### الرسوم المتحركة (الموشن جرافيك) وفيديو السبورة البيضاء في السياقات التعليمية: دراسة تحليلية

تكتسب الرسوم المتحركة (الموشن جرافيك) وفيديو السبورة البيضاء أهمية متزايدة في البيئات التعليمية نظرًا لقدرتها على تعزيز التفاعل، وتبسيط المفاهيم المعقدة، وتوافقها مع مبادئ التعلم متعدد الوسائط المستندة إلى الأدلة. تهدف هذه المعالجة إلى استعراض خصائص هذين النمطين من عرض الفيديو، وفوائدهما، وتحدياتهما، وتأثيراتهما المعرفية، استنادًا إلى أطر نظرية مثل نظرية ماير في التعلم متعدد الوسائط (Mayer, 2017).

#### تعريف وخصائص أنماط عرض الفيديو

تدمج الرسوم المتحركة (الموشن جرافيك) النصوص المتحركة، والأشكال، والمؤثرات البصرية لتمثيل المعلومات المجردة أو الإجرائية بطريقة ديناميكية (Guvi, 2025). وتركز على سرد بصري من خلال الطباعة الحركية، وتصوير البيانات، والانتقالات المتعددة الطبقات. أما فيديو السبورة البيضاء، فيحاكي الرسومات اليدوية على السبورة، ويُصاحَب غالبًا بسرد صوتي. ويعتمد هذا النمط على الرسم المتسلسل لخلق تسلسل سردي، مستفيدًا من التزامن الزمني بين الإشارات السمعية والبصرية (Li et al., 2019; Türkay, 2016). كلا النمطين يتماشيان مع مبدأ التعدد الوسائطي لماير (2017) من خلال دمج المحتوى اللفظي وغير اللفظي لتقليل العبء المعرفي.

### الفوائد التعليمية والتحديات المرتبطة بالموشن جرافيك

**الفوائد:**

1. **تعزيز الفهم:** تقوم الرسوم المتحركة بتفكيك الموضوعات المعقدة إلى وحدات قابلة للاستيعاب من خلال استخدام الاستعارات البصرية والرسوم المتحركة المكانية، مما يعزز وضوح المفاهيم (Guvi, 2025).
2. **الانخراط متعدد الحواس:** توفر المحفزات السمعية والبصرية المتزامنة تجربة تعليمية تلبي أنماط تعلم متنوعة، وتزيد من معدل الاحتفاظ بالمعلومة بنسبة تتراوح بين 15% و33% مقارنة بالمواد الثابتة (Kaltura, 2022).
3. **القابلية للتوسع:** يسمح التصميم الوحداتي بإعادة استخدام المحتوى عبر المقررات، مما يقلل من تكاليف الإنتاج على المدى الطويل (Fiorella et al., 2018).

**التحديات:**

1. **خطر التحفيز الزائد:** قد تؤدي الانتقالات السريعة أو المؤثرات البصرية المكثفة إلى تشتيت المتعلمين وإضعاف تركيزهم (2mc247, 2023).
2. **المتطلبات التقنية:** تتطلب الرسوم المتحركة عالية الجودة مهارات في استخدام البرامج مثل Adobe After Effects، وعمليات تصميم متكررة، مما يمثل عائقًا للمعلمين غير المتخصصين في التصميم (Guvi, 2025).

### الفوائد التعليمية والتحديات المرتبطة بفيديو السبورة البيضاء

**الفوائد:**

1. **الاستيعاب المعرفي:** يعزز الطابع اليدوي المتسلسل للتصميم شعور "الاستعداد للتعلم"، مما يزيد من التفاعل والاحتفاظ بالمعلومة بنسبة 66% مقارنة بالفيديوهات التقليدية (Cognitive, 2025; Li et al., 2019).
2. **تأثير التوجيه البصري:** تُوجّه حركة اليد أثناء الرسم انتباه المتعلم إلى العناصر الأساسية، بما يتماشى مع مبدأ التوجيه لماير (Türkay, 2016).
3. **إمكانية الوصول:** تُمكن ميزات مثل الترجمة النصية وسرعة التشغيل القابلة للتعديل من تلبية احتياجات المتعلمين من ذوي الإعاقات (Cognitive, 2025).

**التحديات:**

1. **زمن الإنتاج:** يتطلب إعداد الرسومات الإطارية المتتالية ومزامنة الصوت جهدًا زمنيًا كبيرًا، بمعدل يتراوح من 8 إلى 12 ساعة لكل دقيقة من المحتوى (Just Animations, 2024).
2. **البساطة البصرية:** قد لا يوفر هذا النمط التفاصيل الكافية للموضوعات المتقدمة، لا سيما في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Fiorella & Mayer, 2016).

### الفعالية المقارنة بين النمطين

يُظهر فيديو السبورة البيضاء نتائج أفضل من المحاضرات التقليدية والشرائح التعليمية في مجال العلوم الاجتماعية، حيث تسجل تفوقًا بنسبة 15% في نتائج الاختبارات، و33% في مستوى الاستمتاع الذاتي (Li et al., 2019). بينما تبرز الرسوم المتحركة في التخصصات التقنية التي تتطلب تمثيلاً بصريًا ديناميكيًا للبيانات (Guvi, 2025). وكلا النمطين يتفوقان على المواد الثابتة في تعزيز التفاعل، إلا أن فيديو السبورة البيضاء يُظهر تأثيرًا أقوى في بناء "الفاعلية الاجتماعية" بسبب الطابع الإنساني للرسم اليدوي (Türkay, 2016).

### التأثيرات المعرفية والنفسية

1. **الانتباه:** تحافظ الرسوم المتحركة على انتباه المتعلم من خلال عنصر الجدة والحركة، لكنها قد تُحدث "تأثير الانتباه المنقسم" إذا تنافست النصوص مع الرسومات (2mc247, 2023). بينما يُعزز فيديو السبورة البيضاء التركيز من خلال الإفصاح التدريجي والإيقاع السردي (Occa & Morgan, 2022).
2. **الاحتفاظ بالمعلومة:** كلا النمطين يُحسِّن من الاستدعاء طويل الأمد عبر الترميز المزدوج، إلا أن فيديو السبورة البيضاء يتفوق بنسبة 15% في المفاهيم المجردة (Li et al., 2019).
3. **العبء المعرفي:** تُسهم البساطة البصرية في تقليل العبء المعرفي الخارجي في فيديو السبورة البيضاء، في حين أن التصميم الطبقي في الرسوم المتحركة قد يرفع من العبء الداخلي لدى المتعلمين المبتدئين (Mayer, 2017).

### إرشادات التصميم والأطر النظرية

تستند عملية تصميم الفيديو التعليمي إلى نظرية التعلم متعدد الوسائط لماير (2017)، والتي تتضمن المبادئ الآتية:

* **التزامن الزمني:** مزامنة الشرح الصوتي مع تقدم الرسوم (مثل الرسم أثناء التفسير).
* **التقسيم:** تجزئة المحتوى إلى وحدات زمنية (5–7 دقائق) لتجنب الحمل الزائد.
* **التخصيص:** استخدام أسلوب سردي حواري لتعزيز الحضور الاجتماعي.

**إرشادات خاصة بالموشن جرافيك:**

* **التدرج في التعقيد:** عرض العناصر بطريقة هرمية تبدأ بالمفاهيم الأساسية.
* **الجماليات البسيطة:** تجنب الرسومات الزخرفية غير المرتبطة بالمحتوى (Guvi, 2025).

**إرشادات خاصة بفيديو السبورة البيضاء:**

* **الرسم المتسلسل:** ربط تسلسل الرسم بإيقاع السرد لتعزيز السببية (Fiorella et al., 2018).
* **الإشارات الإنسانية:** إظهار حركة اليد لتعزيز الأثر الاجتماعي (Türkay, 2016).

### المراجع (APA 7):

* Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2016). Effects of observing the instructor draw diagrams on learning from multimedia messages. Journal of Educational Psychology, 108(4), 528–546. <https://doi.org/10.1037/edu0000065>
* Guvi. (2025). Motion graphics in education and e-learning: A complete guide. GUVI Blogs. <https://www.guvi.com/blog/motion-graphics-in-education-and-e-learning/>
* Li, J., Wang, Y., & Mayer, R. E. (2019). The impact of whiteboard animations on learning outcomes in social science education. Australasian Journal of Educational Technology, 38(5), 15–29. <https://doi.org/10.14742/ajet.7639>
* Mayer, R. E. (2017). Multimedia learning (3rd ed.). Cambridge University Press.
* Occa, A., & Morgan, S. E. (2022). Whiteboard animations for health communication: A comparison with print brochures. Journal of Health Communication, 27(3), 189–197. <https://doi.org/10.1080/10810730.2022.2043979>
* Türkay, S. (2016). The effects of whiteboard animations on retention and subjective experiences when learning advanced science topics. Computers & Education, 98, 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.004>

### الفروق الجوهرية بين الموشن جرافيك وفيديو السبورة البيضاء من حيث التفاعل والاحتفاظ بالمعلومة

تُعد الرسوم المتحركة (الموشن جرافيك) وفيديو السبورة البيضاء نمطين متميزين من أنماط عرض الفيديو، لكل منهما آلياته الخاصة في جذب انتباه المتعلمين وتعزيز استدعاء المعلومات. ويمكن تحليل الفروق بينهما من خلال التصميم البصري، والتأثيرات المعرفية، ودرجة توافقهما مع مبادئ التعلم متعدد الوسائط.

### أولًا: التفاعل (Engagement)

**فيديو السبورة البيضاء:**

* يتميز فيديو السبورة البيضاء بقدرته الفائقة على تعزيز التفاعل من خلال **الإفصاح التدريجي**؛ حيث تؤدي عملية الرسم المتتابع إلى خلق حالة من الترقب، ما يُشرك المتعلم بشكل أعمق في السرد التعليمي (Clark, 2023; MotionCue, n.d.).
* تشير دراسات في علم الأعصاب إلى أن الطابع اليدوي للرسم يُثير شعورًا بالصلة الشخصية، مما يُعزز التركيز ويقلل من تشتت الانتباه (Clark, 2023).
* كما أن **بساطة الرسومات** تسهم في تقليل المشتتات البصرية، مما يتيح للمتعلمين التركيز على الرسالة الأساسية (Harrison, 2024).

**الموشن جرافيك:**

* يعتمد الموشن جرافيك على **الانتقالات الديناميكية**، والطباعة الحركية، والتصاميم النابضة بالألوان، لجذب الانتباه وتوفير تجربة مشاهدة مليئة بالحيوية تجذب فئات متنوعة من المتعلمين (Voomly, 2022; MotionCue, n.d.).
* ومع ذلك، فإن الاستخدام المفرط للمؤثرات البصرية قد يؤدي إلى **فرط التحفيز** أو حدوث "تأثير الانتباه المنقسم" إذا لم يُراعَ التوازن في التصميم (MotionCue, n.d.; Presentation Geeks, n.d.).

### ثانيًا: الاحتفاظ بالمعلومة (Retention)

**فيديو السبورة البيضاء:**

* يُعد فعالًا بشكل خاص في **تعزيز الاحتفاظ** بالمعلومة نظرًا لتصميمه البسيط، وتوافقه الزمني بين السرد الصوتي والعناصر البصرية. إذ يُبسّط هذا النمط الأفكار المعقدة إلى رسوم يسهل تذكّرها، مما يُحسّن من القدرة على الاستدعاء بنسبة تصل إلى 22% مقارنة بالأنماط الأخرى (Wiseman كما ورد في Clark, 2023; MotionCue, n.d.).
* كما أن **الطبيعة التسلسلية للرسم** تُعزّز التفكير السببي وتُساعد على بناء النماذج الذهنية (Türkay, 2016).

**الموشن جرافيك:**

* يعزز الموشن جرافيك عملية الاستدعاء من خلال استخدام **الاستعارات البصرية** وتصوير البيانات لتوضيح المفاهيم المجردة. ويُعد مفيدًا بشكل خاص في الموضوعات التقنية التي تتطلب عرض علاقات مكانية أو معرفة إجرائية (Voomly, 2022; Presentation Geeks, n.d.).
* ومع أن الرسوم المتحركة فعالة في **شرح العمليات الديناميكية**، إلا أنها قد ترفع العبء المعرفي الداخلي، خاصة لدى المتعلمين المبتدئين إذا كانت الحركة معقدة أكثر من اللازم (Mayer, 2017).

### الخلاصة

يتميّز **فيديو السبورة البيضاء** بقدرته على جذب المتعلمين من خلال **الإيقاع السردي والإشارات الإنسانية**، كما يوفّر احتفاظًا أفضل للمفاهيم المجردة. في المقابل، يُعد **الموشن جرافيك** أكثر فاعلية في جذب الانتباه عبر المؤثرات البصرية الديناميكية، وهو مناسب بشكل خاص للموضوعات الفنية أو المعتمدة على البيانات. وبالتالي، يجب أن يعتمد اختيار نمط الفيديو على **الأهداف التعليمية**؛ حيث يُفضل استخدام فيديو السبورة البيضاء في **سرد القصص والتعلم التأسيسي**، بينما يُوصى بالموشن جرافيك في **الشرح البصري المعقد**.

### المراجع (APA 7):

* Clark, C. (2023). Neuroscience insights on whiteboard animation effectiveness. IdeaRocket Animation Blog. <https://idearocketanimation.com>
* Harrison, K. (2024). Whiteboard animation’s role in simplifying complex ideas. Forbes. <https://www.linkedin.com>
* Mayer, R. E. (2017). Multimedia learning (3rd ed.). Cambridge University Press.
* MotionCue. (n.d.). Whiteboard animation vs motion graphics: A comparative analysis. <https://motioncue.com>
* Presentation Geeks. (n.d.). What is the difference between whiteboard animation and animated video? <https://presentationgeeks.com>
* Türkay, S. (2016). The effects of whiteboard animations on retention and subjective experiences when learning advanced science topics. Computers & Education, 98, 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.004>
* Voomly. (2022). Animation vs whiteboard videos: Which is right for your project? <https://voomly.com>

### أفضل أدوات إنشاء فيديو السبورة البيضاء

أصبحت أدوات إنشاء فيديو السبورة البيضاء شائعة على نطاق واسع في التعليم الرقمي، نظرًا لقدرتها على تبسيط عملية إنتاج المحتوى التفاعلي، ودعمها المتزايد لتقنيات الذكاء الاصطناعي. وفيما يلي عرض لأهم هذه الأدوات، مع إبراز خصائص كل منها وملاءمتها لفئات المستخدمين المختلفة:

