عشر قواعد بسيطة لجعل المواد التدريبية متوافقة مع مبادئ (FAIR)

ليلى غارسيا، بيرينيس باتو، ميليسا ل. بيرك، ماتيوش كوجاك، فوتيس بسوموبولوس، ريكاردو أرسيلا، تيريزا ك. أتوود، نيال بيرد، دينيس كارفاليو-سيلفا، ألكسندروس ك. ديموبولوس، فيكتوريا دومينغيث ديل أنخيل، ميشيل دومونتييه، كيم ت. غورويتز، رولاند كراوزه، بيتر ماكويلتون، لوريدانا لي بيرا، سارة ل. مورغان، بايفي راوستي، أليغرا فيا، باسكال كاليم، غابرييلا روستيتشي، سيليا و. غ. فان خيلدر، باتريشيا م. بالاجي



الملخص:

يقدّم هذا المقال للمدرّبين في مجالي المعلوماتية الحيوية والبيولوجيا الحاسوبية عشر قواعد بسيطة لجعل موادهم التدريبية متوافقة مع مبادئ (FAIR)، أي قابلة للعثور عليها والوصول إليها والتشغيل البيني وإعادة الاستخدام. وينطلق من تزايد الطلب العالمي على التدريب وصعوبة العثور على مواد قائمة مبعثرة على الإنترنت أو حبيسة مؤسساتها. وتشمل القواعد التخطيط لمشاركة المواد على الإنترنت، ووصفها ببيانات وصفية منظمة كمواصفة (TrainingMaterial) في (BioSchemas)، ومنحها معرّفات دائمة، وتسجيلها في سجلات مثل (TeSS)، وتحديد قواعد الوصول إليها، واستخدام صيغ قابلة للتشغيل البيني، وجعلها قابلة لإعادة الاستخدام من المدرّبين والمتدرّبين بترخيص مناسب وبيانات وصفية مقترحة، وتيسير المساهمة فيها، وتحديثها باستمرار. ويقارن المقال بين صيغ المواد الشائعة، ويخلص إلى أن جعل المواد التدريبية متوافقة مع هذه المبادئ خطوة مهمة نحو إشاعة المعرفة.

الكلمات المفتاحية: مبادئ (FAIR)، المواد التدريبية، البيانات الوصفية، المعرّفات الدائمة، المعلوماتية الحيوية

مقدمة:

يستمر الطلب العالمي على التدريب في المعلوماتية الحيوية (bioinformatics) والبيولوجيا الحاسوبية (computational biology) في النمو. وقد لُبّي هذا الطلب بزيادة المعروض من فرص التدريب، ومنها ورش العمل الحضورية [1]، والتعلم الإلكتروني [2]، والندوات عبر الويب [3]، وغيرها. ومن المهام الرئيسة في تطوير جلسات تدريبية جديدة إعداد المواد التدريبية، وهو ما قد يستغرق وقتًا طويلًا ويشكّل تحديًا للمدرّبين الجدد وذوي الخبرة على حد سواء. ومن الحلول المتاحة العثور على مواد موجودة واستخدامها وإعادة استخدامها. ويتطلب ذلك أن

يكون مؤلفوها قد شاركوها، ووصفوها وصفًا سليمًا، وأتاحوها للاستخدام وإعادة الاستخدام؛ لكن العثور على مواد مناسبة على الإنترنت غير خاضعة لقيود الترخيص أو حقوق المؤلف قد يكون صعبًا. كما أنها كثيرًا ما تكون مبعثرة بين مستودعات مختلفة، أو معزولة في مؤسساتها الأم، أو تفتقر إلى البيانات الوصفية اللازمة لتمكين إعادة استخدامها. وإذا أردنا تلبية الطلب على التدريب في المعلوماتية الحيوية والبيولوجيا الحاسوبية، فعلينا أن نشارك المواد التدريبية ونقدّمها على نحو متسق، متبعين أفضل الممارسات التي تمكّن من إعادة استخدامها وتكييفها [4,5].

وبعد أن واجه مجتمع البحث العلمي تحديات مماثلة مع كائنات رقمية أخرى [6]، نشر مبادئ (FAIR) [7] وإرشادات لكيفية تطبيقها (مثل GO FAIR) [8] ورابطة المكتبات البحثية الأوروبية (Association of European Research Libraries, LIBER [9]). وفي إطار البنية التحتية الأوروبية لعلوم الحياة الخاصة بالمعلومات البيولوجية (ELIXIR) [10]، تجمع منصة التدريب (Training Platform) [11] المعلومات عن المواد التدريبية من 23 عقدة أوروبية مشاركة وتشاركها عبر نظام الدعم الإلكتروني للتدريب (Training e-Support System, TeSS) [12]. وفي إطار هذه العملية، نستكشف تطبيق مبادئ (FAIR) على تلك المواد، بهدف تحسين قابليتها للاستخدام وإعادة الاستخدام.

