استخدم الواقع المعزز فى صيانة آلة البيانو

Using Augmented Reality in Piano Maintenance

أ.م.د/ يسراعبدالله محمد

استاذ البيانو المساعد بقسم التربية الموسيقية

كلية التربية النوعية– جامعة المنيا

مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية

معرف البحث الرقمي DOI: 10.21608/jedu.2023.176523.1787

المجلد التاسع العدد 44 . يناير 2023

الترقيم الدولي

P-ISSN: 1687-3424 E- ISSN: 2735-3346

موقع المجلة عبر بنك المعرفة المصري https://jedu.journals.ekb.eg/

موقع المجلة http://jrfse.minia.edu.eg/Hom

العنوان: كلية التربية النوعية . جامعة المنيا . جمهورية مصر العربية

مقدمة البحث:

تعد آلة البيانو من الآلات المهمة في العملية التعليمية الموسيقية لكونها الآلة الأساسية التي يدرسها الطالب أربعة سنوات بالإضافة إلى دورها في التطبيق العملي لبقية المواد الموسيقية مثل: الارتجال، الهارمونى، وتدريب السمع ..... حيث يسهم استخدامها في تحقيق أهداف تعليمية محددة لهذه المواد، إلا أن الاستخدام المتكرر مع عدم وجود الصيانة الدورية لها قد ينتج عنه بعض المشكلات والمواقف التي قد تتسبب في حدوث تعطل لهذه الآلة مما يؤثر بالسلب على العملية التعليمية لحاجتها إلى الصيانة الدائمة، حيث أثبت الواقع العملي افتقاد الطلاب لمبادئ المحافظة على آلة البيانو وبالتالي افتقارهم لمهارة صيانتها وذلك يرجع إلى عدم تقديمها لهم في اى مرحلة دراسية داخل الكلية.

ولذا فإن مهارات صيانة آلة البيانو تعد من المهارات الأساسية والمهمة التي يجب أن يكتسبها الطالب اثناء دراسته اذ أنها تعمل على ادراك الطالب بميكانيكية الآلة وكيفية عملها ووجوب المحافظة عليها وبالتالي زيادة عمرها الافتراضي، حيث أنها من الآلات الموسيقية الحساسة جدا ويجب المداومة على صيانتها والمحافظة عليها بشكل دائم، لان نغماتها يمكن أن تتغير عند النقل أو التحريك، كما أنها تتأثر بدرجات الحرارة والرطوبة.

لذا اتجهت الدراسة الحالية الى تبنى نقطة بحثية مضمونها اقتراح استخدام احدى تطبيقات الواقع المعزز لإكساب الطالب مهارات صيانة آلة البيانو، طارحة من خلال هذه المشكلة البحثية طريقة تعليمية جديدة يمكن أن تؤثر بشكل ايجابي في وعى الطلاب بكيفية الاهتمام بآلة البيانو.

مشكلة البحث:

على الرغم من إن مفاهيم صيانة آلة البيانو والمحافظة عليها من المفاهيم الخاصة الواجب اكسابها لطالب قسم التربية الموسيقية نظرا للدور الذي تسهم به في حل مشكلة الأعطال المفاجئة التي قد تظهر في الالة كما أنها تزودهم بقدرات تنافسية يتطلبها سوق العمل، إلا إن منهج آلة البيانو يخلو من المعارف والمفاهيم الخاصة بصيانة آلة البيانو، كما لاحظت الباحثة ان الطلبة خاصة المبتدئين منهم ليسوا على

دراية بمدى حساسية آلة البيانو مما يؤدى إلى تكرار أعطالها وهذا يضعنا فى عدة مشاكل فرعية وهى:

- ندرة وجود مختص من خريجى قسم التربية الموسيقية لصيانة هذه الآلة بشكل دورى.
- صعوبة صيانة هذه الآلة على خلاف باقى الآلات الموسيقية.
- ندرة وجود برامج تعليمية تهدف لإكساب الطلاب مهارات صيانة آلة البيانو.