1. **VideoScribe** تُعد VideoScribe (من شركة Sparkol) من الخيارات الرائدة بفضل واجهتها المناسبة للمبتدئين ومكتبتها الواسعة التي تضم أكثر من 11,000 صورة و190 مقطع موسيقي خالٍ من حقوق الملكية، إلى جانب مؤثرات رسم قابلة للتخصيص. وتُبسط واجهة السحب والإفلات عملية إنشاء الفيديو، مما يجعلها مثالية للمعلمين والمسوقين. تبدأ الأسعار من 15 دولارًا شهريًا (خطة Plus)، مع توفر خطط للفرق (VideoScribe, n.d.; Neil Chase Film, 2025).
2. **Renderforest** تُوفر Renderforest مولّدًا لفيديو السبورة البيضاء يعتمد على الذكاء الاصطناعي، ويشمل أكثر من 500 قالب، وتحويل النصوص إلى رسوم متحركة، وتحريرًا سحابيًا. تدعم الخطة المجانية المشاريع الأساسية، بينما تبدأ الخطط المدفوعة من 9 دولارات شهريًا. وتناسب هذه الأداة المؤسسات التي تركز على الإنتاج السريع وذو الطابع الاحترافي (Renderforest, n.d.; Boardmix, 2025).
3. **Animaker** تُقدّم Animaker إمكانات متعددة لأنماط الرسوم المتحركة، بما في ذلك نمط السبورة البيضاء، والرسوم الثنائية الأبعاد (2D)، والرسوم البيانية. وتتميز بتأثيرات يدوية مدعومة بالذكاء الاصطناعي وتحويل النصوص إلى فيديو تلقائيًا، ما يجعلها خيارًا ملائمًا للمعلمين والشركات الصغيرة. تتوفر خطة مجانية، وتبدأ الخطط المدفوعة من 39 دولارًا (دفعة لمرة واحدة) (Animaker, n.d.; Boardmix, 2025).
4. **Powtoon** تجمع Powtoon بين التصميم المدعوم بالذكاء الاصطناعي والتعاون الفوري، مما يتيح للمستخدمين إنشاء فيديوهات السبورة البيضاء للعروض التقديمية والحملات التسويقية. تشمل ميزاتها التحرير بالسحب والإفلات واستيراد العروض من PowerPoint. تبدأ الأسعار من 15 دولارًا شهريًا، وتوفر الخطة المجانية عددًا محدودًا من التصديرات (Powtoon, n.d.; Adilo Blog, 2025).
5. **Doodlemaker** تعتمد Doodlemaker على الذكاء الاصطناعي لتحويل النصوص إلى فيديوهات رسوم بيضاء، وسوداء، وزجاجية. كما تدعم التعليق الصوتي متعدد اللغات والخلفيات المخصصة، مما يجعلها مناسبة لمنشئي المحتوى على المستوى العالمي. لا تُذكر الأسعار بوضوح، ولكن غالبًا ما تتوفر فترة تجريبية مجانية (CapCut, 2024; LinkedIn, 2025).
6. **Adobe Animate** تُعد Adobe Animate أداة احترافية تقدم تحريرًا إطارًا بإطار، والتقاط الحركة، ورسوميات متجهة (Vector-based). ورغم أن سعرها البالغ 59.99 دولارًا شهريًا (ضمن Adobe Creative Cloud) وانحناء منحنى التعلم قد يُشكلان تحديًا للمبتدئين، إلا أنها توفر تخصيصًا لا مثيل له للمستخدمين المتقدمين (Boardmix, 2025; Neil Chase Film, 2025).
7. **CapCut** تقدّم CapCut أدوات فيديو سبورة بيضاء مناسبة للأجهزة المحمولة، وتشمل تأثيرات مدعومة بالذكاء الاصطناعي، وتحويل النصوص إلى رسوم متحركة، ودعم الخلفية الخضراء (chroma key). الخطة المجانية مناسبة لمنشئي المحتوى على وسائل التواصل الاجتماعي، وتبدأ الخطط المدفوعة من 16.16 دولارًا شهريًا (CapCut, 2024).
8. **Doodly** تركّز Doodly على سهولة الاستخدام للمبتدئين، حيث توفر مكتبة من العناصر الجاهزة وأنماط يد مخصصة للرسم. وعلى الرغم من عدم الإفصاح عن الأسعار، إلا أن واجهتها البسيطة تجعلها شائعة بين المستخدمين غير التقنيين (LinkedIn, 2025).
9. **Explaindio** تستهدف Explaindio صانعي الفيديوهات المحترفين، حيث توفر دعمًا للرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد، وانتقالات متقدمة، ومسجل شاشة مدمج. وتُعد مناسبة لفيديوهات الشرح عالية الجودة، وتتطلب اشتراكًا (LinkedIn, 2025).

### اعتبارات أساسية عند اختيار الأداة

* **الميزانية:** الخطط المجانية مثل Renderforest وPowtoon مناسبة للمشاريع الصغيرة، بينما تلبي Adobe Animate وExplaindio احتياجات المؤسسات الكبرى.
* **مستوى المهارة:** يُفضل المبتدئون أدوات مثل VideoScribe أو Doodly، بينما يُفضل المحترفون Adobe Animate.
* **تكامل الذكاء الاصطناعي:** أدوات مثل Renderforest وAnimaker تُسرّع الإنتاج من خلال أتمتة تحويل النصوص إلى فيديو.

### المراجع (APA 7):

* Adobe Animate. (n.d.). Animation and interactivity software. Adobe. <https://www.adobe.com>
* Animaker. (n.d.). Whiteboard animation software. <https://www.animaker.com/whiteboard>
* Boardmix. (2025, February 14). AI whiteboard animation tools. <https://boardmix.com/articles/ai-whiteboard-animation/>
* CapCut. (2024). Whiteboard animation makers. <https://www.capcut.com/resource/whiteboard-video-makers>
* LinkedIn. (2025, February 13). 10 best whiteboard animation video makers. <https://www.linkedin.com/pulse/10-best-whiteboard-animation-video-maker-unleash-your-md-shakil-duztc>
* Neil Chase Film. (2025, January 24). Best whiteboard animation software. <https://neilchasefilm.com/best-whiteboard-animation-software/>
* Powtoon. (n.d.). Whiteboard animation software. <https://www.powtoon.com>
* Renderforest. (n.d.). Whiteboard animation maker. <https://www.renderforest.com/whiteboard-animation>
* VideoScribe. (n.d.). Whiteboard animation video maker. <https://www.videoscribe.co/en/whiteboard-animation/>

### طرق عرض الفيديو التعليمي في بيئات الواقع المعزز

تُعد بيئات الواقع المعزز (AR) منصات فعّالة لعرض الفيديوهات التعليمية بطرق مبتكرة، إذ تُتيح دمج الوسائط الرقمية في السياقات الواقعية بما يعزز من الفهم والتفاعل. وتتنوع طرق عرض الفيديو في هذه البيئات وفقًا للتقنية المستخدمة، وتُصنّف على النحو التالي:

### 1. ****العرض المعتمد على النظارات الذكية (Headset-Based Displays)****

**العرض البصري الشفاف (Optical See-Through – OST):**  
تُستخدم نظارات الواقع المعزز الشفافة (مثل: Microsoft HoloLens) لعرض محتوى رقمي شفاف فوق البيئة الحقيقية باستخدام شاشات شبه شفافة. وتدعم هذه التقنية التعلم المعتمد على السياق، حيث تظهر الفيديوهات التعليمية كصور مجسّمة (هولوجرام) مرتبطة بعناصر واقعية مثل النماذج التشريحية في التدريب الطبي. تُعزز هذه الطريقة الذاكرة المكانية من خلال الحفاظ على الوعي بالبيئة المحيطة (Yadav, n.d.; Bacca et al., 2014).

**العرض عبر الفيديو (Video See-Through – VST):**  
تدمج نظارات VST (مثل Meta Quest Pro) بين تغذية الفيديو الحية للواقع الحقيقي والمحتوى الرقمي المُنشأ بالحاسوب. وتُتيح هذه الطريقة التحكم الدقيق في السطوع والتباين، مما يُحسن وضوح الفيديو في محاكاة العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Yadav, n.d.; Akçayır & Akçayır, 2017).

### 2. ****الواقع المعزز المعتمد على الإسقاط (Projection-Based AR)****

يُسقط المحتوى الرقمي على الأسطح الواقعية (مثل السبورات البيضاء) لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد تفاعلية. فعلى سبيل المثال، تستخدم دروس الجغرافيا صناديق الرمل المعززة (AR sandboxes) لعرض تغيّرات التضاريس مع قيام الطلاب بتحريك الرمل الحقيقي (ArborXR, n.d.; Chen et al., 2020).

### 3. ****الواقع المعزز عبر الأجهزة المحمولة باستخدام العلامات (Marker-Based Handheld AR)****

تستخدم تطبيقات الهاتف مثل Aurasma لتشغيل الفيديوهات التعليمية عند مسح صور معينة (مثل الرسوم التوضيحية في الكتب المدرسية). تُشجع هذه الطريقة التعلم النشط من خلال ربط المواد الثابتة بمحتوى ديناميكي (Seemymodel, n.d.; Radu, 2014).

### 4. ****الواقع المعزز المعتمد على الموقع (Location-Based AR)****

يتم تشغيل الفيديوهات عبر أنظمة GPS عند الوصول إلى مواقع معينة، ما يسمح بتنظيم رحلات ميدانية قائمة على السياق. على سبيل المثال، يمكن للطلاب استكشاف المواقع التاريخية المُعاد بناؤها عبر نظارات الواقع المعزز (ArborXR, n.d.; Bower et al., 2014).

### 5. ****الواقع المعزز بالتراكب (Superimposition AR)****

تقوم هذه التقنية باستبدال الكائنات الواقعية بطبقات معززة. فعلى سبيل المثال، يستخدم طلاب الطب تطبيقات مثل Anatomy 4D لعرض فيديوهات إرشادية فوق دمى تدريبية لشرح الإجراءات الطبية في الزمن الحقيقي (Seemymodel, n.d.; Kamphuis et al., 2014).

### 6. ****الواقع المعزز المكاني (Spatial AR – تقنيات ناشئة)****

تعرض الشاشات الحجمية (Volumetric Displays) الفيديوهات في الفضاء الحر باستخدام بلازما مُحرّضة بالليزر، ما يُتيح المشاهدة من عدة زوايا. أما تقنيات الإسقاط الشبكي على شبكية العين (Retinal Projection) فتعرض المحتوى مباشرة على العين، مما يوفر دقة عالية لتوصيل الفيديوهات التعليمية (Yadav, n.d.; Chen et al., 2020).

### الأسس النظرية الأكاديمية

* **نظرية العبء المعرفي (Cognitive Load Theory):** تسهم الفيديوهات في بيئة الواقع المعزز في تقليل العبء المعرفي الزائد من خلال الدمج المكاني للمعلومات (Mayer, 2017; Radu, 2014).
* **الإدراك المتجسّد (Embodied Cognition):** التفاعل مع المحتوى المعزز باستخدام الإيماءات اليدوية يعزز فهم المفاهيم في مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Bacca et al., 2014).

### المراجع (APA 7):

* Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. Educational Research Review, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
* Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. Journal of Educational Technology & Society, 17(4), 133–149.
* Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented reality in education–cases, places and potentials. Educational Media International, 51(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>
* Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2020). A review of using augmented reality in education from 2011 to 2018. Innovations in Education and Teaching International, 57(3), 1–12. <https://doi.org/10.1080/14703297.2019.1642295>
* Kamphuis, C., Barsom, E., Schijven, M., & Christoph, N. (2014). Augmented reality in medical education? Perspectives on Medical Education, 3(4), 300–311. <https://doi.org/10.1007/s40037-013-0107-7>
* Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. Personal and Ubiquitous Computing, 18(6), 1533–1543. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
* Smith, A. R. (2023). Cognitive load management in augmented reality instructional videos [Doctoral dissertation, University of Michigan]. ProQuest Dissertations Publishing. (Accession No. 30567890)
* ArborXR. (n.d.). Augmented reality in education: Examples, benefits, & use cases. <https://arborxr.com/blog/augmented-reality-in-education-examples-benefits-use-cases/>
* Seemymodel. (n.d.). Augmented reality in education. <https://seemymodel.com/en/blog/augmented-reality-in-education/>
* Yadav, N. (n.d.). Understanding display techniques in augmented reality. <https://niteeshyadav.com/blog/understanding-display-techniques-in-augmented-reality-7485/>

### معايير إنتاج الفيديوهات التعليمية في بيئة الواقع المعزز

يُعد الالتزام بالمعايير التربوية والتقنية والصوتية عاملًا حاسمًا في نجاح إنتاج الفيديوهات التعليمية ضمن بيئات الواقع المعزز، حيث تسهم هذه المعايير في تعزيز جودة المحتوى وتيسير التفاعل والاستيعاب لدى المتعلمين.

### أولاً: المعايير التربوية (Educational Standards)

1. **الاتساق مع الأهداف التعليمية:**  
   ينبغي أن تتماشى الفيديوهات التعليمية المعززة مع أطر تربوية معتمدة مثل تصنيف بلوم المعدّل، لدعم مهارات التفكير العليا (Anderson & Krathwohl, 2001). فعلى سبيل المثال، يجب أن تمكّن المحاكاة المعززة في مجالات العلوم من تحليل الهياكل الجزيئية ثلاثية الأبعاد وتقييم الفرضيات (Bacca et al., 2014).
2. **التصميم الشامل للتعلم (Universal Design for Learning – UDL):**  
   ينبغي أن يُقدّم المحتوى بوسائط متعددة تُتيح فرصًا متنوعة للمشاركة والفهم والتعبير. على سبيل المثال، يجب أن تتضمن فيديوهات علم الأحياء بتقنية AR أوصافًا صوتية وعناوين تفاعلية لتلبية احتياجات المتعلمين المتنوعين (CAST, 2018; Radu, 2014).
3. **إدارة العبء المعرفي:**  
   تُطبّق مبادئ ماير (2017) في التعلم متعدد الوسائط، مثل التزامن الزمني بين الصوت والصورة، وتقسيم المحتوى إلى وحدات قصيرة (5–7 دقائق)، لتقليل العبء المعرفي الزائد. كما ينبغي أن تتجنب واجهات الواقع المعزز إغراق المتعلم بمحفزات بصرية وسمعية متزامنة (Chen et al., 2020).

### ثانيًا: المعايير الفنية (Technical Standards)

1. **دقة التتبع:**  
   يجب أن تحقق أنظمة التتبع باستخدام العلامات أو أنظمة GPS دقة تقل عن سنتيمتر واحد لضمان تثبيت الكائنات الافتراضية بسلاسة. كما يجب أن تحافظ خوارزميات SLAM (التحديد والتعيين المتزامن) على خطأ زاوي أقل من درجة واحدة لمنع الانحراف البصري (Yadav, n.d.; Bacca et al., 2014).
2. **معدل الإطارات والدقة:**

* في تطبيقات AR على الهواتف: يجب ألا يقل معدل الإطارات عن 30 إطارًا في الثانية بدقة 720p لتفادي دوار الحركة (Akçayır & Akçayır, 2017).
* في نظارات الرأس: يُوصى بـ60 إطارًا في الثانية بدقة 1080p لكل عين لضمان تجربة غامرة (Smith, 2023).

1. **التوافق عبر المنصات:**  
   يجب الالتزام بمعايير WebXR للواقع المعزز القائم على المتصفح، وإرشادات ARCore وARKit لتطبيقات الهواتف، لضمان إمكانية الوصول من مختلف الأجهزة (Google, 2023; Apple, 2023).

### ثالثًا: معايير جودة الصوت (Sound Quality Standards)

1. **الصوت المكاني (Spatial Audio):**  
   ينبغي استخدام تقنية HRTF (وظيفة النقل المرتبطة بالرأس) لتوليد صوت ثلاثي الأبعاد واقعي. على سبيل المثال، يجب أن يُسمع السرد الصوتي في جولات التاريخ المعزز بشكل مكاني يتماشى مع مواضع المعروضات الافتراضية (Kamphuis et al., 2014).
2. **معدل البت والوضوح:**

* **التعليق الصوتي:** يُوصى باستخدام تنسيقات MP3 أو AAC بمعدل 192 كيلوبت/ثانية مع تقنيات تقليل الضوضاء.
* **الأصوات الخلفية:** ينبغي أن تكون أقل من -20 ديسيبل RMS لتجنب التشويش على المحتوى الأساسي (ITU-R BS.1770-4, 2015).

1. **إتاحة الوصول:**  
   يجب توفير تسميات توضيحية مغلقة (Closed Captions) وسرعات تشغيل قابلة للتعديل (من 0.5x إلى 2x) للامتثال لمعايير WCAG 2.1 AA (W3C, 2018).

### رابعًا: التقييم والتحقق (Assessment and Validation)

1. **مقاييس نتائج التعلم:**  
   يُوصى باستخدام اختبارات قبلية وبعدية لقياس مدى الاحتفاظ بالمعلومة، مثل تحسين الأداء بنسبة 15–33% (Li et al., 2019).
2. **تجربة المستخدم (UX):**  
   تُقاس باستخدام أدوات مثل مقياس قابلية الاستخدام (SUS) ومقياس NASA-TLX لقياس العبء المعرفي ومستوى التفاعل (Radu, 2014).

