليل	**جيد** كمصدر معتمد للبيانات؛ والتحليلات المبنية عليها تعتمد على جودة النموذج لا على البيانات وحدها.
مثال	استخدام xG لتقييم جودة الفرص بعد مباراة وليس النتيجة فقط.
حدود	الأحداث قد تتفاوت في تعريفها بين مزودين، ولا تقيس كل ما يحدث بلا كرة.

ثالثاً: منصات مراقبة الحمل والجاهزية (Load & Readiness Platforms)

كاتابولت سبورتس ***Catapult Sports***	
الفئة	مراقبة الحمل البدني بحساسات قابلة للارتداء.
كيف يُستخدم؟	يرتدي اللاعب جهازاً صغيراً (GPS + مقياس تسارع + جيروسكوب) غالباً في سترة، ويرسل بيانات المسافة والسرعة والتسارعات والتباطؤات، وتُعرض في لوحة للمدرب ومختص الأداء.
نبذة	شركة أسترالية الأصل مدرجة في البورصة وتتعامل مع أندية ومنتخبات في رياضات عديدة حول العالم.
مستوى الدليل	**جيد** في صدق وثبات قياسات GPS/IMU للحركة (دراسات التحقق)؛ أما **التنبؤ بالإصابات** فنتائجه أقل حسماً وتتطلب بيانات وتحليلات محلية [3، 5].
مثال	ضبط حجم الجري عالي السرعة قبل المباراة بحسب أحمال الأسبوع.
حدود	الكلفة، وتفسير المؤشرات يحتاج خبيراً، وخصوصية بيانات اللاعبين.

ووب ***Whoop***	
الفئة	سوار لمراقبة الجاهزية والتعافي.
كيف يُستخدم؟	يقيس النبض وتغيره (HRV) والنوم والحركة بشكل مستمر، ويحوّلها إلى مؤشرات مثل «الجهد» و«التعافي» تُعرض في تطبيق.
نبذة	شركة أمريكية تأسست عام 2012 وتستخدمها فئات رياضية وصحية عامة.

مستوى الدليل	**متوسط**: تُظهر دراسات التحقق دقة جيدة نسبياً في النبض والنوم الإجمالي مقارنة بالأجهزة المرجعية، مع تفاوت أكبر في تقدير مراحل النوم [8]؛ أما «درجة التعافي» نفسها فهي مؤشر خاص بالشركة ولا تُعد معيار تشخيص.
مثال	ملاحظة انخفاض HRV وسوء النوم قبل حمل تدريبي عالٍ فتعديل شدته.
حدود	لا يصلح لتشخيص إرهاق أو مرض، وتتأثر قراءاته بوضع الجهاز والحركة.

رابعاً: منصات التخطيط والتدريب (Training Planning Platforms)

تدريب بيكس *TrainingPeaks*	
الفئة	تخطيط وتحليل التدريب.
كيف يُستخدم؟	يستورد بيانات التمارين من الساعات وأجهزة الدراجة والجري، ويحسب مؤشرات حمل مثل **TSS** و**CTL** (لياقة) و**ATL** (إرهاق) و**TSB** (توازن) المبنية على نماذج الحمل المتراكم، ويتيح للمدرب كتابة الخطط ومتابعتها.
نبذة	منصة يستخدمها مدربو الجري والدراجات والترايثلون على نطاق واسع.
مستوى الدليل	**جيد كمنهج**: فكرة الحمل التراكمي (Fitness–Fatigue) علمية قديمة، لكنها نموذج مبسّط وتختلف دقته من فرد لآخر [7].
مثال	مدرب يخفف حمل لاعب عند ارتفاع مؤشر الإرهاق قبل بطولة.
حدود	تعتمد على إدخال بيانات دقيقة، وهي أداة تخطيط أكثر من كونها «ذكاء اصطناعي» بالمعنى الدقيق.