تساؤلات البحث:

1- ما تقنيات الواقع المعزز المقترح استخدامها فى اكساب الطالب مهارات صيانة الة البيانو.

2- ما مهارات صيانة آلة البيانو المطلوب توافرها لدى طلاب قسم التربية الموسيقية.

3- ما الأعطال الشائعة في آلة البيانو.

أهداف البحث:

تهدف هذه الدراسة إلى:

1- دراسة تقنيات الواقع المعزز لاكساب الطالب مهارات صيانة الة البيانو.

2- التعرف على مهارات صيانة آلة البيانو المطلوب توافرها لدى طلاب قسم التربية الموسيقية.

3- التعرف على ميكانيكية الاداء لكل جزء من اجزاء آلة البيانو.

أهمية البحث:

تستمد هذه الدراسة أهميتها من النقاط التالية:

1- توجيه أنظار اعضاء هيئة التدريس لضرورة ابتكار واستحداث التطبيقات التعليمية المناسبة للمحتوى التعليمى.

2- يسهم هذا البحث في اكساب الجانب المعرفى والمهارى لمهارات صيانة آلة البيانو لدي طلاب قسم التربية الموسيقية.

3- تدريب الطلاب على التفكير والتحليل والربط بين الخبرات المعرفية التى سبق لهم تعلمها والخبرات المهارية المراد اكتسابها.

4- القاء الضوء على ميكانيكية الاداء لكل جزء من اجزاء آلة البيانو.

5- رفع الوعى لدى الطلاب باهمية الالة والمحافظة عليها.

حدود البحث:

- **الحدود المكانية:** قسم التربية الموسيقية- كلية التربية النوعية- جامعة المنيا.
- **الحدود الزمانية للدراسة:** العام الجامعى 2022/ 2023

منهج البحث:

المنهج الوصفي التحليلي: وتم من خلاله دراسة وتحليل مهارات صيانة الة البيانو اللازم توافرها لدى طلاب مرحلة البكالوريوس.

عينة البحث:

- مهارات صيانة الة البيانو.

أدوات البحث:

- استمارة للمقابلات الشخصية مع القائمين بعملية صيانة آلة البيانو في الكليات والمعاهد العليا لتحديد قائمة بمهارات صيانة آلة البيانو.
- استمارة استطلاع اراء السادة المحكمين من اعضاء هيئة التدريس القائمين على تدريس البيانو لتحديد قائمة بالأهداف العامة والأهداف الإجرائية للمحتوى التعليمي.
- تطبيق قارئ الباركود QR للواقع المعزز.
- قائمة بمهارات صيانة آلة البيانو التي يجب إن يتحلى بها الطالب والاجهزة المستخدمة في الصيانة.

مصطلحات البحث:

صيانة الأجهزة التعليمية:[1]

هي عملية تستهدف الحفاظ على الأجهزة والإبقاء عليها في حالة جيدة بصفة دائمة مما يجعلها صالحة للاستخدام للقيام بما ينبغي أن تقوم بها من أعمال بفاعلية وكفاءة.

التعريف الاجرائى للباحثة:

هي عملية تستوجب الحفاظ على آلة البيانو وصيانتها بشكل دورى مما يؤدى زيادة لعمرها الافتراضى باقل قدر من الأعطال.

مهارات صيانة الأجهزة التعليمية: [2]

القدرة على القيام ببعض الإصلاحات في الجهاز مثل عمليات الفك والتركيب والتنظيف للأجزاء الأساسية للجهاز وتغيير بعض المكونات غير الصالحة بأخرى سليمة، كما تشمل كشف وتحديد مكان العطل وتحديد مظاهره وأسبابه ذلك بأقل قدر من الجهد والوقت وتحقيق الكفاءة والجودة في الأداء وتوافر عنصر الأمان.