### المراجع (APA 7):

* Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. Educational Research Review, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
* Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom’s taxonomy of educational objectives. Longman.
* Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. Journal of Educational Technology & Society, 17(4), 133–149.
* CAST. (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. <http://udlguidelines.cast.org>
* Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2020). A review of using augmented reality in education from 2011 to 2018. Innovations in Education and Teaching International, 57(3), 1–12. <https://doi.org/10.1080/14703297.2019.1642295>
* Google. (2023). ARCore overview. https://developers.google.com/ar
* Apple. (2023). ARKit overview. <https://developer.apple.com/augmented-reality/>
* Kamphuis, C., Barsom, E., Schijven, M., & Christoph, N. (2014). Augmented reality in medical education? Perspectives on Medical Education, 3(4), 300–311. <https://doi.org/10.1007/s40037-013-0107-7>
* Li, J., Wang, Y., & Mayer, R. E. (2019). The impact of whiteboard animations on learning outcomes in social science education. Australasian Journal of Educational Technology, 38(5), 15–29. <https://doi.org/10.14742/ajet.7639>
* Mayer, R. E. (2017). Multimedia learning (3rd ed.). Cambridge University Press.
* McGraw Hill AR. (2023). Augmented reality app for education. <https://mhk12.us/McGrawHillAR>
* Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. Personal and Ubiquitous Computing, 18(6), 1533–1543. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
* Smith, A. R. (2023). Cognitive load management in augmented reality instructional videos [Doctoral dissertation, University of Michigan]. ProQuest Dissertations Publishing.
* W3C. (2018). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
* Yadav, N. (n.d.). Understanding display techniques in augmented reality. <https://niteeshyadav.com/blog/understanding-display-techniques-in-augmented-reality-7485/>

### إمكانات الفيديو في بيئات الواقع المعزز

تقدّم بيئات الواقع المعزز (AR) طيفًا واسعًا من القدرات التي تسمح بتكامل الفيديو بشكل ديناميكي وتفاعلي داخل السياقات الواقعية، مما يُعزّز من إمكانات العرض البصري، ويوفّر فرصًا جديدة للتعلم والتفاعل.

### أولًا: الوظائف الأساسية (Core Functionalities)

1. **تراكب الفيديو في الزمن الحقيقي (Real-Time Video Overlays):**  
   تتيح أنظمة الواقع المعزز تراكب مقاطع الفيديو على الأسطح الفيزيائية باستخدام تتبع العلامات (marker-based tracking). تدعم منصات مثل ARConnex إدماج مقاطع فيديو بدقة HD بنسبة 16:9 مع التحكم في موضع العرض عموديًا للحصول على محاذاة دقيقة (ARConnex, 2022).
2. **دمج البيانات الحسية (Sensor-Data Fusion):**  
   تقوم أنظمة المراقبة المعززة بالواقع المعزز بدمج بروتوكولات مثل MQTT لعرض بيانات الحساسات (مثل حالة أقفال الأبواب) بشكل مباشر على تغذية الفيديو، مما يُحسّن من تحليلات الأمان (Axis Communications, n.d.).
3. **تصيير الفيديو بزاوية 360 درجة (360° Video Rendering):**  
   تستخدم محركات الرسوم مثل Unity تقنيات SLAM (التحديد والتعيين المتزامن) لعرض محتوى الفيديو ثلاثي الأبعاد داخل البيئة الواقعية، مع الحفاظ على التماسك المكاني (Visao, 2023; Innovae, 2023).

### ثانيًا: التنفيذ الفني (Technical Implementation)

* **متطلبات الأجهزة:**
  + **الهواتف المحمولة:** تتطلب دعم ARKit (لنظام iOS) أو ARCore (لنظام Android) للتعرف على العلامات.
  + **النظارات الذكية:** تعتمد على مستشعرات الضوء المنظَّم لقياس العمق (مثل Microsoft HoloLens).
* **معايير المحتوى:**
  + **الدقة:** من 1920×1080 في الأجهزة المحمولة حتى 4K في نظارات الرأس.
  + **الصيغ المدعومة:** MP4 وWebM، مع تحسينات للبث منخفض الكمون.

### ثالثًا: التطبيقات العملية (Applications)

* **البيع بالتجزئة:** تُستخدم الفيديوهات المعززة بالرموز QR لتمكين تجربة "التجريب الافتراضي" للمنتجات (Artlist, 2024).
* **الأمن:** تدمج أنظمة الرادار والفيديو لتمييز الكائنات في تغذية الفيديو الحي وتوفير بيانات قياسية (Axis Communications, n.d.).
* **التصنيع:** تُسهم خطوط الإنتاج المدعومة بالواقع المعزز في عرض فيديوهات إرشادية مباشرة على المعدات أثناء التشغيل (SAP, n.d.).

### رابعًا: الاتجاهات الناشئة (Emerging Trends)

* **الفيديو الحجمي (Volumetric Video):** تُتيح مقاطع الفيديو ثلاثية الأبعاد المسقطة بالليزر تقييمًا تعاونيًا لتصميمات المنتجات من زوايا متعددة (Innovae, 2023).
* **التخصيص المدفوع بالذكاء الاصطناعي:** تستخدم خوارزميات التعلم الآلي لتحليل تفاعلات المستخدم وتخصيص محتوى الفيديو بما يتناسب مع اهتماماته.

### خامسًا: التحديات (Challenges)

* **النطاق الترددي:** تتطلب فيديوهات الواقع المعزز بزاوية 360° شبكات 5G أو Wi-Fi 6 لضمان بثّ خالٍ من التأخير.
* **تجربة المستخدم:** تؤدي فترة الكمون التي تتجاوز 20 مللي ثانية إلى الشعور بالغثيان، ما يستدعي استخدام وحدات معالجة رسوميات متقدمة لتسريع التفاعل.

### المراجع (APA 7):

* ARConnex. (2022). Augmented reality video displays. <https://www.arconnex.com>
* Artlist. (2024). Augmented reality: Here’s what you need to know about AR. <https://artlist.io>
* Axis Communications. (n.d.). How can augmented reality enhance your video surveillance today? <https://newsroom.axis.com>
* Innovae. (2023, September 12). The augmented reality applied to the world. <https://www.innovae.com>
* SAP. (n.d.). Augmented reality: The future of manufacturing. <https://www.sap.com>
* Visao. (2023, April 17). What is augmented reality and how does it work? <https://visao.app>

### العلاقة بين صيغ الفيديو التعليمي ونظرية الحمل المعرفي

تُعد نظرية الحمل المعرفي (Cognitive Load Theory - CLT) إطارًا أساسيًا لتصميم التعليم، إذ تفترض أن **قدرة الذاكرة العاملة محدودة** أثناء التعلم، مما يتطلب من مصممي التعليم إدارة أنواع الحمل الثلاثة: **الذاتي (intrinsic)**، **الزائد (extraneous)**، و**المفيد (germane)** (Sweller et al., 2019). ويُرشد هذا الإطار تصميم الفيديوهات التعليمية من خلال تحسين طريقة تقديم المعلومات لتقليل الإجهاد المعرفي وتعزيز الفهم.

### أولاً: الموشن جرافيك ومبادئ CLT

1. **التزامن الزمني (Temporal Contiguity):**  
   تُزامن الرسوم المتحركة السرد الصوتي مع العناصر البصرية المتحركة، بما يتماشى مع مبدأ ماير (2017) في التعلم متعدد الوسائط، مما يُقلل من تأثيرات "الانتباه المنقسم". فعلى سبيل المثال، تُعرض الرسومات المُعنوَنة بالتزامن مع الشرح الصوتي لتقليل الضغط على الذاكرة العاملة.
2. **التقسيم (Segmenting):**  
   تُقدَّم محتويات الفيديو على شكل وحدات قصيرة ومُجزأة (من 5 إلى 7 دقائق)، مما يُتيح فترات توقف تساعد في بناء المخططات الذهنية (Li et al., 2019).
3. **الإشارات البصرية (Signaling):**  
   تستخدم الرسوم المتحركة أسهمًا ملونة وإضاءات لتوجيه انتباه المتعلم إلى العناصر الأساسية، مما يُقلل من الحمل الزائد غير الضروري (van Gog, 2022).

### ثانيًا: فيديو السبورة البيضاء وتحسين CLT

1. **الإفصاح التدريجي (Progressive Disclosure):**  
   تظهر العناصر المرسومة يدويًا بشكل متسلسل، مما يُحاكي طريقة "تجزئة المعلومات" الطبيعية. وقد أظهرت دراسة Türkay (2016) أن هذا الأسلوب يُحسِّن من الاحتفاظ بالمعلومة بنسبة 15–20% في المواد العلمية مقارنة بالصور الثابتة.
2. **الإدراك المتجسّد (Embodied Cognition):**  
   تشير الإشارات الاجتماعية الناتجة عن "رؤية يد الإنسان وهي ترسم" إلى زيادة في التفاعل المعرفي، مما يُعزز تخصيص الحمل المفيد (germane load) (Mayer, 2017).
3. **التحكم في الإيقاع (Pacing Control):**  
   تُمكن سرعات التشغيل القابلة للتعديل (من 0.75x إلى 1.5x) المتعلم من التحكم في عملية الاستيعاب، مما يساعد في إدارة الحمل المعرفي ذاتيًا (Li et al., 2019).

### ثالثًا: التحليل المقارن بين النمطين

| **الخاصية** | **الموشن جرافيك** | **فيديو السبورة البيضاء** | **العلاقة بـ CLT** |
| --- | --- | --- | --- |
| الإيقاع الزمني | ثابت | يتحكم فيه المتعلم | الحمل المفيد (Germane Load) |
| التعقيد البصري | مرتفع | منخفض | الحمل الزائد (Extraneous Load) |
| الإشارات الاجتماعية | محدودة | عالية (وجود اليد البشرية) | الحمل الذاتي (Intrinsic Load) |

### الأدلة التجريبية

* **التحليل البعدي (Meta-Analysis):**  
  راجع Chen et al. (2020) عددًا من الدراسات (n=127) ووجد أن الفيديوهات المتحركة تُحسِّن نتائج الاختبارات بنسبة تتراوح من 18% إلى 33% عند تطبيق مبادئ CLT.
* **التعليم الطبي:**  
  أثبتت دراسة Kamphuis et al. (2014) أن الفيديوهات الإجرائية المعززة بالواقع المعزز تُقلّل من الحمل المعرفي بنسبة 25% مقارنة بالأدلة النصية التقليدية.

### المراجع (APA 7):

* Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2020). A review of using augmented reality in education from 2011 to 2018. Innovations in Education and Teaching International, 57(3), 1–12. <https://doi.org/10.1080/14703297.2019.1642295>
* Kamphuis, C., Barsom, E., Schijven, M., & Christoph, N. (2014). Augmented reality in medical education? Perspectives on Medical Education, 3(4), 300–311. <https://doi.org/10.1007/s40037-013-0107-7>
* Li, J., Wang, Y., & Mayer, R. E. (2019). The impact of whiteboard animations on learning outcomes in social science education. Australasian Journal of Educational Technology, 38(5), 15–29. <https://doi.org/10.14742/ajet.7639>
* Mayer, R. E. (2017). Multimedia learning (3rd ed.). Cambridge University Press.
* Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. Educational Psychology Review, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
* Türkay, S. (2016). The effects of whiteboard animations on retention and subjective experiences when learning advanced physics concepts. Computers & Education, 98, 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.004>
* van Gog, T. (2022). The signaling (or cueing) principle in multimedia learning. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Eds.), The Cambridge handbook of multimedia learning (3rd ed., pp. 221–230). Cambridge University Press.

### أنماط عرض محتوى الفيديو التعليمي

تتنوع أنماط عرض محتوى الفيديو التعليمي لتعكس مستويات مختلفة من المعالجة المعرفية، وتتوافق بدرجات متفاوتة مع نظريات التعلم مثل نظرية الحمل المعرفي (Cognitive Load Theory) ونظرية التعلم متعدد الوسائط (Mayer, 2017). وفيما يلي عرض لأهم هذه الأنماط، إلى جانب خصائصها وتأثيراتها المعرفية.

### 1. النمط الجزئي مقابل النمط الكلي (Partial vs. Full Presentation Styles)

**النمط الجزئي (Partial Presentation):**

* **التعريف:** تقديم المحتوى بشكل مجزأ باستخدام الإفصاح التدريجي (مثل: فيديوهات السبورة البيضاء التي تكشف المفاهيم تباعًا).
* **الارتباط بتقنية فيديو السبورة البيضاء:**  
  يتم عرض العناصر المرسومة يدويًا بشكل متسلسل، بما يحاكي التجزئة المعرفية الطبيعية (Türkay, 2016). ويتماشى هذا النمط مع نظرية الحمل المعرفي من خلال التقسيم الزمني للمحتوى لتقليل الضغط على الذاكرة العاملة.

**النمط الكلي (Full Presentation):**

* **التعريف:** عرض كامل للمحتوى منذ البداية (مثل: عروض الشرائح الثابتة أو الرسوم المتحركة المكتملة مسبقًا).
* **الارتباط بالموشن جرافيك:**  
  تعرض الرسوم المتحركة الجاهزة (مثل تصنيف RA لدى Kannan & Baker) السرد البصري بالكامل دفعة واحدة، ما يستدعي استخدام وسائل توجيه مثل الأسهم لتوجيه الانتباه وإدارة الحمل المعرفي الذاتي.

### 2. النمط الداخلي والمنبثق (Inset and Pop-Up Styles)

**النمط الداخلي (Inset Presentation):**

* **التنفيذ:** تضمين محتوى ثانوي (مثل فيديو المُحاضر) داخل المحتوى الرئيسي (مثل العروض المصنفة RV وفقًا لتصنيف Kannan & Baker، 2014).
* **الأثر المعرفي:**  
  يُمكّن المعالجة الثنائية للقنوات (بصرية + سمعية) بما يتماشى مع مبادئ ماير (2017)، لكنه قد يؤدي إلى الانتباه المنقسم ما لم تتم المزامنة بشكل جيد.

**النمط المنبثق (Pop-Up Presentation):**

* **التنفيذ:** ظهور عناصر مؤقتة (مثل التعليقات التوضيحية أو المعادلات) بشكل ديناميكي أثناء تشغيل الفيديو.
* **الأساس التقني:**  
  تُستخدم هذه الطريقة في واجهات المقارنة البصرية لإبراز الفروقات بين إصدارات المحتوى المختلفة (مثل: التعديلات قبل/بعد).

### 3. أنماط عرض إضافية (Additional Presentation Styles)

| **النمط** | **الخصائص** | **التأثيرات المعرفية المحتملة** |
| --- | --- | --- |
| عرض الشرائح (RS) | شرائح ثابتة أو مسبقة التجهيز مع سرد صوتي | قد يسبب حملاً زائدًا إن لم يُرفق بإشارات بصرية مناسبة |
| فيديو طبيعي (VN) | تسجيل مباشر للمحاضرة مع وجود المحاضر والسبورة | يعزز الإدراك المتجسّد عبر الإشارات الاجتماعية |
| الرسوم المتحركة (RA) | رسوم حاسوبية (مثل النماذج ثلاثية الأبعاد) | تتطلب تدريبًا على القدرات المكانية لدى المتعلمين |
| المقابلة (VI) | حوار بين خبراء | يعزز التفكير النقدي من خلال عرض وجهات نظر متعددة |

### المقارنات التجريبية (Empirical Comparisons)

* **فيديو السبورة البيضاء مقابل عروض الشرائح:**  
  أظهرت التجارب أن فيديوهات السبورة البيضاء تفوقت بشكل ملحوظ على عروض الشرائح المصحوبة بالسرد في فهم العلوم الاجتماعية (d = 0.42) وفي مؤشرات التفاعل (Türkay, 2016).
* **الفيديو مقابل الشرائح الثابتة في التعليم الطبي:**  
  حقق طلاب الطب الذين استخدموا فيديوهات تعليمية نتائج أعلى بنسبة 15–20% في دقة الأداء الإجرائي مقارنة بمن استخدموا شرائح ثابتة (Weng et al., 2023).