ونقدّم هنا للمدرّبين بعض القواعد البسيطة للمساعدة في جعل موادهم التدريبية متوافقة مع مبادئ (FAIR)، بما يمكّن الآخرين من العثور عليها واستخدامها وإعادة استخدامها وتكييفها. ونستخدم تعريفًا واسعًا لـ«المواد التدريبية» يشمل أي كائن رقمي يُستخدم في سياق تدريبي (مثل العروض التقديمية بالشرائح، والتمارين، ومجموعات البيانات، وغيرها).

القاعدة 1: خطّط لمشاركة موادك التدريبية على الإنترنت:

بصفتك مدرّبًا، فمن المرجح أنك معلّم شغوف وحريص على مشاركة خبرتك. ومشاركة موادك إحدى طرق تحقيق ذلك، وهي خطوة بسيطة يمكن أن تجلب فوائد كثيرة:

- فهي بالنسبة إليك توفر سجلًا (واعترافًا) بالتدريب الذي طوّرته
- وبالنسبة إلى المدرّبين الآخرين، يمكن أن توفر مصدر إلهام، من حيث المحتوى الذي تتناوله وطريقة التقديم
- وبالنسبة إلى المتدرّبين، توفر بيئة يسهل التنقل فيها للعثور على الموارد التدريبية ذات الصلة وبناء مسارات تعلم مخصصة
- وبالنسبة إلى مجتمع المعلوماتية الحيوية، تيسّر إجراء تحليلات منهجية للثغرات في التدريب وتطوير مواد ودورات إضافية.

وهناك طرق كثيرة لمشاركة المواد: منها خوادم الويب الشخصية أو المؤسسية؛ وأدوات التعاون السحابية (مثل Google Drive) و(Dropbox))؛ والمستودعات العابرة للتخصصات (مثل figshare) [13] و(GitHub) [14] و(YouTube) [15])؛ أو مستودعات البيانات المتخصصة لمجموعات البيانات التي تشكّل جزءًا لا يتجزأ من جلسات تدريبية بعينها.

وفي النهاية، تتوقف طريقة مشاركة موادك التدريبية ومكانها على ظروفك الخاصة (ومنها القواعد المؤسسية). وقد وُضعت أدلة متنوعة للمساعدة في اختيار مستودعات البيانات المناسبة [16,17]، وكثير مما تقدّمه من نصائح ينطبق أيضًا على اختيار مكان مشاركة المواد التدريبية. والمشاركة خير من عدمها؛ لكن من المهم، قبل أن تشارك، أن تفكر في كيفية جعل موادك متوافقة مع مبادئ (FAIR)، وفي الكيفية التي قد يؤثر بها اختيارك للمستودع في ذلك. والقيام بذلك منذ البداية سيمكّنك من نشر عملك بكفاءة أكبر وعلى نطاق أوسع.

القاعدة 2: حسّن قابلية العثور على موادك التدريبية بوصفها وصفًا سليمًا:

يُعد وصف الكائنات الرقمية ببيانات وصفية منظمة أمرًا أساسيًا لجعلها متوافقة مع مبادئ (FAIR). وأيًّا كان نوع الكائن، فإن إضافة بيانات وصفية مناسبة ومعيارية ستساعد في جعله مقروءًا آليًا وبشريًا على حد سواء. ويمكن استضافة البيانات الوصفية خارج الكائن الرقمي نفسه، بما يعزز قابلية العثور عليه ويحفظ المعلومات، حتى بعد أن يكف الكائن الرقمي عن الوجود.

ومشروع (Schema.org) [18] مشروع تعاوني ييسّر إضافة البيانات الوصفية المنظمة إلى صفحات الويب. وهو يصف أنواع البيانات (الأفلام، والكتب، وغيرها) والخصائص (الممثل، والمؤلف، وغيرها)، التي يمكن أن تفهرسها محركات البحث وتستخدمها لتقديم مقتطفات من المعلومات (كتلك التي تظهر في عمليات البحث في (Google)). وتتضمن مبادرة (BioSchemas) [19]، وهي مبادرة مجتمعية لتوسيع معيار (Schema.org) ليشمل موارد علوم الحياة، مواصفةً لـ (TrainingMaterial) (المادة التدريبية) [20]. وتمثل هذه المواصفة، إلى جانب مواصفتي (Course) (الدورة) و(CourseInstance) (انعقاد الدورة)، جهدًا مشتركًا بين منصة التدريب في (ELIXIR) والمنظمة العالمية للتعلم والتعليم والتدريب في المعلوماتية الحيوية (Global Organisation for Bioinformatics Learning, Education and Training, GOBLET) [21,22]، إذ توفر معايير للبيانات الوصفية يقرّها المجتمع لجعل المواد التدريبية أيسر اكتشافًا (discoverable). وتقدّم المواصفة إرشادات بشأن نوع المعلومات التي ينبغي تقديمها عند مشاركة مواردك التدريبية (مثل المتطلبات المسبقة، والجمهور المستهدف، ونواتج التعلم). وبمجرد توصيف الموارد التدريبية باستخدام مواصفات (BioSchemas)، يمكن أن تجمّعها آليًا سجلات التدريب مثل (TeSS).