التعريف الاجرائى للباحثة:

القدرة على قيام الطلاب بصيانة آلة البيانو وذلك من خلال فك وتركيب (الأوتار، المطارق، .....) مما يؤدى إلى الحفاظ على الآلة باقل قدر من الوقت والجهد والتكاليف.

اجهزة الضبط*:

هى الأدوات التي تساعد على إنجاز الكثير من مهام الصيانة والإصلاح، ويجب على القائم بالصيانة أن تكون لديه القدرة المعرفية والمهارية على استعمالها.

---

[1] على محمد عبد المنعم (2002)، ***المستحدثات التكنولوجية في مجال التعليم طبيعتها وخصائصها***، مجلة تكنولوجيا التعليم، الجمعية المصرية لتكنولوجيات التعليم، المجلد السادس، القاهرة صـ 13.

2 رشا حمدي حسن على هداية (2008)، ***تصميم برنامج قائم على التعليم المدمج لإكساب مهارات صيانة الأجهزة التعليمية لدى طلاب كلية التربية***، رسالة ماجستير منشورة، كلية التربية– جامعة المنصورة، صـ 10.

* تعريف الباحثة.

الواقع المعزز:[1]

بيئة افتراضية كاملة تحاكي البيئة الحقيقية الاصلية، ومن خلالها سيكون الفرد قادراً على التعايش مع تلك البيئة والتأثير فيها أيضا، وتعتمد تكنولوجيا الواقع المعزز على تعرف النظام على العناصر الحقيقية وربطها مع العناصر الافتراضية والمخزنة مسبقاً في ذاكرتها، وتعتمد على استخدام كاميرا المحمول أو كاميرا الكمبيوتر اللوحي لرؤية الواقع الحقيقي ثم تحليله داخلياً ودمج العناصر الافتراضية به.

التعريف الاجرائى للباحثة:

هى بيئة افتراضية تعتمد على انتاج ملفات فيديو وربطها بصور معززة مطبوعة داخل كتاب ورقي، عندما يقوم الطالب بتوجيه كاميرا الهاتف المحمول المتصلة بالانترنت تجاه الصور المعززة يقوم التطبيق بربط الصور فيظهر في هاتفه المحمول مقطع الفيديو.

وينقسم البحث الى جزئين:

الجزء الاول: الدراسات السابقة:

هناك العديد من الدراسات التى تناولت موسيقي القرن العشرين والمؤلفين المعاصرين لها وتناولتها من زوايا مختلفة، وقد تنوعت هذه الدراسات ما بين العربية والاجنبية، وسوف تستعرض هذه الدراسة بعض الدراسات التى تم الاستفادة منها مع الاشارة الى ابرز ملامحها، مع تقديم تعليقاً عليها يتضمن جوانب الاتفاق والاختلاف وبيان الفجوة العلمية التى تعالجها الدراسة الحالية.

وفيما يلى نقدم عرضاً لهذه الدراسات ثم نبين جوانب الاتفاق والاختلاف بينها ثم نوضح الفجوة العلمية من خلال التعرف على اختلاف الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة، واخيرا جوانب الاستفادة من الدراسات السابقة فى الدراسة الحالية:

1 محمد إبراهيم سيد (2017)، ***الواقع المعزز والافتراضى***، الملتقى الدولي الاول لكلية التربية بعنوان تطبيقات التكنولوجيا في التربية– جامعة بنها صـ 92 بتصرف.