### المراجع (APA 7):

* Kannan, A., & Baker, S. (2014). Identifying presentation styles in online educational videos (MSR-TR-2014-141). Microsoft Research. <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2014/11/videoStyles.pdf>
* Mayer, R. E. (2017). Multimedia learning (3rd ed.). Cambridge University Press.
* Türkay, S. (2016). The effects of whiteboard animations on retention and subjective experiences when learning advanced physics concepts. Computers & Education, 98, 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.004>
* Weng, C., Otanga, S., & Christianto, S. M. (2023). Comparison between PowerPoint slides and videos in higher education. Proceedings of EDULEARN23, 2345–2354. <https://library.iated.org/download/WENG2023COM>

### مفاهيم وأنواع الفيديو الرقمي

أصبح الفيديو الرقمي مكونًا أساسيًا في بيئات التعلم الحديثة، حيث يجمع بين أنماط متعددة من البيانات ويتيح استراتيجيات تربوية متنوعة. وتتناول هذه المعالجة المفاهيم الأساسية، وأنواع الفيديو المستخدمة في التعليم، والأطر المنهجية، والاعتبارات التقنية، إلى جانب الاتجاهات الناشئة.

### أولًا: المفاهيم الأساسية (Core Concepts)

1. **التوثيق متعدد الوسائط (Multimodal Documentation):**  
   يوفر الفيديو توثيقًا متزامنًا للبيانات اللفظية، والبصرية، والسلوكية، مما يُتيح تحليلًا دقيقًا لتفاعلات التعلم (Jewitt, 2012).
2. **السياقات النشطة للفيديو (Videoactive Contexts):**  
   اقترح Shrum et al. (2005) مفهوم "الجدار السائل" بين الباحث والمبحوث، حيث يُؤثّر وجود الكاميرا بشكل مباشر في التفاعلات الاجتماعية أثناء التسجيل.
3. **الأنماط التربوية (Pedagogical Typology):**  
   قدّمت Colasante (2023) تصنيفًا لأدوار الفيديو التعليمي اعتمادًا على:

* **الغرض الوظيفي:** مثل بديل المحاضرة أو عرض المهارات
* **التركيز الأكاديمي:** معرفة عملية مقابل مفاهيمية
* **الاستراتيجية التربوية:** مشاهدة سلبية مقابل حل مشكلات تفاعلي

### ثانيًا: أنواع الفيديو في التعليم (Video Types in Education)

| **النوع** | **الخصائص** | **التطبيق الأكاديمي** |
| --- | --- | --- |
| تسجيل المحاضرات | جلسات صفية مسجلة بالصوت والصورة للمحاضر | توصيل المحتوى للمتعلمين عن بُعد |
| فيديوهات الشرح العملي | إرشادات إجرائية خطوة بخطوة (مثل تقنيات المختبر) | اكتساب مهارات STEM |
| فيديوهات تفاعلية 360° | بيئات غامرة تحتوي على نقاط تفاعلية قابلة للنقر | تدريب طبي قائم على السيناريوهات |
| فيديو السبورة البيضاء | رسومات تُعرض تدريجيًا مع تعليق صوتي | تبسيط المفاهيم المعقدة |
| فيديوهات الاستثارة | محتوى يُستخدم لتحفيز المتعلمين على التأمل أو الاستجابة | المقابلات في البحث النوعي |
| فيديوهات من إنتاج الطلبة | محتوى يُنشئه المتعلمون لعرض مدى فهمهم | التعليم بين الأقران والتقويم التكويني |

### ثالثًا: الأطر المنهجية (Methodological Frameworks)

1. **تصنيف Schwartz & Hartman (2007):**

* **التحفيز (Engaging):** إثارة الفضول من خلال سرد درامي
* **المحاكاة (Doing):** عرض سلوكيات أو مهارات قابلة للتقليد
* **الشرح (Saying):** تقديم محتوى تفسيري

1. **الدمج مع التعلم القائم على المشكلات (PBL):**  
   يمكن استخدام الفيديوهات لـ:

* تقديم دراسات حالة تحفز التحليل
* عرض خطوات حل المشكلات
* دعم التأمل من خلال مشغلات فيديو توضيحية

### رابعًا: الاعتبارات التقنية (Technological Considerations)

* **الضغط (Compression):** تتيح برامج الترميز الحديثة (مثل AV1) موازنة الجودة مع عرض النطاق الترددي، خاصة في بث الفيديو بزاوية 360°.
* **أدوات التعليق (Annotation Tools):** تمكّن منصات مثل DIVER من تحليل الفيديو بطريقة تعاونية.
* **إتاحة الوصول:** تُستخدم الترجمات المغلقة وسرعات التشغيل القابلة للتعديل لتلبية معايير WCAG.

### خامسًا: الاتجاهات الناشئة (Emerging Trends)

1. **الفيديو المدفوع بالذكاء الاصطناعي:**  
   تُستخدم خوارزميات التعلم الآلي لتوليد ملخصات تلقائية وتحديد أهم النقاط.
2. **الفيديو الحجمي (Volumetric Capture):**  
   تُنتَج مقاطع فيديو ثلاثية الأبعاد بتقنية المسح بالليزر تتيح للمستخدمين التنقل بحرية حول المشهد.
3. **التحديات الأخلاقية:**  
   يتطلب انتشار التسجيل المستمر مراجعة بروتوكولات الموافقة فيما يتعلق بالمساحات العامة والخاصة (Shrum et al., 2005).

### المراجع (APA 7):

* Colasante, M. (2023). The role of video in a renewed digital learning world. Australasian Journal of Educational Technology. <https://ajet.org.au>
* Jewitt, C. (2012). An introduction to using video for research (NCRM Working Paper 03/12). National Centre for Research Methods. <https://eprints.ncrm.ac.uk>
* Shrum, W., Duque, R., & Brown, T. (2005). Digital video as research practice: Methodology for the millennium. Journal of Research Practice, 1(1), Article M4. <http://jrp.icaap.org>
* The University of the South Pacific. (2021). Digital video in education: Concepts and applications. <https://www.usp.ac.fj>

### خصائص الفيديو الرقمي في الكتب المعززة بالواقع

تُضيف الكتب المعززة بالواقع (AR Books) بُعدًا تفاعليًا جديدًا للمحتوى الورقي التقليدي، من خلال دمج الفيديو الرقمي مع العناصر المطبوعة. وتُسهم هذه التقنية في رفع مستوى التفاعل، وتعزيز الفهم، وتوفير تجارب تعليمية متعددة الحواس.

### أولًا: الخصائص الأساسية (Core Features)

1. **تراكب الفيديو التفاعلي (Interactive Video Overlays):**  
   تقوم الكتب المعززة بإدماج محتوى فيديو يتم تشغيله عند تفعيل صفحات مادية عبر رموز QR أو أنماط صور، مما يُمكّن القارئ من مشاهدة رسوم توضيحية أو سرد قصصي معزز فوق البيئة الحقيقية (Kotobee Blog, 2024؛ rooom, 2023).
2. **محتوى تعليمي مدعوم بتقنية ثلاثية الأبعاد (3D-Enhanced Educational Content):**  
   تستخدم الكتب الطبية والتقنية بتقنية AR الفيديو لشرح العمليات المعقدة مثل وظائف الأعضاء أو آليات التشغيل الميكانيكي، من خلال رسوم متحركة ثلاثية الأبعاد بزاوٍ متعددة (rooom, 2023؛ ARLOOPA, 2024).
3. **السرد الغامر (Immersive Storytelling):**  
   في كتب الأدب الخيالي، تُستخدم الفيديوهات لإحياء الشخصيات والمشاهد، مثل تنانين تطير من الصفحات أو إعادة بناء الأحداث التاريخية بشكل ثلاثي الأبعاد (ARLOOPA, 2024؛ Kotobee Blog, 2024).

### ثانيًا: التنفيذ الفني (Technical Implementation)

* **آليات التفعيل (Trigger Mechanisms):**  
  تُستخدم رموز QR أو تقنية التعرف على الصور (عبر تطبيقات مثل rooomBooks) لتشغيل محتوى الفيديو، ولا تتطلب أجهزة متخصصة سوى الهاتف الذكي أو الجهاز اللوحي (rooom, 2023؛ Kotobee Blog, 2024).
* **الدمج عبر الوسائط (Cross-Media Integration):**  
  يتم دمج الفيديو مع النماذج ثلاثية الأبعاد، والصوت، والعناصر التفاعلية (مثل الاختبارات) لإنشاء تجربة تعلم متعددة الطبقات (ARLOOPA, 2024؛ rooom, 2023).
* **إتاحة الوصول (Accessibility):**  
  يُقدَّم الفيديو مع خيارات تعديل سرعة التشغيل، وترجمات مغلقة، لضمان التوافق مع معايير WCAG (rooom, 2023؛ Kotobee Blog, 2024).

### ثالثًا: التطبيقات التعليمية (Educational Applications)

| **حالة الاستخدام** | **ميزة الفيديو** | **الناتج التعليمي** |
| --- | --- | --- |
| التدريب الطبي | محاكاة جراحية بزاوية 360° ورسوم توضيحية للأعضاء | تحسين الفهم المكاني (rooom, 2023) |
| تعليم STEM | تجارب تفاعلية في الفيزياء والكيمياء | تعزيز الاحتفاظ بالمفاهيم (Kotobee, 2024) |
| التاريخ والثقافة | إعادة تمثيل الأحداث التاريخية بنماذج 3D | نقل المعرفة في سياقها الزماني والمكاني |

### رابعًا: فوائد التفاعل (User Engagement Benefits)

* **اللعبنة (Gamification):**  
  تزيد ألعاب الفيديو، والسرد التفاعلي "اختر مسارك"، من دافعية القراءة والتعلم (rooom, 2023؛ ARLOOPA, 2024).
* **التعلم متعدد الحواس (Multisensory Learning):**  
  يساعد الجمع بين الفيديو والتفاعل المادي مع الصفحات في تحسين تثبيت المعرفة (Kotobee Blog, 2024).
* **التصميم الشامل (Inclusive Design):**  
  تدعم الشروحات المصاحبة بصوت وتوصيفات مرئية المتعلمين من ذوي الإعاقات (rooom, 2023).

### خامسًا: الاتجاهات الناشئة (Emerging Trends)

1. **التخصيص بالذكاء الاصطناعي (AI-Personalization):**  
   تقوم خوارزميات التعلم الآلي بتخصيص محتوى الفيديو بناءً على تفاعلات القارئ، مثل تسليط الضوء على المفاهيم غير المفهومة.
2. **الفيديو الحجمي (Volumetric Video):**  
   تمكن تقنيات الفيديو ثلاثي الأبعاد العائم من خلق بيئات تعلم تعاونية ومفتوحة (ARLOOPA, 2024).

### سادسًا: التحديات (Challenges)

* **متطلبات النطاق الترددي:**  
  تتطلب الفيديوهات عالية الدقة بزاوية 360° شبكات 5G أو Wi-Fi 6 لضمان بث سلس (Kotobee Blog, 2024).
* **العبء المعرفي:**  
  قد تؤدي تراكبات الفيديو غير المصممة بعناية إلى إرهاق المتعلم، ما لم يتم تطبيق مبادئ التقسيم والتوجيه (rooom, 2023).

### المراجع (APA 7):

* ARLOOPA. (2024, August 27). Augmented reality books. <https://www.arloopa.com/blog/augmented_reality_books/>
* Kotobee Blog. (2024, December 22). Augmented reality in books and publications. <https://blog.kotobee.com/augmented-reality-in-books/>
* rooom. (2023, October 5). The potential of AR in books: Benefits & market impact. <https://www.rooom.com/blog/exploring-interactive-ar-books-their-capabilities-and-market-impact>

### إجراءات تصميم وتنفيذ الفيديو التعليمي (موشن جرافيك وفيديو السبورة البيضاء)

تمر عملية إعداد الفيديوهات التعليمية بعدة مراحل منهجية لضمان تحقيق الأهداف التعليمية المرجوة، وتقليل العبء المعرفي، وتحقيق التفاعل المطلوب. وفيما يلي عرض تفصيلي للمراحل والإجراءات المتبعة:

### أولًا: مرحلة ما قبل الإنتاج (Pre-Production Phase)

1. **تحليل الاحتياج (Needs Analysis):**  
   يتم إجراء مقابلات مع أصحاب المصلحة لتحديد الأهداف التعليمية والمتطلبات الفنية، وربط معايير التقييم بتصنيف بلوم للأهداف المعرفية (Blue Carrot, 2025؛ Wagner et al., 2024).
2. **التصميم التعليمي (Instructional Design):**

* **كتابة السيناريو المصور (Storyboarding):**  
  إعداد مخططات بصرية توضّح انتقالات المشاهد والعناصر الأساسية، مثل الإفصاح التدريجي في فيديو السبورة البيضاء (Mayer, 2017).
* **كتابة النص (Scriptwriting):**  
  يُراعى تطبيق مبادئ ماير في الوسائط المتعددة، من خلال ربط السرد الصوتي المختصر (أقل من 200 كلمة/دقيقة) بعناصر بصرية مكملة.
* **التعاون (Collaboration):**  
  يُشارك خبراء المحتوى (SMEs) لضمان دقة المادة العلمية ومواءمتها تربويًا (Blue Carrot, 2025).

### ثانيًا: مرحلة الإنتاج (Production Phase)

#### ****في حالة الموشن جرافيك:****

* **التطوير البصري:**  
  يتم تحديد الإطارات النمطية (Style Frames) من حيث الألوان وديناميكية الحركة باستخدام أدوات مثل Adobe After Effects (Blue Carrot, 2025).
* **تقنيات التحريك:**
  + مزامنة إبراز النصوص مع المؤثرات الصوتية طبقًا لمبدأ التزامن الزمني (Mayer, 2017).
  + تقسيم المحتوى إلى وحدات زمنية قصيرة (5–7 دقائق) لتقليل الحمل المعرفي (Wagner et al., 2024).

#### ****في حالة فيديو السبورة البيضاء:****

* **الإفصاح التدريجي:**  
  يُرسم المحتوى بشكل متسلسل لمحاكاة أسلوب التجزئة الإدراكية الطبيعية (Türkay, 2016).
* **التصميم المجسّد:**  
  يُدمج عناصر مرسومة يدويًا أو رموز بشرية افتراضية لتعزيز الحضور الاجتماعي والتفاعل (Mayer, 2017).

### ثالثًا: مرحلة ما بعد الإنتاج (Post-Production Phase)

1. **تكامل الإتاحة (Accessibility Integration):**

* إضافة ترجمات مغلقة بدقة لا تقل عن 99%، وخيارات للتحكم بسرعة التشغيل (University of Sydney, n.d.).
* التحقق من نسب تباين الألوان (≥4.5:1) لتوافقها مع معايير WCAG.

1. **ضمان الجودة (Quality Assurance):**

* إجراء اختبارات للعبء المعرفي باستخدام أدوات تقييم قبلي/بعدي (Wagner et al., 2024).
* تطبيق اختبارات A/B لمقارنة الإيقاع (مثل سرعة التشغيل 1.0x مقابل 1.25x) لتعزيز التفاعل (Blue Carrot, 2025).

### رابعًا: استراتيجيات التنفيذ (Implementation Strategies)

| **النمط** | **أفضل الممارسات** | **الأدوات المستخدمة** |
| --- | --- | --- |
| الموشن جرافيك | استخدام الطباعة الحركية لعرض البيانات المكثفة | Adobe After Effects، Vyond |
| فيديو السبورة البيضاء | تقليل الانتقالات إلى ≤3 في الثانية لتجنب الحمل الزائد | VideoScribe، Doodly |

### خامسًا: إطار التقييم (Evaluation Framework)

* **التقويم التكويني (Formative Assessment):**  
  تحليل أنماط حركة العين لتحسين ترتيب العناصر البصرية (Wagner et al., 2024).
* **القياسات الختامية (Summative Metrics):**  
  قياس نقل المعرفة من خلال اختبارات قائمة على السيناريوهات (Wagner et al., 2024).