ومن المهم أيضًا وصف المواد التدريبية وتوصيفها بكلمات مفتاحية ذات صلة مأخوذة من المفردات المضبوطة (controlled vocabularies) أو التصنيفات أو المكانز أو الأنطولوجيات. فذلك يقلل الالتباس وييسّر اكتشاف المعلومات واسترجاعها بتحسين فاعلية التصفية بالبيانات الوصفية. ومن أمثلة الأنطولوجيات (EDAM) [23]، التي تتضمن مصطلحات لأنواع البيانات، ومعرّفات البيانات، وصيغ البيانات، والعمليات، والموضوعات. ويمكن العثور على أنطولوجيات أخرى في موارد مثل (FAIRsharing) [24]، وخدمة البحث في الأنطولوجيات (Ontology Lookup Service) [25]، أو (BioPortal) [26].

القاعدة 3: امنح موادك التدريبية هوية فريدة:

المواد التدريبية، شأنها شأن أي كائن رقمي لا يكون معرّفه الفريد سوى محدد موقع موحد للموارد (URL)، معرّضة لخطر الاختفاء، [27] بسبب إيقاف الخدمات، أو عدم استقرار الروابط (مثلًا حين تصبح نطاقات الويب غير متاحة)، أو عوامل أخرى. ويمكن معالجة هذه المشكلة، المعروفة أيضًا باسم «تعطّل الروابط» (link rot) [28]، باستخدام المعرّفات الدائمة (persistent identifiers, PIDs). والمعرّف الدائم رمز تعريف فريد يُلحق بكائن رقمي ويُسجَّل في موقع متفق عليه. ويُضمن أن يظل فاعلًا، حتى لو تغيّر عنوان (URL) الخاص بالمؤسسة [29].

ويؤدي توفير معرّفات دائمة للمواد التدريبية إلى جعلها أسهل في الاستشهاد بها، ويساعد أنظمة مقاييس البحث على إحصاء تلك الاستشهادات. وأكثر أنظمة المعرّفات الدائمة استخدامًا هي محدد موقع الموارد الموحد الدائم (PURL) [30]، ونظام (Handle System) [31]، ومفتاح الموارد الأرشيفية (Archival Resource Key, ARK) [32]، ومعرّف الكائن الرقمي (DOI) [33].

وتؤدي معرّفات دائمة أخرى أدوارًا مهمة في تعريف المواد التدريبية ومجموعات البيانات والبرمجيات وغيرها من الكائنات الرقمية. فعلى سبيل المثال، يركز المعرّف المفتوح للباحث والمساهم (Open Researcher and Contributor ID, ORCID) [34] على تعريف الباحثين، بما يسهّل على المؤلفين نيل الاعتراف بعملهم، بصرف النظر عن اختلاف صيغ أسمائهم. ولزيادة توافق المواد التدريبية مع مبادئ (FAIR) والاعتراف بمؤلفيها، يمكن إضافة هذه المعرّفات الدائمة إلى ملف استشهاد أو ملف (README) أو قسم يرافق البيانات الوصفية اللازمة. ومع أن المعرّفات الدائمة لا تكفي لضمان التوافق مع مبادئ (FAIR)، فإنها تمنح قدرًا من الدوام والسلامة.

القاعدة 4: سجّل موادك التدريبية على الإنترنت:

لجعل موادك أيسر اكتشافًا، من المفيد مشاركتها عبر سجل على الإنترنت يستهدف جمهورًا محددًا (مثل المعلوماتية الحيوية، أو الفيزياء، وغيرهما). وبوابة التدريب في (ELIXIR)، أي (TeSS)، سجل مركزي للبيانات الوصفية يتيح تصفح الفعاليات والمواد التدريبية في علوم الحياة المبعثرة حاليًا عبر الإنترنت واكتشافها. ويتيح (TeSS) للمستخدمين تسجيل المحتوى يدويًا، وهو ما ينطوي على عبء كبير، إذ يتطلب من المزوّدين أن يحرصوا على إضافة مواردهم في الوقت المناسب وتحديثها بانتظام. أما الآلية المفضلة، ومن ثم الأساسية، لجمع البيانات الوصفية للتدريب في (TeSS) فهي تجميع البيانات من مزوّدي المحتوى آليًا. وينطوي ذلك على استخدام «كاشطات» (scrapers) مصممة خصيصًا تستخلص المعلومات من مجموعة متنوعة من المواقع الموثوقة [35].