الدراسة الاولى بعنوان:

استخدام الواقع المعزز فى تدريس الارتجال على الة البيانو *

هدفت هذه الدراسة الى تدريس الارتجال في موسيقى البلوز والروك والجاز والموسيقي الكلاسيكية من خلال تقنية الواقع المعزز، ولقد استخدم الباحثين **المنهج** الوصفى وشبه التجريبي على عينة الدراسة، ومن اهم **النتائج** التى توصلت اليها هذه الدراسة ان المستخدمين استطاعوا تعلم المفاهيم والتقنيات المرتبطة بتعلم بالارتجال على الة البيانو عبر الدروس التفاعلية، والتمرّن على مهاراتهم في جلسات التدريب مع العازفين الافتراضيين، ولذا فلقد **اتفقت** تلك الدراسة مع البحث الحالى فى تناول احدى تطبيقات الواقع المعزز فى الجانب التطبيقى وكذلك المنهج المستخدم ، الا انها **اختلفت** عنها فى نوع التطبيق المستخدم وعينة البحث.

الدراسة الثانية بعنوان:

تعلم العزف على الة البيانو بالاستخدام غير التقليدى لتطبيق الواقع المعزز من خلال العزف الثنائي المرتكز على تتبع العلامات المتعددة **

هدفت هذه الدراسة الى تقليل صعوبة العزف على الة البيانو للدارس المبتدئ البالغ من خلال اثارة اهتمامه باستخدام تقنية جديدة فى التعلم، ولقد استخدم الباحثين **المنهج** الوصفى وشبه التجريبي على عينة الدراسة، ومن اهم **النتائج** التى توصلت اليها انه عندما يقوم العازف بالاداء بمفرده يكون من الصعب عليه عزف النغمات المختلفة لكلتا اليدين بإيقاعات مختلفة ولكن من الأسهل عليه العزف اذا كانت متشابهة الايقاع والنغمات، اما عند العزف الثنائى حيث يوم احد العازفين بأداء اللحن واللاخر يقوم اداء المصاحبة يكون من السهل على كلا العازفين اداء الإيقاع المختلف ولكن يصعب عليهما عزف النغمات في نفس الوقت، ولذا فلقد **اتفقت** تلك الدراسة مع البحث

* Shantanu Das, Seth Glickman, Fu Yen Hsiao, Byunghwan Lee: ***Music Everywhere – Augmented Reality Piano Improvisation Learning System***, Entertainment Technology Center Carnegie Mellon University Pittsburgh, Pennsylvania, USA

** Hong Zeng، Xingxi He, and Honghu Pan (2019), ***FunPianoAR: A Novel AR Application for Piano Learning Considering Paired Play Based on Multi-Marker Tracking***, Department of Mechatronics, College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing, 400044, China

الحالى فى تناول احدى تطبيقات الواقع المعزز فى الجانب التطبيقى وكذلك المنهج المستخدم، الا انها **اختلفت** عنها فى نوع التطبيق المستخدم وعينة البحث.

الدراسة الثالثة بعنوان:

الذكاء الاصطناعي والإبداع: تعليم البيانو باستخدام تطبيقات الواقع المعزز*

هدفت هذه الدراسة الى بحث إمكانيات تطبيقات الهاتف المحمول للواقع المعزز (AR) في اكتساب مهارات الاداء على الة البيانو، ولقد استخدم الباحث **المنهج** التجريبي على عينة الدراسة، ومن اهم **النتائج** التى توصلت اليها هو انه تم تنمية الاتجاه الايجابى نحو التعلم الذاتي فى اكتساب الخبرات التعليمية واحراز تقدم فى اكتساب مهارات الاداء على الة البيانو، حيث وجد ان 89٪ من الطلاب قد احرزوا مستوى عالى من التقدم في إتقان معرفة المصطلحات الموسيقية، وأظهر 83٪ من الطلاب مهارات في قراءة المدونات الموسيقية والعمل بشكل مستقل مع مدونات موسيقية اخرى غير مدرجة فى البرنامج التجريبي، كما استطاع 70 ٪ من الطلاب أداء المهارات الأساسية في العزف على الة البيانو مما سمح لهم بأداء المدونات الموسيقية بكفاءة، واستطاع 90 ٪ من الطلاب اداء المهارات العزفية ذات المستوى المتقدم لعازفى الة البيانو، ولذا فلقد **اتفقت** تلك الدراسة مع البحث الحالى فى تناول احدى تطبيقات الواقع المعزز فى الجانب التطبيقى وكذلك المنهج المستخدم، الا انها **اختلفت** عنها فى نوع التطبيق المستخدم وعينة البحث.