سترافا *Strava*	
الفئة	تطبيق نشاط بدني اجتماعي.
كيف يُستخدم؟	يسجل مسارات الجري والدراجة بـ GPS، ويقارن الأداء على «مقاطع» مشتركة، ويقدم إحصاءات ومشاركة اجتماعية، وأضاف مؤخراً مزايا مدعومة بالذكاء الاصطناعي لتلخيص التمارين.
نبذة	من أكثر تطبيقات الرياضيين الهواة انتشاراً، ويشجع الحافز عبر المجتمع.
مستوى الدليل	**محدود** لإثبات تحسين أداء محدد؛ قيمته الأساسية في التحفيز والتتبع.
حالة تحذيرية	كشفت «الخريطة الحرارية العالمية» عام 2017–2018 مواقع منشآت عسكرية من مسارات جري مستخدميها، مما بيّن مخاطر الخصوصية (تُناقش في المحاضرة الخامسة).

خامساً: تقنيات التحكيم (Officiating Technologies)

هوك آي *Hawk-Eye*	
الفئة	تتبع بصري بكاميرات متعددة.
كيف يُستخدم؟	تُسجَّل الكرة من زوايا عدة ويُحسب مسارها ثلاثي الأبعاد بالتثليث لتحديد موقع الارتطام أو تجاوز الخط.
الاستخدام	التنس، الكريكيت (مراجعة القرار)، تقنية خط المرمى في كرة القدم، وغيرها.
مستوى الدليل	**جيد**: نظام معتمد من اتحادات رياضية بعد اختبارات دقة معيارية، مع هامش خطأ صغير معلن.

مساعد الفيديو للحكم *VAR – Video Assistant Referee*	
الفئة	مراجعة فيديو بإشراف حكام بشر.
كيف يُستخدم؟	فريق حكام يراجع لقطات الفيديو في حالات محددة (الأهداف، ركلات الجزاء، البطاقات الحمراء، الهوية الخاطئة) ويوصي الحكم الرئيس.
نقطة جوهرية	VAR **ليس خوارزمية ذكاء اصطناعي تقرر**؛ بل نظام مراجعة بشري بدعم الفيديو. أما قرارات التسلل فتستخدم أدوات قياس وخطوط افتراضية.
مستوى الدليل	**متوسط إلى جيد**: أفاد FIFA بتحسن نسبة القرارات الصحيحة في كأس العالم 2018، مع استمرار الجدل حول زمن المراجعة وتقدير الحالات الحدّية.

التسلل شبه الآلي *Semi-Automated Offside Technology (SAOT)*	
الفئة	رؤية حاسوبية + حساس + خوارزميات.
كيف يُستخدم؟	استخدم كأس العالم 2022 نحو 12 كاميرا تتبع تلتقط 29 نقطة على جسم كل لاعب، وحساساً داخل الكرة يرسل بياناته بتردد عالٍ لتحديد لحظة لمس الكرة، ثم تُنشأ صورة ثلاثية الأبعاد ويؤكدها الحكم.
مستوى الدليل	**جيد** لسرعة القرار وهندسة القياس؛ ويبقى البشر في حلقة القرار.

سادساً: جدول مقارنة شامل وأمثلة أخرى (Comprehensive Comparison)

المنصة	الفئة	مصدر البيانات	مستوى الدليل	أبرز استخدام
Second Spectrum	تتبع بصري	كاميرات	متوسط–جيد	تحليل تكتيكي لكرة السلة والقدم
Zebra	تتبع RFID	حساسات + مستقبلات	جيد (قياس)	بيانات مواقع في NFL
Opta	بيانات أحداث	محللون + أدوات	جيد	إحصاءات ونماذج xG
Catapult	مراقبة الحمل	GPS/IMU	جيد (القياس)	إدارة الأحمال التدريبية
Whoop	جاهزية وتعافٍ	نبض/نوم	متوسط	تقدير الجاهزية والنوم
TrainingPeaks	تخطيط	بيانات التمارين	جيد (منهج)	جداول حمل وإرهاق
Strava	نشاط اجتماعي	GPS الهاتف/الساعة	محدود	تتبع وتحفيز
Hawk-Eye / SAOT	تحكيم	كاميرات + حساس	جيد	قرارات الخط والتسلل

منصات أخرى معروفة (Other Well-Known Tools)