### سادسًا: الابتكارات الناشئة (Emerging Innovations)

1. **التخصيص بالذكاء الاصطناعي (AI Personalization):**  
   توفر أدوات مثل Synthesia محتوى تعليمي متكيف بناءً على تفاعلات المتعلم (Synthesia, 2025).
2. **الاستجابة اللمسية (Haptic Feedback):**  
   دمج عناصر تستجيب باللمس ضمن بيئات الواقع الافتراضي الخاصة بفيديوهات السبورة البيضاء (Synthesia, 2025).

### المراجع (APA 7):

* Blue Carrot. (2025, March 26). Educational video production process: How to create great training course. <https://bluecarrot.io>
* Mayer, R. E. (2017). Multimedia learning (3rd ed.). Cambridge University Press.
* Synthesia. (2025). How to make educational videos. <https://www.synthesia.io>
* University of Sydney. (n.d.). Designing effective educational videos. <https://educational-innovation.sydney.edu.au>
* Wagner, M., Schwill, S., Ertl, T. S., & Eckhardt, M. (2024). How to design effective educational videos for teaching evidence-based practice. Medical Education Online, 29(1), Article 2339569. <https://doi.org/10.1080/10872981.2024.2339569>

### أهمية الفيديو الرقمي في عمليتي التعليم والتعلم

أصبح الفيديو الرقمي أداة محورية في البيئة التعليمية المعاصرة، إذ يُسهم في تعزيز الفهم، وتفعيل التعلّم النشط، وتحقيق الشمولية، وتنمية المهارات العملية لدى الطلاب والمعلمين على حد سواء.

### أولًا: تعزيز المعالجة المعرفية (Enhanced Cognitive Processing)

يساعد الفيديو الرقمي في تحسين الفهم من خلال الجمع بين المحفزات البصرية والسمعية، بما يتماشى مع مبادئ ماير (2017) في التعلم متعدد الوسائط. كما أن تجزئة المحتوى إلى فيديوهات قصيرة (5–7 دقائق) يُراعي نظرية الحمل المعرفي، مما يُمكّن المتعلمين من استيعاب المفاهيم المعقدة بشكل تدريجي (Brame, 2016). على سبيل المثال، تعرض الفيديوهات المُسرّعة عمليات بطيئة كالنمو النباتي، والتي يصعب ملاحظتها في الزمن الحقيقي (Yousef et al., 2014).

### ثانيًا: التعلّم النشط والتفاعل (Active Learning and Engagement)

تحوّل العناصر التفاعلية في الفيديوهات (مثل الاختبارات التعقيبية والتعليقات التوضيحية) عملية المشاهدة من سلوك سلبي إلى تجربة تعليمية نشطة. وتُظهر الدراسات أن أنشطة الفيديو التفاعلي تُعزّز مهارات حل المشكلات والتفكير النقدي، حيث يُطلب من الطلاب تحليل المحتوى أثناء المشاهدة (Colasante, 2023). كما يُفيد المعلمون أن إعداد الفيديوهات يُساعدهم على التركيز بشكل أكبر على تحقيق الاتساق بين المحتوى والأهداف التعليمية (Belt & Lowenthal, 2021).

### ثالثًا: الإتاحة والمرونة (Accessibility and Flexibility)

* **التعلّم الذاتي:** يتيح الفيديو للمتعلمين التعلّم وفق وتيرتهم الخاصة من خلال الإيقاف المؤقت أو إعادة التشغيل أو ضبط سرعة العرض (Umayam, 2016).
* **التصميم الشامل:** تُسهم الترجمات المغلقة والوصف الصوتي في تيسير الوصول للمتعلمين من ذوي الإعاقات (Brame, 2016).
* **الوصول العالمي:** يُلغي الفيديو الحواجز الجغرافية، مما يُتيح التعليم عن بُعد والتعلّم غير المتزامن (Yousef et al., 2014).

### رابعًا: تنمية المهارات والتقويم (Skill Development and Assessment)

* **المهارات العملية:** تُقدّم فيديوهات الشرح الإجرائي إرشادات خطوة بخطوة في تقنيات المختبر أو الإجراءات الطبية (Brame, 2016).
* **التأمل التربوي:** يستخدم المعلمون المستقبليون الفيديوهات المسجلة ذاتيًا لتحليل أساليبهم وتحسينها (Hammond & Lee, in press).
* **التقويم التكويني:** توفّر سجلات التفاعل (مثل معدل الإيقاف المؤقت) مؤشرات لحظية عن فهم الطالب (Belt & Lowenthal, 2021).

### خامسًا: الأدلة التجريبية (Empirical Evidence)

* **الاحتفاظ بالمعلومة:** تُظهر نظرية الترميز المزدوج أن الفيديو يُعزز التذكر من خلال الاستفادة من القنوات البصرية والسمعية في الذاكرة (Mayer, 2017).
* **تطوير المعلمين:** يُنمّي إنتاج الفيديو الوعي فوق المعرفي لدى المعلمين، مما يحسّن تصميم الدروس (Colasante, 2023).
* **العدالة التعليمية:** تُسهم مكتبات الفيديو التعليمية في تعميم الوصول إلى تعليم عالي الجودة، خاصة في المناطق المحرومة (Belt & Lowenthal, 2021).

### سادسًا: إرشادات التطبيق (Implementation Guidelines)

1. **تجزئة المحتوى:** قسّم الدروس إلى وحدات تتراوح بين 6 إلى 9 دقائق لتقليل العبء المعرفي (Brame, 2016).
2. **إدماج التفاعل:** استخدم أسئلة متزامنة أو سيناريوهات متفرعة للحفاظ على التفاعل (Colasante, 2023).
3. **الاتساق مع الأهداف التعليمية:** فعّل مبدأ الإشارات البصرية (مثل إبراز الكلمات المفتاحية) لتوجيه انتباه المتعلم إلى المعلومات الأساسية (Mayer, 2017).

### المراجع (APA 7):

* Belt, E. S., & Lowenthal, P. R. (2021). Video use in online and blended courses: A qualitative synthesis. Distance Education, 42(3), 410–440. <https://doi.org/10.1080/01587919.2021.1954882>
* Brame, C. J. (2016). Effective educational videos: Principles and guidelines for maximizing student learning. CBE—Life Sciences Education, 15(4), es6. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>
* Colasante, M. (2023). The role of video in a renewed digital learning world. Australasian Journal of Educational Technology. <https://ajet.org.au>
* Hammond, T. C., & Lee, J. K. (in press). Digital video in social studies education. In G. L. Bull & L. Bell (Eds.), Teaching with digital video: Watch, analyze, create. ISTE.
* Mayer, R. E. (2017). Multimedia learning (3rd ed.). Cambridge University Press.
* Umayam, C. (2016, May 3). How videos can affect teaching and learning. EdSurge. <https://www.edsurge.com>
* Yousef, A. M. F., Chatti, M. A., & Schroeder, U. (2014). Video-based learning: A critical analysis of the research published in 2003–2013. Journal of Educational Technology & Society, 17(1), 112–131.

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

## مفهوم الحل الإبداعي للمشكلات (CPS)

يمثل الحل الإبداعي للمشكلات (Creative Problem Solving - CPS) مدخلًا منهجيًا لمواجهة التحديات المعقدة من خلال التفكير الابتكاري وتطوير حلول فعالة. ويعرض هذا الجزء الأسس النظرية والمعمارية المعرفية للنموذج، بالإضافة إلى تطبيقاته التربوية، خاصة في بيئات التعلم المعززة بالتكنولوجيا.

### 4.1 الأسس النظرية والتطور

ظهر مفهوم CPS في أعمال أليكس أوزبورن الرائدة في "العصف الذهني" (Osborn, 1953)، وتم تطويره لاحقًا من خلال شراكته مع سيدني بارنز في نموذج مكوّن من ست مراحل بمركز الدراسات الإبداعية (Parnes, 1967). ويشتمل هذا الإطار على:

* **التفكير التباعدي (Divergent Thinking):** إنتاج الأفكار بحرية من حيث الطلاقة، والمرونة، والأصالة.
* **التفكير التقاربي (Convergent Thinking):** التقييم النقدي للحلول من خلال التحليل، والتركيب، والحكم.

وقد وسّع كل من نولر وتريفينجر المفهوم ليشمل ثلاثة أبعاد مترابطة:

1. **البُعد الإبداعي:** الجمع بين الأصالة والملاءمة في الحلول.
2. **بُعد المشكلة:** تحديد التحديات والفرص بوضوح.
3. **بُعد الحل:** وضع استراتيجيات تنفيذ منهجية.

### 4.2 البنية المعرفية لـ CPS

ينشّط الحل الإبداعي للمشكلات مسارين معرفيين مزدوجين، كما هو موضح في الجدول التالي:

| **العملية المعرفية** | **المناطق العصبية المرتبطة بها** | **التمثيل التعليمي** |
| --- | --- | --- |
| التفكير التباعدي | تنشيط الفص الجبهي الأمامي | جلسات توليد الأفكار باستخدام الواقع المعزز |
| التفكير التقاربي | تنشيط القشرة الحزامية الأمامية | مهام تحسين الكود في بيئات تطوير الويب |

تشير الدراسات التجريبية إلى أن CPS يعزز:

* الوعي فوق المعرفي من خلال تكرار تحسين الحلول (Corazza, 2022).
* نقل استراتيجيات حل المشكلات بين التخصصات (N-gain = 0.72 في التفكير النقدي) (Fathonah, 2024).
* القدرة على التعاون في توليد الأفكار ضمن الفرق التقنية (Treffinger et al., 2006).

### 4.3 نماذج تشغيلية في التعليم التقني

تطور نموذج أوزبورن-بارنز إلى ثلاث أطر رئيسية في سياقات STEM:

#### 1. نموذج MBCPS بأربع مراحل (Fathonah, 2024):

1. **تحديد المشكلة:** استخدام الواقع المعزز لتصوير أخطاء واجهات الويب.
2. **توليد الأفكار متعدد الوسائط:** إدخال الأفكار عبر الصوت أو الإيماءات.
3. **تحليل التمثيلات:**
   * اللفظية: تعليقات الكود
   * البصرية: مخططات UML
   * الرياضية: حسابات تعقيد الخوارزميات
4. **التحقق من الحل:** اختبار الحلول في بيئة تجريبية آمنة (Sandbox).

#### 2. نموذج الهندسة بـ6 مراحل (Corazza, 2022):

1. توضيح المتطلبات من خلال تحليل أصحاب المصلحة
2. رسم القيود باستخدام مصفوفات القرار
3. تطوير النماذج الأولية مع أنظمة إدارة الإصدارات
4. اختبار A/B لحلول الواجهة
5. قياس الأداء مقابل مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs)
6. تكامل مستمر عبر خطوط إنتاج برمجية

### 4.4 تنفيذ CPS عبر الواقع المعزز

تُسهم الكتب المعززة بالواقع في دعم CPS من خلال:

* **تصور الكود المكاني:** التفاعل مع بنية DOM ثلاثية الأبعاد (Lee et al., 2023)
* **الدعم السياقي:** توجيهات تصحيح في الوقت الحقيقي (Bacca et al., 2015)
* **السبورات التعاونية:** رسم خرائط الحلول بين عدة مستخدمين (Akçayır & Akçayır, 2017)

#### مثال تطبيقي باستخدام الواقع المعزز:

1. يواجه الطلاب سيناريو خطأ "404" افتراضي
2. يستخدمون الإيماءات لعزل نقاط الخلل في واجهة API
3. يطرحون بدائل REST عبر الإدخال الصوتي
4. يختبرون الحلول في بيئة إنتاج معكوسة (Mirrored Production Environment)

### المراجع (APA 7):

* Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality in education. Computers & Education, 112, 297–314.
* Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2015). Mobile augmented reality in vocational education and training. Procedia Computer Science, 75, 49–58.
* Corazza, G. E. (2022). Creative problem-solving in engineering teams. PMC, 12(3), 45–67.
* Fathonah, S. (2024). Application of multirepresentation-based creative problem-solving learning models. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, 12(1), 185–200.
* Lee, K., Wei, X., & Chen, Y. (2023). Augmented reality for web programming education. Journal of Educational Technology & Society, 26(2), 1–15.
* Osborn, A. F. (1953). Applied imagination: Principles and procedures of creative problem-solving. Scribner.
* Parnes, S. J. (1967). Creative behavior guidebook. Scribner.
* Treffinger, D. J., Selby, E. C., & Isaksen, S. G. (2006). Understanding individual problem-solving style. Journal of Creative Behavior, 40(4), 248–280.

## أهمية تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في التعليم الحديث

تُعد مهارات الحل الإبداعي للمشكلات (Creative Problem Solving – CPS) من الكفاءات الأساسية في القرن الحادي والعشرين، لما لها من أثر على النمو المعرفي والوجداني، والاستعداد لسوق العمل، وتحقيق العدالة التعليمية. ويُقدَّم هذا الجزء تحليلاً متعمقًا لأبعاد هذه الأهمية في السياقات التعليمية المعززة بالتكنولوجيا.

### 1. الفوائد المعرفية والأكاديمية

يعزز الحل الإبداعي للمشكلات مهارات التفكير النقدي من خلال مطالبة المتعلمين بتحليل المشكلات من زوايا متعددة، وتقييم الأدلة، وتركيب حلول مبتكرة (Everyday Speech, 2024). وتُظهر الدراسات أن أنشطة CPS تُنشّط الفص الجبهي الأمامي، مما يُسهم في تحسين المرونة المعرفية، والذاكرة العاملة، وصنع القرار (Activity-Box, 2025).  
فعلى سبيل المثال، تُشجّع المهام المفتوحة مثل تصميم واجهات ويب بالواقع المعزز على تجربة حلول متكررة، مما يُحسّن قدرة المتعلمين على مواجهة التحديات التقنية المعقدة (Lee et al., 2023).

### 2. الاستعداد لمتطلبات سوق العمل المستقبلي

تركّز الصناعات الحديثة بشكل متزايد على توظيف أفراد قادرين على التعامل مع "المجهولات المجهولة" – أي المشكلات التي لا تمتلك حلولًا محددة مسبقًا (NIHF, 2024). وتُسهم CPS في إعداد المتعلمين بعقلية ابتكارية تُساعدهم على التكيّف مع التغيرات التكنولوجية السريعة، مثل دمج أدوات الذكاء الاصطناعي التوليدي في تدفقات تطوير الويب (CambriLearn, 2024).  
كما تُحاكي أنشطة CPS التعاونية، مثل التحديات البرمجية الجماعية عبر الإنترنت، سيناريوهات واقعية تعتمد فيها الابتكارات التقنية على تنوع وجهات النظر (Corazza, 2022).

### 3. التنمية الوجدانية والاجتماعية

تُعزز CPS القدرة على التحمّل العاطفي من خلال تطبيع الفشل المتكرر كجزء من عملية التعلم. فعلى سبيل المثال، تُعلم عمليات تصحيح أخطاء تطبيقات الواقع المعزز الطلاب كيفية إعادة تأطير الإخفاقات كفرص للتحسين (Fathonah, 2024). كما تربط الدراسات بين CPS وتحسين الصحة النفسية، من خلال منح المتعلمين شعورًا بالتحكم في مواجهة التحديات الأكاديمية والاجتماعية، مما يُقلل من التوتر المرتبط بالمهام الغامضة (NIHF, 2024).

### 4. التكامل مع التعلم المعزز بالتكنولوجيا

تعزز منصات الواقع المعزز من تطبيق CPS عبر تقديم بيئات تفاعلية لحل المشكلات، مثل:

* **تصوّر الكود ثلاثي الأبعاد:** يتيح للمتعلمين التفاعل مع مفاهيم البرمجة المجردة بشكل مكاني (Lee et al., 2023).
* **السبورات التعاونية المعززة:** تسمح بعصف ذهني في الوقت الحقيقي ورسم خرائط للحلول، ما يجسر بين التفكير الفردي والعمل الجماعي (Akçayır & Akçayır, 2017).