الدراسة الرابعة بعنوان:

البيانو المعزز في الواقع المعزز**

هدفت هذه الدراسة الى بحث إمكانية استخدام مستشعر الحركة والصورة ثلاثية الابعاد 3D فى الواقع المعزز للتأليف على الة البيانو، ولقد استخدم الباحث **المنهج** الوصفى، ومن اهم **النتائج** التى توصلت اليها هو انه استخدام الواقع المعزز فى

---

* *Kangxu Cui (2022)* ***Artificial intelligence and creativity: piano teaching with augmented reality applications****, Interactive Learning Environments Journal, School of Music and Dance, Harbin University, Harbin, People's Republic of China.*

** *Giovanni Santini* ***(2020), Augmented Piano in Augmented Reality****, Conference: NIME, At: Birmingham, Project :Augmented Reality Music Notation, Hong Kong Baptist University, Ho Sin Hang Campus, Kowloon Tong, Hong Kong.*

التأليف الموسيقي على الالات الافتراضية المتاحة فى الواقع المعزز والتغذية الراجعة، ولذا فلقد **اتفقت** تلك الدراسة مع البحث الحالى فى تناول احدى تطبيقات الواقع المعزز فى الجانب التطبيقى وكذلك المنهج المستخدم، الا انها **اختلفت** عنها فى نوع التطبيق المستخدم وعينة البحث.

الدراسة الخامسة بعنوان:

ادوات تعلم العزف على الة البيانو فى الواقع المعزز*

هدفت هذه الدراسة الى اقتراح تطبيق يمكن ان يساعد الذين يرغبون في تعلم العزف على البيانو بطريقة غير تقليدية وبدون معلم حقيقي، بدءًا من فهم النوتة الموسيقية وحتى الاداء بشكل مرضى على الة البيانو، ولقد استخدم الباحثين **المنهج** الوصفى، ومن اهم **النتائج** التى توصلت اليها هو انه يمكن استخدام الواقع المعزز فى تعلم العزف على الة البيانو من خلال استخدام نظارة الواقع الافتراضى VR والهاتف المحمول، ولذا فلقد **اتفقت** تلك الدراسة مع البحث الحالى فى تناول احدى تطبيقات الواقع المعزز فى الجانب التطبيقى، الا انها **اختلفت** عنها فى نوع التطبيق المستخدم وعينة البحث والمنهج المستخدم.

جوانب الاستفادة من الدراسات السابقة:

مما لاشك فيه ان البحث الحالى قد استفاد كثيراً مما سبقة من الدراسات السابقة، حيث حاول هذا البحث الى توظيف كثيراً من الجهود السابقة للوصول الى تشخيص دقيق للمشكلة ومعالجتها بشكل شمولى.

ومن جوانب الاستفادة العلمية من الدراسات السابقة ما يلى:

- استفاد البحث الحالى من الدراسات السابقة فى الوصول الى صياغة دقيقة للعنوان البحثى الحالى.
- استفاد البحث الحالى من جميع الدراسات السابقة فى الوصول الى المنهج الملائم لهذا البحث.

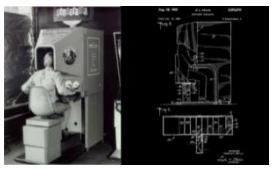
* *Andra Simion, Adrian Iftene, Daniela Gîfu (2021), **An Augmented Reality Piano Learning Tool,** International Conference on Faculty of Computer Science, "Alexandru Ioan Cuza" University of Iaşi, Romania.*

- وظف البحث الحالى توصيات ومقترحات الدراسات السابقة فى دعم مشكلة البحث واهميته خصوصاً دراسة هونج زينج واخرين ودراسة كانجو كوي ودراسة اندرا سيميون واخرين.
- استفاد البحث الحالى من دراسة اندرا سيميون واخرين ودراسة سانتوس واخرين ودراسة اندرا سيميون واخرين فى صياغة ادوات الدراسة.
- استفاد البحث الحالى من جميع الدراسات السابقة فى اثراء الاطار النظرى.