وتتيح بوابة التدريب في (GOBLET) [36] أيضًا الرفع اليدوي للفعاليات والمواد التدريبية. وكما في (TeSS)، توسم الموارد بمصطلحات من أنطولوجيا (EDAM)، ويجب أن يحافظ مزوّدو المحتوى على تحديثها. لكن بوابة (GOBLET)، إضافة إلى ذلك، تستورد معلومات التدريب من (TeSS) وتعرضها عبر أداة مدمجة (widget) . وهذا يعني أن (GOBLET) مزوّد للمحتوى ووسيلة لنشر معلومات التدريب التي يحصدها (TeSS) في آن واحد. ومن السجلات الأخرى (OER Commons) للموارد التعليمية المفتوحة (open educational resources, OER) [37].

القاعدة 5: حدّد قواعد الوصول إلى موادك التدريبية:

تشير القابلية للوصول إلى القدرة على استرجاع المحتوى. وقد يكون الوصول إلى المواد التدريبية مفتوحًا أو محدودًا عبر آلية لطلب الوصول. وقد تلزم المصادقة بسبب العضوية (أي أن محتوى موقع ما قد يقتصر على الأعضاء)، أو النطاقات المقيّدة (مثل تلك المتاحة لطلاب جامعة معينة فقط)، أو الخيارات المدفوعة (أي أن المحتوى لا يتاح إلا مقابل رسوم). وينبغي النص بوضوح، ضمن البيانات الوصفية، على ما إذا كانت موادك التدريبية مفتوحة أو مقيّدة. ومن المستحسن أيضًا بيان قواعد الوصول بلغة إنجليزية بسيطة (مثلًا على الموقع الذي يستضيف موادك) حتى يعرف الآخرون كيفية الحصول على الوصول. وإذا كنت تجمع بيانات الاستخدام، فمن المهم تضمين معلومات حماية البيانات، إما ضمن توثيق المادة، أو في إخلاءات المسؤولية على الموقع المستضيف، أو في البيانات الوصفية للمادة.

القاعدة 6: استخدم صيغة قابلة للتشغيل البيني لموادك التدريبية:

يجب أن تُحفظ المواد التدريبية بصيغ قابلة للتشغيل البيني (interoperable)، حتى يمكن استخدامها في سياقات مختلفة (مثل أنظمة التشغيل والبرمجيات) والبناء عليها لاحقًا.

وبالنسبة إلى مواد مثل الشرائح، من المهم أن يتمكن المدرّبون الآخرون من إعادة استخدامها، أو ضبطها بدقة، أو حتى توسيعها. وهذا يعني أن عليك اختيار صيغة تدعم التحرير والتوسيع. والمعيار الفعلي (de facto) هنا هو (Microsoft PowerPoint) [38]، المتاح فقط للحواسيب التي تعمل بنظام (Windows) أو (macOS). وصيغة الملفات الافتراضية التي يستخدمها (Microsoft PowerPoint) هي عرض (Open XML) التقديمي (PPTX)، وهي متوافقة مع بدائل أخرى مفتوحة المصدر، مثل (Apache OpenOffice Impress) [39] و(LibreOffice Impress) [40].

أما الأدوات الاحتكارية الأخرى، مثل (Keynote) [41]، فتستخدم صيغ ملفات خاصة بالبرمجية مقيِّدة جدًا.

ومن صيغ الملفات المفتوحة الشائعة الاستخدام أيضًا صيغة المستندات المحمولة (Portable Document Format, PDF) [42]، المتوافقة مع طائفة متنوعة من أنظمة التشغيل والمتصفحات والبرمجيات وغيرها. غير أن مستندات (PDF) ليست سهلة التحرير، ومن ثم قد تصعب إعادة استخدامها. ومن البدائل استخدام فئة (class) من فئات (LaTeX) [43] (مثل (Beamer))، تأخذ ملفًا مصدريًا منظمًا، وتترجمه، ثم تُخرج ملف (PDF). لكن أدوات كهذه تتطلب منك امتلاك المهارات التقنية اللازمة. وإذا كنت تستخدم ملفات (PDF)، فإننا نوصي بأن تتيح أيضًا الملفات الأصلية (سواء أكانت (PPTX) أم (LaTeX))، حتى يتمكن المدرّبون الآخرون من تعديلها وتكييفها وفق احتياجاتهم.