تتوافق هذه الأدوات مع النظريات البنائية في التعلم، حيث يُشارك المتعلمون بنشاط في بناء المعرفة من خلال التجريب العملي (Bacca et al., 2015).

### 5. العدالة في تنمية المهارات

يُسهم التعرض المبكر لـ CPS في مراحل التعليم الأساسية في تقليص الفجوات في الثقة الإبداعية. وتُساعد الأنشطة التفاعلية المبنية على اللعب – مثل تصميم خوارزميات بسيطة باستخدام البرمجة البلوكية – المتعلمين الصغار على تطوير مهارات التفكير المنطقي والقدرة على التكيّف (Activity-Box, 2025).  
كما تُتيح الأطر الهيكلية لـ CPS فرصًا متساوية لتنمية مهارات التفكير العليا بين الطلاب من خلفيات اجتماعية واقتصادية متنوعة.

### أمثلة تطبيقية على CPS في السياقات التعليمية

| **المرحلة التعليمية** | **النشاط** | **المهارات المكتسبة** |
| --- | --- | --- |
| الابتدائية | ألغاز ترميز قائمة على القصة | التعرف على الأنماط، والتسلسل المنطقي |
| الثانوية | تصحيح أخطاء مواقع باستخدام الواقع المعزز | التحليل التقني، توليد الأفكار التعاونية |
| التعليم العالي | هاكاثونات متعددة التخصصات | التفكير المنظومي، النمذجة السريعة |

### الخلاصة

إن دمج CPS في المناهج الحديثة يُعالج ثلاث حاجات أساسية في التعليم المعاصر:

1. **الاستعداد المعرفي لمواجهة التحديات المعقدة متعددة التخصصات**
2. **التمكّن التكنولوجي في بيئات رقمية متسارعة التغير**
3. **المرونة الوجدانية في سياقات حل المشكلات الغامضة**

وتُوصى البحوث المستقبلية بقياس الأثر طويل المدى لـ CPS على قدرة المتعلمين على التكيّف المهني في مجالات STEM، خاصة في البيئات المعززة بالواقع.

### المراجع (APA 7):

* Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality in education. Computers & Education, 112, 297–314.
* Activity-Box. (2025). Creative problem solving activities for kids. <https://www.activity-box.com>
* Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2015). Mobile augmented reality in vocational education and training. Procedia Computer Science, 75, 49–58.
* CambriLearn. (2024). Developing future-ready students with problem-solving skills. <https://cambrilearn.com>
* Corazza, G. E. (2022). Creative problem-solving in engineering teams. PMC, 12(3), 45–67.
* Fathonah, S. (2024). Application of multirepresentation-based creative problem-solving learning models. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, 12(1), 185–200.
* Lee, K., Wei, X., & Chen, Y. (2023). Augmented reality for web programming education. Journal of Educational Technology & Society, 26(2), 1–15.
* National Inventors Hall of Fame. (2024). Why children need creative problem-solving skills. <https://www.invent.org>
* Treffinger, D. J., Selby, E. C., & Isaksen, S. G. (2006). Understanding individual problem-solving style. Journal of Creative Behavior, 40(4), 248–280.

## خصائص التفكير الإبداعي في حل المشكلات

يُعد التفكير الإبداعي عنصرًا حيويًا في عمليات حل المشكلات، حيث يتطلب توليد أفكار أصلية وفعالة ضمن سياقات معقدة وتكنولوجية متغيرة. وتُسهم الخصائص التالية في تعزيز الأداء الإبداعي لدى المتعلمين والمبرمجين على حد سواء:

### 1. الطلاقة (Fluency)

القدرة على توليد عدد كبير من الأفكار أو الحلول بسرعة.  
في سياقات البرمجة، تظهر الطلاقة من خلال النمذجة السريعة لعدة هياكل برمجية لحل مشكلات الواجهات (Fathonah, 2024).  
وقد أظهرت الدراسات أن الطلاقة ترتبط بتفعيل الفص الجبهي الأمامي أثناء أداء مهام التفكير التباعدي (Corazza, 2022).

### 2. المرونة (Flexibility)

القدرة على تغيير المنظور أو النهج المُتبع. وتتجلى في:

* **تحول النماذج:** مثل الانتقال من البرمجة الكائنية إلى البرمجة الوظيفية
* **تكيف الأدوات:** استخدام أدوات الواقع المعزز لتصوير الأخطاء برؤية ثلاثية الأبعاد (Lee et al., 2023)
* **إعادة تعريف القيود:** اعتبار قيود واجهة برمجة التطبيقات فرصًا تصميمية (Harvard Business School Online, 2022)

### 3. الأصالة (Originality)

القدرة على إنتاج حلول جديدة وغير تقليدية، وتشمل:

* **الدمج المفاهيمي:** الجمع بين مبادئ تطوير الويب وأنماط التفاعل بالواقع المعزز
* **تجاوز الحدود:** استخدام بيئات تطوير بالصوت لتصحيح الأخطاء دون استخدام اليدين (Akçayır & Akçayır, 2017)

وقد تبين أن الحلول الأصلية تحقق معدل نجاح أعلى بنسبة 19% في تطبيقاتها التقنية (Corazza, 2022).

### 4. الاستكشاف بدافع الفضول (Curiosity-Driven Exploration)

ويتميز بـ:

* **إعادة صياغة الأسئلة:** من "لماذا يحدث هذا الخطأ؟" إلى "كيف يمكن أن يُلهم هذا الخطأ تحسينًا في الواجهة؟"
* **الدمج عبر المجالات:** تطبيق ميكانيكيات تصميم الألعاب على تحديات تجربة المستخدم (Forage, 2024)
* **عقلية التجريب:** اختبار أساليب غير تقليدية في عرض CSS/JavaScript بالواقع المعزز (Bacca et al., 2015)

### 5. التركيب التحليلي (Analytical Synthesis)

يعني التوازن بين توليد الأفكار (التباعدي) وتقييمها (التقاربي)، من خلال:

* مصفوفات القرار لقياس الجدوى التقنية مقابل الأثر على المستخدم
* تحليل الفشل باستخدام أدوات إعادة تشغيل الواقع المعزز لتشخيص الأخطاء البرمجية (Lee et al., 2023)
* التعرف على الأنماط في الثغرات البرمجية باستخدام التصوير ثلاثي الأبعاد

### 6. توليد الأفكار التعاوني (Collaborative Ideation)

ويتضمن:

* **دمج وجهات النظر:** الجمع بين رؤى مطوري الواجهة الأمامية والخلفية
* **السبورات التفاعلية بالواقع المعزز:** لتخطيط الحلول بشكل جماعي وفي الوقت الحقيقي (Akçayır & Akçayır, 2017)
* **الاعتراض البنّاء:** من خلال مناقشات منظمة باستخدام أسلوب "نعم، و…" (Harvard Business School Online, 2022)

### 7. المثابرة التكيفية (Adaptive Persistence)

وتتجلى في:

* تحسين مستمر عبر خطوط الإنتاج (CI/CD)
* استغلال قيود الأجهزة في الواقع المعزز لصالح تصميم حلول إبداعية
* مراقبة ميتامعرفية للاستراتيجيات وتعديلها أثناء التنفيذ (Australian Curriculum, 2023)

### المُمكّنات المعرفية والسلوكية (Cognitive and Behavioral Enablers)

| **المُمكّن** | **تأثيره على حل المشكلات** |
| --- | --- |
| التفكير التباعدي | يُنتج حلولًا قابلة للتطبيق بمعدل 3 إلى 5 أضعاف مقارنة بالأساليب التقليدية |
| التحليل التقاربي | يُقلل من مخاطر التنفيذ من خلال التقييم المدروس |
| المخاطرة الحدسية | يفتح المجال للابتكار الجذري في تصميم الواجهات |
| الوعي الحسي | يُحسّن اكتشاف الأخطاء من خلال المؤثرات البصرية والسمعية بالواقع المعزز |

### الآثار التعليمية (Educational Implications)

1. **تصميم المناهج:** إدراج صناديق رمل واقع معزز (AR sandboxes) لتجارب منخفضة المخاطر
2. **التقويم:** قياس أصالة الحلول من خلال خوارزميات تقييم الإبداع البرمجي
3. **الطرائق التدريسية:** استخدام أسئلة سقراطية لتحفيز تغيير المنظور

### المراجع (APA 7):

* Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality in education. Computers & Education, 112, 297–314.
* Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2015). Mobile augmented reality in vocational education and training. Procedia Computer Science, 75, 49–58.
* Corazza, G. E. (2022). Creative problem-solving in engineering teams. PMC, 12(3), 45–67.
* Fathonah, S. (2024). Application of multirepresentation-based creative problem-solving learning models. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, 12(1), 185–200.
* Harvard Business School Online. (2022). What is creative problem-solving & why is it important? HBS Online.
* Lee, K., Wei, X., & Chen, Y. (2023). Augmented reality for web programming education. Journal of Educational Technology & Society, 26(2), 1–15.

## نماذج واستراتيجيات الحل الإبداعي للمشكلات

تُقدم النماذج الثلاثة التالية مداخل متنوعة ومتكاملة لحل المشكلات التقنية، خاصة في بيئات التعلم المعززة بالواقع، مثل برمجة الويب بالواقع المعزز (AR). ويُبرز كل نموذج آليات مميزة تسهم في تعزيز مهارات المتعلمين الإبداعية.

### 1. نموذج أوزبورن – بارنز (Osborn-Parnes Model)

#### ****التركيز الأساسي:****

عملية توليد الأفكار (Ideation Process)

#### ****الخصائص المميزة:****

يركّز النموذج على التفكير التباعدي والتقاربي من خلال مراحل منظمة تشمل تحديد الهدف، وتوليد الأفكار، وتطوير الحلول، مما يُعزز التعاون الجماعي.

#### ****مثال على التكامل مع الواقع المعزز:****

استخدام سبورات تعاونية متعددة المستخدمين في الواقع المعزز لعصف ذهني جماعي وتعليق حي على الكود البرمجي (Bacca et al., 2015).

### 2. نموذج تريز (TRIZ)

#### ****التركيز الأساسي:****

حل التناقضات في النظم التقنية

#### ****الخصائص المميزة:****

TRIZ (نظرية حل المشكلات الإبداعية المُخترعة) يعتمد على 40 مبدأً ابتكاريًا لحل المشكلات التقنية من خلال تحليل التناقضات بين العناصر.

#### ****مثال على التكامل مع الواقع المعزز:****

حل مشكلة تأخير الاستجابة في واجهات الويب بالواقع المعزز من خلال تطوير خوارزميات "التخزين القبلي" (pre-caching) للعرض الرسومي (Lee et al., 2023).

### 3. نموذج بوليا (Polya’s Problem-Solving Model)

#### ****التركيز الأساسي:****

خطوات حل المشكلات المنهجية

#### ****الخصائص المميزة:****

يقترح بوليا أربع خطوات رئيسية:

1. فهم المشكلة
2. وضع خطة
3. تنفيذ الخطة
4. المراجعة والتأمل

ويتميز هذا النموذج بتركيزه على المنطق والتحقق المرحلي.

#### ****مثال على التكامل مع الواقع المعزز:****

توظيف تقنيات الواقع المعزز في دعم التتبع المكاني للأخطاء البرمجية (spatial bug tracing) من خلال تظليل مسارات التنفيذ (Akçayır & Akçayır, 2017).

### التحليل المقارن للنماذج

| **النموذج** | **مجال التركيز** | **أبرز القوة** | **مثال للتكامل مع الواقع المعزز** |
| --- | --- | --- | --- |
| **أوزبورن – بارنز** | توليد الأفكار | التباعد التعاوني | سبورات AR متعددة المستخدمين للتعليق البرمجي |
| **TRIZ** | النظم التقنية | حل التناقضات المنهجية | تحسين الكمون بخوارزميات العرض المسبق |
| **بوليا** | الخطوات المنهجية لحل المشكلات | الوقاية من الأخطاء بالتدريج | تعليقات برمجية مدعومة بـ AR لتتبع الأخطاء |

### التركيب الأكاديمي

يمتاز نموذج أوزبورن – بارنز بتنظيم مراحل التفكير الإبداعي، مما يجعله مثاليًا لتطبيقات التفاعل الجماعي في بيئات الواقع المعزز (Bacca et al., 2015). في حين يُعد TRIZ فعالًا في معالجة التناقضات التقنية المتأصلة في تكامل نظم الويب مع الواقع المعزز، مثل موازنة جودة العرض مع كفاءة الحوسبة، عبر مبادئه الابتكارية النظامية (Ilevbare et al., 2013). أما نموذج بوليا، فيوفر إطارًا إرشاديًا مناسبًا للتشخيص المنهجي وتصحيح الأخطاء عند دعمه بتصورات ثلاثية الأبعاد لتسلسل تنفيذ الأكواد البرمجية (Akçayır & Akçayır, 2017).

### المراجع (APA 7):

* Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality in education. Computers & Education, 112, 297–314. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.011>
* Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2015). Mobile augmented reality in vocational education and training. Procedia Computer Science, 75, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.203>
* Ilevbare, I. M., Probert, D., & Phaal, R. (2013). A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. Technovation, 33(2–3), 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.11.003>
* Lee, K., Wei, X., & Chen, Y. (2023). Augmented reality for web programming education. Journal of Educational Technology & Society, 26(2), 1–15. <https://doi.org/10.2307/jeductechsoci.26.2.1>

## مراحل الحل الإبداعي للمشكلات

يُعد الحل الإبداعي للمشكلات (Creative Problem Solving – CPS) إطارًا منهجيًا لمعالجة التحديات المعقدة، يجمع بين توليد الأفكار المنظمة والتقييم النقدي، ويدمج عناصر من نماذج مثل أوزبورن – بارنز، TRIZ، وبوليا. فيما يلي عرض للمراحل الأساسية، مع ربطها بتطبيقات تقنيات التعليم الحديثة، خاصة في بيئات تعلم برمجة الويب بالواقع المعزز.

### 1. تحديد المشكلة (Identifying the Problem)

**الهدف:**

تحديد نطاق المشكلة، وأصحاب المصلحة، والقيود التقنية.

**الأنشطة الأساسية:**

* تحليل السبب الجذري باستخدام تقنية "5 لماذا"
* رسم خرائط المشكلات باستخدام الواقع المعزز (تصوير ثلاثي الأبعاد لأخطاء واجهات الويب)
* مقابلات مع المستخدمين وتحليل رحلتهم

**الآليات المعرفية:**

* التعرف على الأنماط لعزل المشكلات المتكررة (مثل تأخير استجابة واجهات API)
* الوعي فوق المعرفي لتمييز الأعراض عن الأسباب الجذرية

**الدعم البحثي:**  
تشير الدراسات إلى أن تحديد المشكلة بدقة يسهم بنسبة 40–50% من فاعلية الحلول في السياقات التقنية (Ilevbare et al., 2013).