المنصة	الفكرة	ملاحظة
STATSports	سترات GPS لمراقبة الحمل	تنافس Catapult في كرة القدم والرغبي
Kinexon	تتبع موقع محلي بالحساسات (LPS)	يُستخدم في رياضات الصالات والفرق
Hudl	منصة تحليل فيديو وتبادل المقاطع	شائعة في المدارس والأندية

المنصة	الفكرة	ملاحظة
Polar / Garmin / Apple Watch	ساعات وأحزمة نبض للهواة والمحترفين	تفاوت دقة القياسات بحسب النشاط
Oura	خاتم لمراقبة النوم والجاهزية	تقدير يعتمد على خوارزميات خاصة

سابعاً: معايير اختيار منصة لمؤسسة رياضية صغيرة (Selection Checklist)

1. حدّد المشكلة أولاً: ماذا نريد أن نقرر أو نحسّن؟
2. اطلب أدلة تحقق مستقلة لا مواد دعائية فقط.
3. جرّب نسخة تجريبية على فريق صغير قبل الشراء.
4. افحص سياسة الخصوصية وملكية البيانات وإمكانية تصدير بياناتك.
5. احسب الكلفة الكلية: الأجهزة والاشتراك والتدريب والصيانة.
6. تأكد من وجود مختص قادر على تفسير المخرجات.
7. حدّد مؤشرات نجاح قابلة للقياس بعد 3 إلى 6 أشهر.

ثامناً: دراسة حالة وسيناريو (Case Study)

الحالة: مركز أداء جامعي يختار بين Catapult وTrainingPeaks

السيناريو (Hypothetical)
مركز أداء جامعي لديه ميزانية محدودة، وتخصصاته بين كرة القدم والجري، ويبحث عن نظام لمراقبة الأحمال وتخطيط التدريب.

وجه المقارنة	Catapult	TrainingPeaks
الأنسب لـ	الرياضات الجماعية والحركة الدقيقة	الجري والدراجات والتدريب الفردي
الأجهزة	تحتاج أجهزة GPS لكل لاعب	يستورد بيانات من ساعات متنوعة
الكلفة	أعلى غالباً	أقل غالباً
التوصية المقترحة	مناسب لفريق كرة قدم حين تتوفر ميزانية وخبرة	مناسب لبرامج الجري وللبدء بجدولة منظمة

الدرس: لا توجد منصة «أفضل» مطلقاً؛ بل الأنسب بحسب الرياضة والميزانية والكوادر والمشكلة المحددة.

تاسعاً: نشاط صفّي (Class Activity)

المطلوب (مجموعات): اختاروا منصتين من المحاضرة وقارنوا بينهما لمؤسسة رياضية افتراضية وقدموا توصية:

البند	المنصة الأولى	المنصة الثانية
الاسم (AR / EN)		
الفئة والوظيفة		
مستوى الدليل العلمي		
الخصوصية والكلفة		
التوصية النهائية وسببها		

مسرد المصطلحات (Glossary)

المصطلح (Term)	المعنى
Tracking	تتبع المواقع
Event Data	بيانات أحداث المباراة
xG (Expected Goals)	الأهداف المتوقعة
GPS / IMU	نظام تحديد المواقع / وحدة القياس بالقصور الذاتي
RFID / UWB	تعريف بالراديو / نطاق عريض جداً
HRV	تغير معدل النبض
TSS / CTL / ATL / TSB	مؤشرات حمل: ضغط / لياقة / إرهاق / توازن
Gold Standard	المعيار الذهبي للمقارنة
Validity	الصدق
Reliability	الثبات
Hawk-Eye	تتبع بصري ثلاثي الأبعاد
VAR	مساعد الفيديو للحكم
SAOT	التسلل شبه الآلي
Interoperability	التكامل بين الأنظمة
Vendor	المزوّد التجاري

أسئلة تدريبية (Practice Questions)

أولاً: اختيار من متعدد (Multiple Choice)

1) ارتبط اسم Zebra Technologies في الرياضة أساساً بـ:

أ) تتبع RFID في دوري NFL
ب) الدوري الإنجليزي لكرة القدم حصراً
ج) تحليل الجماهير فقط
د) قياس النوم

2) أي منصة تعد أساساً مزود بيانات أحداث المباريات؟

أ) Opta
ب) Whoop
ج) Strava
د) Hawk-Eye

3) نظام VAR هو في جوهره:

أ) خوارزمية تقرر وحدها
ب) نظام مراجعة بشرية بدعم الفيديو
ج) حساس داخل الكرة
د) تطبيق لياقة

4) المنصة التي تعرض مؤشرات الحمل CTL وATL وTSB هي:

أ) Catapult
ب) TrainingPeaks
ج) Opta
د) Hawk-Eye

5) عبارة «معتمد عالمياً» تعني بالضرورة:

أ) ثبوت فعاليته العلمية مباشرة
ب) انتشاره المؤسسي فقط وقد تختلف أدلة تأثيره
ج) عدم وجود أي سلبيات
د) أنه مجاني

ثانياً: صح أم خطأ (True / False)

1. Second Spectrum يعتمد أساساً على الكاميرات، بينما Zebra يعتمد على حساسات RFID. ( )
2. تؤكد الدراسات أن Whoop يشخّص الإرهاق والمرض بدقة كاملة. ( )
3. تصدير البيانات والخصوصية من معايير اختيار المنصة. ( )
4. التسلل شبه الآلي يلغي دور الحكم البشري تماماً. ( )

ثالثاً: أسئلة قصيرة (Short Answer)

1. اذكر ثلاث منصات من المحاضرة بالاسمين العربي والإنكليزي ووظيفة كل منها.
2. ما الفرق بين تتبع الكاميرات وتتبع الحساسات؟
3. ما معايير تقييم منصة قبل شرائها؟

رابعاً: أسئلة تحليلية وتطبيقية (Analytical & Applied)

1. قارن بين Catapult وWhoop من حيث الفئة والبيانات ومستوى الدليل.
2. اقترح منصة لفريق كرة يد جامعي بميزانية محدودة مع التبرير.

الإجابات النموذجية (Answer Key)

القسم	الإجابة
اختيار من متعدد	1-أ ، 2-أ ، 3-ب ، 4-ب ، 5-ب
صح / خطأ	1-صح ، 2-خطأ ، 3-صح ، 4-خطأ

ملخص المحاضرة (Summary)

- تُصنَّف المنصات إلى تتبع وتحليل تكتيكي، ومراقبة حمل وجاهزية، وتخطيط تدريب، وتحكيم.
- الانتشار المؤسسي لا يساوي إثبات الفعالية؛ فلكل منصة مستوى دليل ينبغي قراءته بواقعية.
- يعتمد اختيار المنصة على المشكلة والرياضة والميزانية والخصوصية والخبرة الفنية.

المصادر والمراجع (References)

1. Bourdon PC, Cardinale M, Murray A, et al. Monitoring athlete training loads: consensus statement. Int J Sports Physiol Perform. 2017;12(Suppl 2):S2-161–S2-170.
2. Halson SL. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. Sports Med. 2014;44(Suppl 2):S139–S147.
3. Claudino JG, Capanema DO, de Souza TV, et al. Current approaches to the use of artificial intelligence for injury risk assessment and performance prediction in team sports: a systematic review. Sports Med Open. 2019;5:28.

4. Linke D, Link D, Lames M. Football-specific validity of TRACAB's optical video tracking systems. PLoS ONE. 2020;15(3):e0230179.
5. Seshadri DR, Li RT, Voos JE, et al. Wearable sensors for monitoring the internal and external workload of the athlete. npj Digit Med. 2019;2:71.
6. Rein R, Memmert D. Big data and tactical analysis in elite soccer: future challenges and opportunities for sports science. SpringerPlus. 2016;5:1410.
7. Banister EW, Calvert TW, Savage MV, Bach T. A systems model of training for athletic performance. Aust J Sports Med. 1975;7:57–61.
8. Miller DJ, Sargent C, Roach GD. A validation of six wearable devices for estimating sleep, heart rate and heart rate variability in healthy adults. Sensors. 2022;22(16):6317.
9. FIFA. Football Technology – VAR and Semi-Automated Offside Technology documentation (FIFA World Cup 2018/2022).

إعداد: **أ.م.د. حيدر حسن محمد**
م.م. اثير اسماعيل فاضل