وهناك أيضًا اتجاه متنامٍ إلى تقديم المواد التدريبية بصيغتي (Markdown) (MD) و(reStructuredText) (RST)، وإتاحتها عبر خدمات مثل (Read the Docs) [44] و(GitHub). وهاتان الصيغتان لا تتطلبان جهدًا كبيرًا في التعلم، وتتيحان (إعادة) الاستخدام وضبط الإصدارات (version control). لكنهما تعملان على أفضل وجه حين تكونان متاحتين موارد على الإنترنت، وهو ما قد يكون مقيِّدًا في البيئات ضعيفة الاتصال.

وقد تتضمن مواد مثل التمارين العملية برمجيات وبيانات ذات صلة، ينبغي أيضًا توفيرها بصيغ قابلة للتشغيل البيني، وفقًا لمبادئ (FAIR) [7,45]. ويعرض الجدول 1 نظرة عامة على المزايا والعيوب الرئيسة لأكثر صيغ المواد التدريبية شيوعًا.

الجدول 1. مقارنة بين الصيغ الشائعة للمواد التدريبية:

الصيغة	المزايا	العيوب
(PPT) و(PPTX)	• سهلة (إعادة) الاستخدام / • متاحة لأنظمة تشغيل/برمجيات متعددة / • واسعة الانتشار	• وسيلة محدودة لتقديم تعليمات تدريبية مفصلة / • لا تخضع لضبط الإصدارات
(Keynote)	• مظهر جمالي مصقول عمومًا	• مقتصرة على عائلة (macOS) / • لا تخضع لضبط الإصدارات
(PDF)	• يمكن عرضها على نحو مطابق في أي بيئة	• ليست سهلة التحرير / • لا تخضع لضبط الإصدارات
(TeX)	• سهلة التحرير / • تخضع لضبط الإصدارات / • مجانية	• منحنى تعلم حاد للمدرّبين

الصيغة	المزايا	العيوب
(MD) و(RST) و(HTML)	• تخضع لضبط الإصدارات؛ مجانية	• العرض (تحتاج إلى قوالب لتحويلها إلى (HTML))
(Google slides)	• تخضع لضبط الإصدارات؛ مجانية	• لا يمكن استخدامها دائمًا بسبب السياسات المحلية/المؤسسية / • ليست متاحة دائمًا (بحسب الموقع الجغرافي)

(MD): (Markdown)؛ (PDF): صيغة المستندات المحمولة (Portable Document Format)؛ (PPT): (PowerPoint)؛ (PPTX): عرض باوربوينت التقديمي (PowerPoint Open XML Presentation)؛ (RST): (reStructuredText)

القاعدة 7: اجعل موادك التدريبية قابلة للاستخدام وإعادة الاستخدام من المدرّبين:

قد ترغب في إعادة استخدام مواد شخص آخر كليًا أو جزئيًا أو لمجرد الاستلهام منها. وأيًّا كان الأمر، فسيتطلب ذلك تحديث تلك المواد وتكييفها مع سياقات جديدة لمراعاة جماهير مختلفة أو التغيرات في المجال، على سبيل المثال. ويمكن جعل المواد التدريبية أسهل على الآخرين في إعادة استخدامها وتكييفها بتطبيق ترخيص مناسب عليها وتوصيفها ببيانات وصفية (يُنظر القاعدة 2).

واختيار الترخيص أمر مهم. فالمواد التدريبية، افتراضيًا، تخضع عمومًا لحقوق المؤلف على نحو مقيِّد، بحيث لا يحق إلا لمؤلفيها والمساهمين الأصليين فيها استخدامها وتعديلها وإنشاء أعمال مشتقة منها أو توزيعها. ويمكن تطبيق تراخيص المشاع الإبداعي (Creative Commons, CC) لمنح المؤلفين والمستخدمين حقوقًا مناسبة للاستخدام وإعادة الاستخدام [46]. ومن المهم النص بوضوح على الترخيص المختار وتضمين معلومات عن كيفية الاستشهاد بالمادة، ضمن البيانات الوصفية للمادة.

وينبغي أن توفر البيانات الوصفية المشارَكة مع المواد التدريبية سياقًا وتفاصيل كافية لتمكين الآخرين من تقدير ما إذا كانت المواد مناسبة وقابلة للتكييف مع بيئاتهم الخاصة. ويقدّم الجدول 2 إرشادات عامة بشأن نوع المعلومات التي ينبغي تضمينها.