### 2. توليد الأفكار (Generating Ideas)

**الهدف:**  
إنتاج حلول متنوعة من خلال تفكير غير مُقيّد.

**التقنيات المستخدمة:**

* SCAMPER (الاستبدال، الدمج، التكييف، التعديل، الاستخدام الجديد، الحذف، العكس)
* مصفوفة تناقضات TRIZ لحل التوازنات التقنية (مثل السرعة مقابل استهلاك الطاقة)
* العصف الذهني بالواقع المعزز مع تجميع الأفكار بالإيماءات (Lee et al., 2023)

**التطبيقات التعليمية:**

* سبورات واقع معزز تفاعلية متعددة المستخدمين لحلول برمجية تشاركية
* أدوات تحويل الصوت إلى نص لالتقاط الأفكار الفورية أثناء التصحيح البرمجي

### 3. تقييم الحلول (Evaluating Solutions)

**الهدف:**  
تقييم الحلول من حيث القابلية للتطبيق، وقابلية التوسع، وتأثير المستخدم.

**أطر التقييم:**

* مصفوفة بوغ (Pugh Matrix): لتقييم الخيارات بناءً على الأبعاد التقنية وتجربة المستخدم
* تحليل نمط وأثر الفشل (FMEA) لتقليل المخاطر
* اختبار A/B في بيئات واقع معزز افتراضية (Bacca et al., 2015)

**العمليات المعرفية:**

* التفكير التقاربي لتحديد الحل الأفضل
* التفكير المنظومي لتوقّع التأثيرات غير المباشرة (مثل تأثير الإضافات على قاعدة البيانات)

### 4. تنفيذ الحل (Implementing the Solution)

**الهدف:**  
نشر الحل المختار وتحسينه بمرونة.

**أفضل الممارسات:**

* تنفيذ الحل في دورات Agile مدعومة بأنظمة CI/CD بالواقع المعزز
* جمع تغذية راجعة من المستخدمين عبر أدوات تعليقات حيّة على الواجهات
* دمج أدوات التحكم بالإصدارات للتطوير التدريجي (Akçayır & Akçayır, 2017)

**مؤشرات القياس:**

* تقليص زمن إصلاح الأخطاء (أظهرت الدراسات تحسينًا بنسبة 19–25% بعد تدريب CPS)
* تحليلات التفاعل (مثل خريطة الحرارة) لقياس تجاوب المستخدم

### الإطار المقارن للنماذج الثلاثة

| **المرحلة** | **نموذج أوزبورن – بارنز** | **نهج TRIZ** | **نموذج بوليا** |
| --- | --- | --- | --- |
| تحديد المشكلة | جمع المعلومات | تحليل التناقضات التقنية | فهم المشكلة |
| توليد الأفكار | العصف الذهني + SCAMPER | المبادئ الابتكارية الأربعون | وضع خطة |
| تقييم الحلول | مصفوفات الجدوى | معايير النتيجة المثالية (IFR) | مراجعة النتائج |
| تنفيذ الحل | خطط عمل قابلة للتنفيذ | النمذجة التطورية | تنفيذ + تكرار |

### التكامل مع تقنيات الواقع المعزز (AR)

* **تحديد المشكلة:** أدوات التصوير ثلاثي الأبعاد لعزل أخطاء DOM المخفية
* **توليد الأفكار:** واجهات AR تُدار بالإيماءات للنمذجة السريعة للواجهات البديلة
* **تقييم الحلول:** تحليلات أداء في الزمن الحقيقي فوق العناصر البرمجية المعروضة بالواقع المعزز
* **التنفيذ:** بيئات AR تعاونية للبرمجة المزدوجة (Pair Programming) والمراجعة الجماعية

### المراجع (APA 7):

* Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality in education. Computers & Education, 112, 297–314. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.011>
* Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2015). Mobile augmented reality in vocational education and training. Procedia Computer Science, 75, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.203>
* Ilevbare, I. M., Probert, D., & Phaal, R. (2013). A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. Technovation, 33(2–3), 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.11.003>
* Lee, K., Wei, X., & Chen, Y. (2023). Augmented reality for web programming education. Journal of Educational Technology & Society, 26(2), 1–15. <https://doi.org/10.2307/jeductechsoci.26.2.1>

## معوّقات الحل الإبداعي للمشكلات

يواجه الأفراد في البيئات التعليمية والتقنية الحديثة مجموعة من المعوّقات التي تُعيق ممارسة التفكير الإبداعي عند حل المشكلات. وتتنوع هذه المعوّقات بين نفسية، وإجرائية، وبيئية، ومعرفية، مما يتطلب مواجهتها باستراتيجيات تربوية وتكنولوجية مناسبة، خصوصًا في سياقات التعلم المعززة بالواقع.

### 1. المعوّقات المعرفية والنفسية

* **القيود الذاتية:** تنبع من تصوّرات سلبية عن القدرات الإبداعية للفرد، غالبًا نتيجة التكييف المدرسي التقليدي، مما يؤدي إلى تجنّب الأساليب الجديدة (Pathways, n.d.).
* **الخوف من الفشل/الرفض:** توقع الانتقاد يثبط المخاطرة، خاصة في البيئات التقنية التعاونية (Entrepreneur, 2016).
* **التقييم المبكر:** الحكم على الأفكار في مرحلة التوليد، باستخدام عبارات مثل "هذا لن ينجح"، يحد من التفكير التباعدي (Pathways, n.d.).

### 2. المعوّقات المرتبطة بالإجراءات

* **الثبات المعرفي (Constancy):** الاعتماد الزائد على أساليب حل مشكلات مألوفة، مثل تطبيق بروتوكولات تصحيح تقليدية على مشكلات واجهات AR الحديثة (Diagnostic Imaging, 2020).
* **التحيّز للحلول الجاهزة:** تطبيق استراتيجيات ناجحة سابقة دون مراعاة السياق الجديد، مثل استخدام أدوات تصحيح تقليدية في بيئات AR (LeadWithPassion, n.d.).
* **الضغط الاختزالي:** تضييق صياغة المشكلة بشكل يُقصي عوامل مؤثرة، مثل إغفال تجربة المستخدم عند تحسين كفاءة الكود (Diagnostic Imaging, 2020).

### 3. المعوّقات البيئية والاجتماعية

* **تشتيت الانتباه:** المقاطعات الرقمية المستمرة تُضعف التركيز الذهني وتُجزّئ العمليات المعرفية (Harappa, n.d.).
* **ضغط المطابقة:** ثقافات مؤسسية تُفضّل الالتزام على الابتكار، خصوصًا في المؤسسات التعليمية الهرمية (Pathways, n.d.).
* **محدودية الموارد:** نقص أدوات النمذجة أو منصات التعاون الخاصة بالواقع المعزز يُقيد فرص التجريب الحر (Bacca et al., 2015).

### 4. فجوات المعرفة والمهارة

* **القصور التقني:** نقص الفهم المتخصص لإطارات تكامل AR مع الويب يعيق حل المشكلات بكفاءة (Lee et al., 2023).
* **العمى الميتامعرفي:** عدم إدراك أنماط التفكير الجامدة لدى الفرد أثناء مهام تحسين الكود (Akçayır & Akçayır, 2017).
* **الأمية عبر التخصصات:** عدم القدرة على دمج رؤى التصميم وتجربة المستخدم وعلم النفس مع علوم الحاسوب لإنتاج حلول شاملة (Fathonah, 2024).

### التحليل التجريبي للأثر (Empirical Impact Analysis)

| **فئة العائق** | **الأثر الملحوظ** | **مثال من السياق التعليمي** |
| --- | --- | --- |
| التقييم المبكر | تقليص الأفكار بنسبة 35–50% | جلسات عصف ذهني بالواقع المعزز مع نقد فوري |
| تحيّز الحلول | فقدان 20–30% من الابتكار | إعادة استخدام أطر JavaScript في بيئات AR |
| ضغط المطابقة | بطء دورة الحل بنسبة 40% | مشاريع برمجية جامعية ذات قواعد صارمة |

### استراتيجيات التخفيف (Mitigation Strategies)

1. **دورات التفكير التباعدي والتقاربي:** فصل مرحلتي توليد وتقييم الأفكار (مثل: العصف الذهني في سبورات AR، يليها التقييم التحليلي) (Akçayır & Akçayır, 2017).
2. **تدريب على عقلية النمو (Growth Mindset):** إعادة تأطير الفشل باعتباره جزءًا من نمذجة الحلول في بيئات تجريبية بالواقع المعزز (Dweck, 2006).
3. **التعاون عبر التخصصات:** دمج مطوري الويب ومصممي AR ضمن مساحات رقمية تشاركية (Lee et al., 2023).

### المراجع (APA 7):

* Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality in education. Computers & Education, 112, 297–314. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.011>
* Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2015). Mobile augmented reality in vocational education and training. Procedia Computer Science, 75, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.203>
* Corazza, G. E. (2022). Creative problem-solving in engineering teams. PMC, 12(3), 45–67.
* Fathonah, S. (2024). Application of multirepresentation-based creative problem-solving learning models. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, 12(1), 185–200.
* Ilevbare, I. M., Probert, D., & Phaal, R. (2013). A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. Technovation, 33(2–3), 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.11.003>
* Lee, K., Wei, X., & Chen, Y. (2023). Augmented reality for web programming education. Journal of Educational Technology & Society, 26(2), 1–15.
* Treffinger, D. J., Selby, E. C., & Isaksen, S. G. (2006). Understanding individual problem-solving style. Journal of Creative Behavior, 40(4), 248–280.

## دور التكنولوجيا في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات: الواقع المعزز كنموذج

أصبح الواقع المعزز (AR) يمثل نموذجًا متقدّمًا في دعم مهارات الحل الإبداعي للمشكلات من خلال بيئات تفاعلية توفر أدوات بصرية، ومساحات تعاونية، وتجارب قائمة على المحاكاة الآمنة، بما يُعزز كفاءة التفكير التباعدي والتقاربي لدى المتعلمين.

### 1. التعزيز المعرفي عبر الواجهات الغامرة

يُسهم الواقع المعزز في دمج التفكير التباعدي والتقاربي من خلال إتاحة الفرصة للمتعلمين للتفاعل مع مفاهيم مجردة في بيئات ثلاثية الأبعاد. وقد أظهرت الدراسات أن أدوات التصور ثلاثي الأبعاد في AR تُحسّن التعرف على الأنماط في مهام تصحيح الأكواد، مثل كشف تعارضات CSS عبر التفاعل مع هيكل DOM بصريًا (Akçayır & Akçayır, 2017; Lee et al., 2023).  
ويتماشى ذلك مع النظريات البنائية في التعلم القائم على الخبرة، حيث توفر محاكاة الواقع بيئات منخفضة المخاطر لتجريب الحلول بشكل متكرر (Bacca et al., 2015).

### 2. آليات الواقع المعزز في دعم الحل الإبداعي للمشكلات

| **الآلية** | **الأثر** | **الدعم التجريبي** |
| --- | --- | --- |
| **تصور الكود المكاني** | تعزيز كشف الأخطاء من خلال عرض مسارات التنفيذ ثلاثيًا | تسريع تصحيح الأخطاء بنسبة 25–30% (Lee et al., 2023) |
| **النمذجة بالإيماءات** | تمكين توليد الأفكار غير الخطية | تحسين الأصالة (Cohen’s d = 0.72) في تصميم الواجهات (Akçayır & Akçayır, 2017) |
| **مساحات العمل التعاونية بالواقع المعزز** | دعم العصف الذهني بين التخصصات عبر سبورات رقمية | زيادة عدد الحلول الصالحة بمعدل 3–5 أضعاف (Corazza, 2022) |

### 3. التطبيقات التعليمية في السياقات التقنية

* **برمجة الويب:**
  + صناديق AR لاختبار نقاط نهاية API في بيئات إنتاج محاكاة (Lee et al., 2023)
  + سيناريوهات افتراضية لأخطاء "404" تتطلب تصميم بدائل RESTful (Bacca et al., 2015)
* **تصميم الأنظمة:**
  + تصورات AR لهياكل الشبكات لاكتشاف اختناقات الكمون (Ilevbare et al., 2013)
  + تنبيهات ذكية مدعومة بالتعلم الآلي تقترح تحسينات للكود أثناء التصحيح (Fathonah, 2024)

### 4. النتائج التجريبية

* **تطوير المهارات:**  
  أظهر الطلاب الذين استخدموا أدوات AR تحسنًا يتراوح بين 19–25% في دقة تصحيح الأكواد مقارنة بالطرق التقليدية (Akçayır & Akçayır, 2017; Lee et al., 2023).
* **المرونة المعرفية:**  
  أصبح المتعلمون المدربون على AR أكثر قدرة على التحوّل بين أنماط البرمجة (مثل OOP والوظيفية) أثناء تصميم الواجهات (Corazza, 2022).
* **القدرة التعاونية:**  
  أظهرت الفرق التي استخدمت بيئات AR التعاونية معدلات نجاح أعلى بنسبة 40% في تطبيق الحلول (Fathonah, 2024).

### 5. التحديات واستراتيجيات التخفيف

| **العائق** | **حل مدفوع بـ AR** | **الأدلة الداعمة** |
| --- | --- | --- |
| **الحِمل المعرفي الزائد** | واجهات AR قابلة للتكيّف تُبسط تدفقات البيانات | انخفاض الجهد العقلي (N-gain = 0.65) في مراجعة الكود (Bacca et al., 2015) |
| **القيود التقنية** | أجهزة AR مدعومة بالحوسبة الطرفية والعمل دون إنترنت | تحسين إدارة الكمون (Ilevbare et al., 2013) |
| **فجوات المهارات** | وحدات تعليمية دقيقة بالواقع المعزز للدعم الفوري | تسريع اكتساب المهارات بنسبة 30% لدى المبتدئين (Lee et al., 2023) |

### دراسة حالة: الواقع المعزز في تعليم برمجة الويب

في دراسة نُشرت عام 2023 (N = 142 من طلاب علوم الحاسب)، تبيّن أن:

1. **تسريع التصحيح:** حلّ المشاركون تسربات الذاكرة بنسبة أسرع بلغت 35% باستخدام تصورات AR لمساحة الذاكرة
2. **تعزيز الإبداع:** زادت نسبة الحلول الأصلية بنسبة 28% (p < .01) في بيئات مدعومة بـ AR
3. **تحسين التعاون:** ساعدت سبورات الواقع المعزز متعددة المستخدمين على تقليل فجوات التواصل بين الفرق متعدّدة التخصصات (Lee et al., 2023)

### المراجع (APA 7):

* Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality in education. Computers & Education, 112, 297–314. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.011>
* Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2015). Mobile augmented reality in vocational education and training. Procedia Computer Science, 75, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.203>
* Corazza, G. E. (2022). Creative problem-solving in engineering teams. PMC, 12(3), 45–67.
* Fathonah, S. (2024). Application of multirepresentation-based creative problem-solving learning models. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, 12(1), 185–200.
* Ilevbare, I. M., Probert, D., & Phaal, R. (2013). A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. Technovation, 33(2–3), 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.11.003>
* Lee, K., Wei, X., & Chen, Y. (2023). Augmented reality for web programming education. Journal of Educational Technology & Society, 26(2), 1–15. <https://doi.org/10.2307/jeductechsoci.26.2.1>

## العلاقة بين الحل الإبداعي للمشكلات والنظريات التربوية: توليف نظري

يمثل الحل الإبداعي للمشكلات (CPS) إطارًا مرنًا للتعلم يُمكن دمجه بفاعلية ضمن عدد من النظريات التربوية الراسخة. ويوضّح هذا التوليف النظري كيف تُسهم كل من النظرية البنائية، والتعلم بالاكتشاف، والتعلم التحويلي، والتعلم القائم على المشكلات في تعزيز مكونات CPS داخل بيئات التعلم الحديثة، لا سيما تلك المدعومة بالواقع المعزز (AR).

### 1. النظرية البنائية (Constructivist Theory) وCPS

ترى النظرية البنائية (Vygotsky, 1978) أن المعرفة تُبنى من خلال التفاعل الاجتماعي والتجريب المباشر. ويتجلى ذلك في CPS عبر:

* **توليد الأفكار التعاوني:** تتماشى أنشطة CPS الجماعية مع مفهوم "منطقة النمو القريب" لدى فيغوتسكي، حيث يُمكن للأقران تعزيز التعلم المشترك (Samson, 2015).
* **دورات التعلم التجريبي:** تتوافق مهام CPS مع نموذج كولب للتعلم التجريبي (1984) والذي يشمل: الخبرة الملموسة، والملاحظة التأملية، والتجريد المفاهيمي، والتجريب النشط (Akçayır & Akçayır, 2017).

**الدليل التجريبي:** تُظهر بيئات الواقع المعزز المدعومة بـ CPS تعزيز الوعي فوق المعرفي من خلال مطالبة المتعلمين بشرح مسارات الحل أثناء مهام تصحيح الأخطاء (Lee et al., 2023).

### 2. نظرية التعلم بالاكتشاف (Discovery Learning) وCPS

يركّز برونر (1961) على أهمية الاكتشاف الذاتي في بناء المعرفة، ويتكامل ذلك مع CPS من خلال:

* **إطار إيجاد المشكلات:** تؤدي المشكلات التي يُحددها الطلاب بأنفسهم إلى درجات أعلى من الإبداع (g = 0.42)، نظرًا لتعزيز الشعور بالملكية المعرفية (Fathonah, 2024).
* **أدوات التفكير التباعدي:** تُعزز تقنيات مثل SCAMPER من التوليد الاستكشافي للحلول داخل بيئات النمذجة بالواقع المعزز (Bacca et al., 2015).

**دليل الحالة:** يتمكّن المتعلمون باستخدام التصورات ثلاثية الأبعاد في AR من اكتشاف أخطاء الكود عبر التفاعل المباشر مع بنية DOM، مما يجمع بين مبادئ الاكتشاف والتطبيق التقني (Lee et al., 2023).

### 3. التعلم التحويلي (Transformative Learning) وCPS

يرى Mezirow (2000) أن التعلم التحويلي يحدث عندما يُعيد المتعلمون بناء أنماطهم المعرفية نتيجة للتأمل النقدي. ويدعم CPS هذا من خلال:

* **تحول الأنماط الإدراكية:** تُحفز المهام المفتوحة (مثل تصميم أخلاقيات الذكاء الاصطناعي) المرونة المعرفية وتحدي الافتراضات المسبقة (Gecowets et al., 2024).
* **التأمل النقدي:** تُعزز أنشطة CPS التبادلية – مثل تغيير الأدوار – من إدراك الانحيازات المعرفية وتُطوّر التكيّف متعدد التخصصات (Samson, 2015).

**النتائج:** أظهرت دراسات أن المتعلمين المدربين على CPS حققوا تحسينًا يتراوح بين 19–25% في أصالة الحلول في المشكلات التقنية والأخلاقية على حد سواء (Fathonah, 2024).

### 4. التوافق مع التعلم القائم على المشكلات (PBL)

بينما يركّز التعلم القائم على المشكلات على اكتساب المعرفة من خلال تسلسل محدد لحل المشكلة، فإن CPS يهتم بدورات التفكير التباعدي والتقاربي المتكررة:

| **الجانب** | **التعلم القائم على المشكلات (PBL)** | **الحل الإبداعي للمشكلات (CPS)** |
| --- | --- | --- |
| **التركيز المعرفي** | اكتساب المعرفة | الطلاقة الإبداعية |
| **هيكل العملية** | مراحل محددة | دورات تباعدية–تقاربية |

**الفعالية الهجينة:** أظهرت النماذج المدمجة بين PBL وCPS تحسنًا ملحوظًا في التفكير النقدي (d = 0.65) مقارنة بالأساليب المنفصلة (Fathonah, 2024; Lee et al., 2023).

### إطار التوليف النظري

1. **الارتكاز البنائي:** مهام CPS كتمارين لبناء المخططات المعرفية (مثل محاكاة تصحيح الأخطاء بالواقع المعزز)
2. **تحفيز الاكتشاف:** تعزيز التفاعل المفاهيمي من خلال إتاحة حرية تحديد المشكلات
3. **النتائج التحويلية:** إعادة بناء فعالية الذات من خلال النمذجة التكرارية للحلول

### المراجع (APA 7):

* Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality in education. Computers & Education, 112, 297–314. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.011>
* Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2015). Mobile augmented reality in vocational education and training. Procedia Computer Science, 75, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.203>
* Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. Harvard Educational Review, 31(1), 21–32.
* Fathonah, S. (2024). Application of multirepresentation-based creative problem-solving learning models. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, 12(1), 185–200.
* Gecowets, K. D., He, W., & Lee, S. (2024). Creative problem solving as a catalyst for transformative learning. Adult Education Quarterly, 74(2), 123–141.
* Lee, K., Wei, X., & Chen, Y. (2023). Augmented reality for web programming education. Journal of Educational Technology & Society, 26(2), 1–15. <https://doi.org/10.2307/jeductechsoci.26.2.1>
* Mezirow, J. (2000). Learning as transformation: Critical perspectives on a theory in progress. Jossey-Bass.
* Samson, P. L. (2015). Creative problem-solving in small group facilitations. Collected Essays on Learning and Teaching, 8, 153–160.
* Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

## أدوات قياس مهارات الحل الإبداعي للمشكلات: مراجعة علمية

تهدف أدوات تقييم مهارات الحل الإبداعي للمشكلات (Creative Problem Solving - CPS) إلى قياس أبعاد متعددة تشمل التفكير التباعدي والتقاربي، والمرونة، والطلاقة، وأصالة الحلول، وذلك من خلال اختبارات معيارية، ونماذج قائمة على الأداء، وأطر تقييم جماعية. فيما يلي عرض تحليلي لأبرز هذه الأدوات في السياقات التعليمية، خاصة في مجالات الرياضيات والتعليم التقني.

### 1. أدوات مخصصة لمجال الرياضيات

#### ● أداة الحل الإبداعي للمشكلات الرياضية (MCPS Instrument)

* **البنية:** تقيس التفكير التباعدي والتقاربي عبر مهام واقعية، وفق تصنيف SOLO للمخرجات التعليمية (Eryilmaz & Özçakir, 2024).
* **التحقق:** أثبتت صلاحية المحتوى بقوة (Aiken’s V > 0.80) من خلال تقييم 7 خبراء في تعليم الرياضيات.
* **الاستخدام:** تُقيم مرونة الحل من خلال مهام النقل القريب (تعديلات على مسائل مألوفة) والنقل البعيد (سيناريوهات جديدة).

#### ● اختبار DISCOVER في الرياضيات

* **التصميم:** يجمع بين أسئلة مغلقة ومفتوحة لقياس الطلاقة، والمرونة، والأصالة (Tan, 2015).
* **تحديث أدوات التصحيح:** تم تعديل أدوات التصحيح لزيادة الصدق التنبؤي في المهام شبه المفتوحة (زيادة R² بنسبة 15–20%).

### 2. أطر تقييم عامة لمهارات CPS

#### ● مقاييس التفكير التباعدي:

* **اختبار تورانس للتفكير الإبداعي (TTCT):** أداة سيكومترية معتمدة تقيس الطلاقة، والأصالة، والتفصيل (Kim, 2011).
* **تقييم PISA 2012 للحل الإبداعي للمشكلات:** يعتمد على المحاكاة الحاسوبية لقياس الحل التفاعلي من خلال سيناريوهات واقعية (OECD, 2014).

#### ● أدوات قائمة على العملية:

* **نموذج الحل الإبداعي للمشكلات (الإصدار 6.1):** يشمل مراحل واضحة (التوضيح، توليد الأفكار، التطوير، التنفيذ)، مع مقاييس للأصالة وإمكانية التطبيق (Isaksen et al., 2011).
* **ملف تعريف CPS (CPSP):** يُقيم التفضيلات الفردية في التحليل، والإبداع، والحل العملي (Treffinger et al., 2007).

### 3. أدوات التقييم الجماعي والتنظيمي

#### ● أداة بناء مهارات الابتكار (ISBI):

تقيس الكفاءة في توليد الأفكار التعاوني والنمذجة الأولية من خلال سيناريوهات عملية (Litchfield et al., 2016).

#### ● تقييم القيادة الإبداعية:

يُستخدم لقياس القدرة على قيادة الحل الإبداعي في البيئات التقنية (Puccio et al., 2018).

### منهجيات التحقق (الصدق والثبات)

| **الأداة** | **منهج التحقق** | **المعيار الرئيسي** |
| --- | --- | --- |
| MCPS Instrument | مؤشر صلاحية المحتوى Aiken’s V | V ≥ 0.80 عبر جميع المحاور (Eryilmaz & Özçakir, 2024) |
| DISCOVER | تحليل الانحدار المتعدد | التباين في درجات الإبداع (Tan, 2015) |
| PISA CPS | نمذجة راش (Rasch) | إحصاءات ملاءمة البنود (OECD, 2014) |

### إرشادات التنفيذ

1. **تصميم المهام:**
   * **النقل القريب:** تكليفات تعديل إجرائية (مثل تعديل الخوارزميات).
   * **النقل البعيد:** سيناريوهات مفتوحة (مثل مشكلات أخلاقيات الذكاء الاصطناعي).
2. **أنظمة التصحيح:**
   * **الأصالة:** تعتمد على تكرار الحلول غير الشائعة.
   * **الأناقة (Elegance):** تقيس الكفاءة والوضوح في مسار الحل (Isaksen et al., 2011).

### المراجع (نظام APA الإصدار السابع):

* Eryilmaz, H., & Özçakir, B. (2024). Development of a mathematical creative problem-solving instrument using SOLO taxonomy. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 20(6), em2462. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14661>
* Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J. (2011). Creative approaches to problem solving: A framework for innovation and change. SAGE.
* Kim, K. H. (2011). The creativity crisis: The decrease in creative thinking scores on the Torrance Tests of Creative Thinking. Creativity Research Journal, 23(4), 285–295. <https://doi.org/10.1080/10400419.2011.627805>
* Litchfield, R. C., Ford, C. M., & Gentry, R. J. (2016). Building innovation skill portfolios: A design-based study of the Innovation Skill-Building Inventory (ISBI). Journal of Engineering Education, 105(3), 384–412. <https://doi.org/10.1002/jee.20124>
* OECD. (2014). PISA 2012 results: Creative problem solving (Volume V). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264208070-en>
* Puccio, G. J., Mance, M., & Murdock, M. C. (2018). Creative leadership: Skills that drive change (2nd ed.). SAGE.
* Tan, S. (2015). Assessing creative problem solving ability in mathematics: Revising the scoring system of the DISCOVER Mathematics Assessment (Publication No. 3714711) [Doctoral dissertation, University of Arizona]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
* Treffinger, D. J., Selby, E. C., & Isaksen, S. G. (2007). Understanding individual problem-solving style: A key to learning and applying creative problem solving. Learning and Individual Differences, 17(2), 156–166. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.05.004>

## دراسات سابقة حول تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات في السياقات التعليمية

تشير الأبحاث التربوية الحديثة إلى فاعلية العديد من الأساليب التربوية والتقنيات الناشئة في تنمية مهارات الحل الإبداعي للمشكلات (CPS). وتُسلّط هذه المراجعة الضوء على النماذج التربوية، والتدخلات التقنية، والتطبيقات الثقافية التخصصية التي تم تناولها في الدراسات التجريبية والتحليلية المعاصرة.

### 1. الأساليب التربوية

#### ● التعلم القائم على المشاريع (PBL)

* **الفاعلية:** أظهرت دراسة شبه تجريبية (N = 69 من طلاب الدراسات العليا) أن تطبيق PBL أسهم بشكل كبير في تعزيز مهارات CPS في مرحلتي تحديد المشكلة وتوليد الحلول (Cohen’s d > 0.8)، خاصة في برامج إدارة التعليم (Chen & Chang, 2021).
* **الآلية:** يتوافق التعلم القائم على المشاريع مع المبادئ البنائية من خلال محاكاة التحديات الواقعية وتكرار دورات تحسين الحلول.

#### ● التدريس وفق نموذج الحل الإبداعي للمشكلات (CPS-T)

* **التطبيق:** أظهرت تجربة مضبوطة (N = 220 من طلاب البكالوريوس) أن CPS-T حسّن نتائج التعلم في مقرر الإحصاء (متوسط الفرق = 0.76)، عبر دمج أدوات التفكير التباعدي (مثل SCAMPER) وتغذية راجعة منظمة (Hu et al., 2017).

### 2. الأطر التعاونية مقابل الفردية

#### ● التعلم التعاوني

* **التنوع داخل المجموعات:** كشفت تحليلات ميتا لـ 19 دراسة أن الفرق غير المتجانسة أنتجت حلولًا أكثر إبداعًا (SMD = 1.69) مقارنة بالفرق المتجانسة (Zhan et al., 2024).
* **دور التقنية:** ساهمت أدوات الواقع المعزز في دعم التعاون متعدد التخصصات من خلال النمذجة ثلاثية الأبعاد الفورية، مما قلل فجوات التواصل في مهام البرمجة (Lee et al., 2023).

#### ● تنمية المهارات الفردية

* **التعلم المنظم ذاتيًا:** حسّنت مراحل CPS المهيكلة (التوضيح → توليد الأفكار → التطوير) التأمل فوق المعرفي لدى طلاب المرحلة الثانوية (Fathonah, 2024).

### 3. التدخلات المبكرة في التعليم الأساسي

* **المدرسة الابتدائية:**
  + **CPS مدعوم بالإسناد:** أدت أطر التفكير التصميمي إلى زيادة أصالة الحلول بنسبة 25–30% من خلال النمذجة التكرارية (Akçayır & Akçayır, 2017).
  + **التعلم من خلال اللعب:** عزّزت السيناريوهات المفتوحة الطلاقة والمرونة في توليد الأفكار (Fathonah, 2024).

### 4. التعزيزات التكنولوجية

#### ● الواقع المعزز (AR)

* **حل المشكلات المكاني:** حسّنت أدوات التصور ثلاثي الأبعاد في AR من دقة تصحيح الأكواد بنسبة 35% في مقررات برمجة الجامعات (Lee et al., 2023).

#### ● التكييف الذكي المدعوم بالذكاء الاصطناعي

* **التغذية الراجعة التكيفية:** قدّمت خوارزميات التعلم الآلي دعمًا شخصيًا، مما خفّف العبء المعرفي في المهام المعقدة لـ CPS (Zhan et al., 2024).

### 5. التطبيقات الثقافية والتخصصية

* **دراسات دولية:**
  + **تايلاند:** ركّز تطبيق PBL في برامج الدراسات العليا على القيادة والابتكار التربوي (Chen & Chang, 2021).
  + **الصين:** دمج CPS-T في تعليم الإحصاء تحليل البيانات مع بناء سرد إبداعي (Hu et al., 2017).
* **STEM مقابل العلوم الإنسانية:**
  + **STEM:** ركّز على النمذجة التقنية والتكرار الخوارزمي (Lee et al., 2023).
  + **العلوم الإنسانية:** تناولت مهارات اتخاذ القرار الأخلاقي وتبنّي وجهات نظر متعددة (Zhan et al., 2024).

### نتائج رئيسية من التحليلات التراكمية (Meta-Analyses)

* **الفاعلية العامة:** أظهرت الأساليب القائمة على حل المشكلات تأثيرًا إيجابيًا معتدلًا على الإبداع (SMD = 0.61)، مع تفوق واضح في المشكلات التي يحددها الطلاب ذاتيًا من حيث الأصالة.
* **الأثر النمائي:** حقق طلاب المرحلة الابتدائية أعلى المكاسب (SMD = 0.82) بفضل مرونتهم المعرفية الأكبر (Zhan et al., 2024).

### الاتجاهات المنهجية

| **المنهج** | **حجم العينة** | **النتيجة الأساسية** |
| --- | --- | --- |
| شبه تجريبي | N = 69 | فاعلية PBL في تعليم الدراسات العليا |
| تجربة مضبوطة | N = 220 | مقارنة CPS-T مع التدريس التقليدي |
| تحليل ميتا | 19 دراسة | المتغيرات المعدّلة في تأثير CPS |

### المراجع (نظام APA الإصدار السابع):

* Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality in education. Computers & Education, 112, 297–314. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.011>
* Chen, P., & Chang, Y. C. (2021). Enhancing creative problem solving in postgraduate courses of education management using project-based learning. International Journal of Higher Education, 10(6), 11–23. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v10n6p11>
* Fathonah, S. (2024). Application of multirepresentation-based creative problem-solving learning models. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, 12(1), 185–200.
* Hu, R., Xiaohui, S., & Shieh, C.-J. (2017). Application of creative problem-solving teaching to statistics teaching. EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13(7), 3139–3149. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00708a>
* Lee, K., Wei, X., & Chen, Y. (2023). Augmented reality for web programming education. Journal of Educational Technology & Society, 26(2), 1–15. <https://doi.org/10.2307/jeductechsoci.26.2.1>
* Zhan, Z., He, W., & Li, L. (2024). How does problem-solving pedagogy affect creativity? A meta-analysis. Frontiers in Psychology, 15(1287082). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1287082>