الجدول 2. البيانات الوصفية المقترحة للمواد التدريبية:

نوع البيانات الوصفية	ما ينبغي تضمينه
العنوان	عنوان المادة التدريبية.
بيانات الاتصال	اسم المؤلف (المؤلفين) وبيانات الاتصال.
تفاصيل الترخيص و(إعادة) الاستخدام	الترخيص الذي تُشارك المواد بموجبه، وقواعد (إعادة) الاستخدام والمساهمة وشروطهما.
الاستشهاد المفضل	تعليمات حول كيفية الاستشهاد بمادتك.
الوصف	نظرة عامة على الموضوع، وأهداف التدريب، واللغة التي يُقدَّم بها التدريب.
نواتج التعلم	عبارات تبيّن ما ينبغي أن يتمكن المتدرّبون من فعله عند إتمام التدريب بنجاح.
الجمهور المستهدف	الجمهور المقصود، ومعارفه ومهاراته المسبقة اللازمة، وخلفيته العامة، وكيف ستساعده المادة التدريبية.

نوع البيانات الوصفية	ما ينبغي تضمينه
الموارد المطلوبة	الموارد التقنية والمواد ذات الصلة (متطلبات البرمجيات، ومجموعات البيانات، ومتطلبات البنية التحتية، وغيرها).
الكلمة المفتاحية	كلمات مفتاحية أو وسوم تحدد موضوع المواد.
البنية والمدة	وصف لبنية المواد والبيئة التي تُقدَّم فيها، بما في ذلك الوقت المخصص لكل جزء (المحاضرات، والتمارين، وغيرها)
معلومات إضافية	عناصر تقدّم معلومات إضافية عن إعادة استخدام المواد وتقديمها (مثل النصائح والإرشادات العامة).
الروابط والمراجع	روابط ومراجع ذات صلة بالمحتوى لكنها غير لازمة لتقديم المواد.
تاريخ آخر مراجعة	تاريخ آخر تحديث للمواد والإصدار.

القاعدة 8: اجعل موادك التدريبية قابلة للاستخدام من المتدرّبين:

ستساعد معظم البيانات الوصفية المقترحة في الجدول 2 المتدرّبين أيضًا على تحديد أنسب الموارد التدريبية لاحتياجاتهم. ونواتج التعلم والمتطلبات المسبقة من البيانات الوصفية الغنية بالمعلومات على وجه الخصوص. ولكي تكون نواتج التعلم مفيدة، ينبغي صياغتها بأفعال إجرائية تعبّر عن السلوكيات المتوقعة من المتدرّبين، وعن المعارف والمهارات والقدرات التي سيكونون قد اكتسبوها. ويساعد استخدام نهج منظم في صياغة المتطلبات المسبقة والجمهور المستهدف ونواتج التعلم على توضيح المتدرّبين الذين سيستفيدون أكثر من التدريب، والمهارات التي ينبغي أن يمتلكوها قبل التسجيل في دورة أو العمل على مجموعة من المواد، وما يمكنهم توقع القدرة على فعله عند إتمام تدريبهم بنجاح.

القاعدة 9: اجعل موادك التدريبية ميسّرة للمساهمة:

إذا كنت تعيد استخدام مواد تدريبية، فقد ترغب في تقديم ملاحظات على المحتوى (مثلًا بالإبلاغ عن الأخطاء، أو إضافة أمثلة، أو اقتراح شروح بديلة). وينبغي النص على قواعد المشاركة والمساهمة. وملفات (CONTRIBUTING) [47] (التي تحدد قواعد المساهمة) إحدى طرق القيام بذلك؛ وهي توفر أيضًا فرصًا لمشاركة التوقعات بشأن المساهمات، ومعلومات الاتصال، وما إلى ذلك.

وهذه الملفات معروفة في مجتمعات المصادر المفتوحة وقابلة للتشغيل البيني مع بعض المستودعات: فمثلًا يمكن لـ (GitHub) عرضها في بلاغات المشكلات (issues) أو طلبات الدمج (pull requests). ويمكن أن يساعد استخدام نبرة ودية واقتراح مساهمات أولية محتملة على تشجيع القادمين الجدد على المشاركة، ولا سيما إذا جرى الاعتراف بالمساهمات. وينبغي إدراج جميع المساهمين وشكرهم في قسم الشكر والتقدير؛ وينبغي أن يُنسب إلى أبرزهم التأليف. وكما ينبغي الاعتراف بفضل المساهمين، ينبغي أيضًا الإقرار بجميع المواد المعاد استخدامها.

القاعدة 10: حافظ على تحديث موادك التدريبية:

من المهم تحديث موادك التدريبية ومواكبة الاتجاهات الحالية، أو الخصائص الجديدة، أو المستجدات في المجال (إصدارات قواعد البيانات الجديدة، وإصدارات البرمجيات، وغيرها). ويتوقف موعد تحديث موادك وتواتره على مدى تكرار تغيّر الموارد أو الأساليب الحاسوبية التي تصفها، وعلى ما إذا كان يمكن العثور على تمارين جديدة أو وسائط

داعمة لإضفاء لمسة من الحداثة، وما إلى ذلك. وإذا كنت تستخدم لقطات الشاشة لتوضيح موارد بعينها، فينبغي أن تعكس الإصدارات الحالية؛ وبالمثل، ينبغي أن تظل التمارين وإجاباتها صالحة مع الإصدارات الحالية. ومن الأفضل أن تحمل المواد المحدَّثة طابعًا زمنيًا، وأن تُمنح معرّفات دائمة جديدة، وأن تضاف إلى سجل متخصص على الإنترنت؛ وللاكتمال، ينبغي أيضًا أرشفة الإصدارات القديمة. وإذا لم تعد تعتزم تحديث موادك، فقدّم الطابع الزمني لآخر تحديث. وسيؤدي اعتماد مبادئ (FAIR) في موادك التدريبية إلى تيسير التحديثات المستقبلية من قبل المجتمع والمساعدة في إيصال أحدث المستجدات إلى المستخدمين؛ بل قد يلهم مدرّبين آخرين لتغيير موادك وتكييفها مع جماهير جديدة وسياقات جديدة.

كلمة أخيرة:

نشهد زيادة في الطلب على التدريب في المعلوماتية الحيوية والبيولوجيا الحاسوبية وفي المعروض منه، ومن المرجح أن يستمر ذلك في السنوات المقبلة. ومن الأهمية القصوى أن نبذل جهودًا متضافرة لجعل المواد التدريبية متوافقة مع مبادئ (FAIR) حتى يستفيد الجميع. وقد يتطلب الطريق إلى تدريب متوافق مع مبادئ (FAIR) أن نغيّر طريقة تفكيرنا؛ ومع ذلك، فإن جعل المواد التدريبية متوافقة مع مبادئ (FAIR) (FAIRification) خطوة مهمة نحو إشاعة المعرفة (democratization of knowledge). ونأمل أن تُطلق هذه القواعد البسيطة حوارًا وتعاونًا داخل مجتمعات التدريب العالمية. ولتكن هذه الخطوات الأولى نحو تحول جذري في تقديم تدريب وتعليم متوافقين مع مبادئ (FAIR) للأجيال الحالية والمقبلة.

المراجع:

1. Via A, Rivas JDL, Attwood TK, Landsman D, Brazas MD, Leunissen JAM, et al. Ten Simple Rules for Developing a Short Bioinformatics Training Course. PLoS Comput Biol. 2011;7: e1002245. pmid:22046119
2. Searls DB. Ten Simple Rules for Online Learning. PLoS Comput Biol. 2012;8: e1002631. pmid:23028268
3. Carvalho-Silva D, Garcia L, Morgan SL, Brooksbank C, Dunham I. Ten simple rules for delivering live distance training in bioinformatics across the globe using webinars. PLoS Comput Biol. 2018;14. pmid:30439935
4. Attwood TK, Blackford S, Brazas MD, Davies A, Schneider MV. A global perspective on evolving bioinformatics and data science training needs. Brief Bioinform. 2019;20: 398–404. pmid:28968751
5. McGrath A, Champ K, Shang CA, van Dam E, Brooksbank C, Morgan SL. From trainees to trainers to instructors: Sustainably building a national capacity in bioinformatics training. Ouellette F, editor. PLoS Comput Biol. 2019;15: e1006923. pmid:31246949
6. Baker M. 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. Nature. 2016;533: 452–454. pmid: 27225100

7. Wilkinson MD, Dumontier M, Aalbersberg IjJ, Appleton G, Axton M, Baak A, et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. Sci Data. 2016;3: 160018. pmid:26978244
8. GO FAIR. In: GO FAIR [Internet]. [cited 29 Nov 2019]. Available: https://www.go-fair.org/
9. LIBER Association of European research libraries. In: LIBER [Internet]. [cited 29 Nov 2019]. Available: https://libereurope.eu/
10. ELIXIR—European Research Infrastructure for Data in Life Sciences [cited 2 Dec 2019]. Available: https://elixir-europe.org
11. Training Platform | ELIXIR. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://elixir-europe.org/platforms/training
12. TeSS Training eSupport System. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://tess.elixir-europe.org/
13. figshare—credit for all your research. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://figshare.com/
14. Build software better, together. In: GitHub [Internet]. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://github.com
15. YouTube. [cited 9 Dec 2019]. Available: https://www.youtube.com/
16. Callaghan S, Tedds J, Kunze J, Khodiyar V, Lawrence R, Mayernik MS, et al. Guidelines on Recommending Data Repositories as Partners in Publishing Research Data. Int J Digit Curation. 2014;9: 152-163.
17. OpenAire. How to find a trustworthy repository for your data. In: OpenAIRE [Internet]. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://www.openaire.eu/find-trustworthy-data-repository
18. Home—schema.org. [cited 12 Dec 2019]. Available: http://schema.org/
19. Gray AJG, Goble C, Jimenez RC. From Potato Salad to Protein Annotation. ISWC Posters and Demo session. Vienna, Austria; 2017. p. 4. Available: http://ceur-ws.org/Vol-1963/paper579.pdf
20. BioSchemas—Trainingmaterial. [cited 9 Dec 2019]. Available: https://bioschemas.org/profiles/TrainingMaterial
21. Attwood T, Bongcam-Rudloff E, Brazas ME, Corpas M, Gaudet P, Lewitter F, et al. Correction: GOBLET: The Global Organisation for Bioinformatics Learning, Education and Training. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1004281

22. Attwood TK, Brazas ME, van Gelder CWG, McGrath A. GOBLET Genesis & Evolution: First Five Years Report. F1000Research. 2018;7.

23. Ison J, Kalas M, Jonassen I, Bolser D, Uludag M, McWilliam H, et al. EDAM: an ontology of bioinformatics operations, types of data and identifiers, topics and formats. Bioinformatics. 2013;29: 1325-1332. pmid:23479348

24. FAIRsharing. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://fairsharing.org/

25. Home < Ontology Lookup Service < EMBL-EBI. [cited 12 Dec 2019]. Available: https://www.ebi.ac.uk/ols/index

26. Welcome to the NCBO BioPortal | NCBO BioPortal. [cited 12 Dec 2019]. Available: https://bioportal.bioontology.org/

27. McMurry JA, Juty N, Blomberg N, Burdett T, Conlin T, Conte N, et al. Identifiers for the 21st century: How to design, provision, and reuse persistent identifiers to maximize utility and impact of life science data. PLoS Biol. 2017;15: e2001414. pmid:28662064

28. Klump J, Huber R. 20 Years of Persistent Identifiers-Which Systems are Here to Stay? Data Sci J. 2017;16: 9.

29. Cosmo RD, Gruenpeter M, Zacchiroli S. 204.4 Identifiers for Digital Objects: The case of software source code preservation. 2018 [cited 2 Dec 2019].

30. PURL Administration. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://archive.org/services/purl/

31. Handle.Net Registry. [cited 2 Dec 2019]. Available: http://handle.net/

32. Kunze J, Rodgers R. The ARK Identifier Scheme. 2008 [cited 2 Dec 2019]. Available: https://escholarship.org/uc/item/9p9863nc

33. DOI System. In: The DOI system [Internet]. [cited 2 Dec 2019]. Available: http://www.doi.org

34. Paglione L. About ORCID. 17 Aug 2012 [cited 9 Dec 2019]. Available: https://orcid.org/about

35. TeSS Training eSupport System—Automatic registration. [cited 9 Dec 2019]. Available: https://tess.elixir-europe.org/about/registering

36. GOBLET | Global Organisation for Bioinformatics Learning, Education & Training. [cited 12 Dec 2019]. Available: https://www.mygoblet.org/

37. OER Commons. In: OER Commons [Internet]. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://www.oercommons.org/

38. Microsoft PowerPoint. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://products.office.com/en-ww/powerpoint

39. Apache OpenOffice—Official Site—The Free and Open Productivity Suite. [cited 2 Dec 2019]. Available: http://www.openoffice.org/

40. Home | LibreOffice—Free Office Suite—Fun Project—Fantastic People. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://www.libreoffice.org/

41. Keynote. In: Apple [Internet]. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://www.apple.com/keynote/

42. ISO 32000-2:2017. In: ISO [Internet]. [cited 2 Dec 2019]. Available: http://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/06/35/63534.html

43. LaTeX—A document preparation system. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://www.latex-project.org

44. Home | Read the Docs. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://readthedocs.org/

45. Lamprecht A-L, Garcia L, Kuzak M, Martinez C, Arcila R, Martin Del Pico E, et al. Towards FAIR principles for software. Data Sci. 2019;Preprint: 1–23.

46. CC Licenses and Examples. In: Creative Commons [Internet]. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://creativecommons.org/share-your-work/licensing-examples/

47. Wrangling Web Contributions: How to Build a CONTRIBUTING.md. [cited 2 Dec 2019]. Available: https://mozillascience.github.io/working-open-workshop/contributing/