الجزء الثانى: الإطار النظري والتطبيقى:

الواقع المعزز: *Augmented Reality*

إن الواقع المعزز هو نوع من الواقع الافتراضي الذي يهدف إلى تكرار البيئة الحقيقية في الكمبيوتر وتعزيزها بمعطيات افتراضية لم تكن جزءا منها، حيث تمزج بين المشهد الحقيقي الذي ينظر إليه المستخدم والمشهد الظاهري التي تم إنشاؤه بواسطة الكمبيوتر والذي يعزز المشهد الحقيقي بمعلومات إضافية، فالواقع المعزز هو تكنولوجيا ثلاثية الابعاد تدمج بين الواقع الحقيقى والواقع الافتراضى، ويتم التفاعل معها فى الوقت الحقيقى أثناء قيام الفرد بالمهمة الحقيقية، ومن ثم فهو عرض مركب يدمج بين المشهد الحقيقى الذى يراه المستخدم والمشهد الظاهرى المولد بالكمبيوتر الذى يضاعف المشهد بمعلومات إضافية، فيشعر المستخدم أنه يتفاعل مع العالم الحقيقى وليس الظاهرى بهدف تحسين الادراك الحسى للمستخدم.[1]



تعود التطبيقات الأولى للواقع المعزز إلى أواخر سنوات 1960 و 1970، ففي عام 1962 قام مورتون هيليغ المصور السينمائي بتصميم جهاز محاكاة دراجة نارية بالصوت والصورة وحتى الرائحة، أطلق عليه اسم *Sensorama*، وفي عام 1966 طور إيفان سذرلاند الأستاذ بجامعة هارفارد أول جهاز عرض ثلاثي الأبعاد على شكل خوذة الرأس تسمى "سيف داموكليس".

---

[1] محمد عطية خميس (2015) ***تكنولوجيا الواقع الافتراضى وتكنولوجيا الواقع المعزز وتكنولوجيا الواقع المخلوط***، الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، سلسلة دراسات وبحوث محكمة، القاهرة صـ 2 بتصرف.

ثم قام مايرون كروجر باحث وفنان كمبيوتر عام 1975 ببناء مختبر في جامعة كونيتيكت يسمى *Videoplace* والذي كان مخصصًا بالكامل للواقع الاصطناعي ويتيح للمستخدمين التفاعل مع الأشياء الافتراضية، الا ان مصطلح "الواقع المعزز" لم يُصاغ حتى عام 1990 بواسطة توماس كوديل في شركة بوينج *Boing Tim Caudell*.[1]

وفى عام 1992 قام لويس روزنبرج الباحث في مختبر أبحاث *USAF Armstrong's* بابتكار "تركيبات افتراضية" والتي كانت واحدة من أولى أنظمة الواقع المعزز التي تعمل بكامل طاقتها بحيث سمحت للأفراد العسكريين بالتحكم فعليًا وتوجيه الآلات لأداء مهام محددة مسبقاً مثل تدريب طياري القوات الجوية الأمريكية على ممارسات طيران أكثر أمانًا.[2]

ثم دخلت تقنية الواقع المعزز لاول مرة فى مجال الفن والترفيه عام 1994 على يدي الكاتبة والمنتجة جولي مارتن من خلال إنتاج مسرحي بعنوان الرقص في الفضاء الإلكتروني، وشمل العرض شخصيات أكروباتية ترقص جنبًا إلى جنب مع أشياء افتراضية معروضة على المسرح المادي.

وفى اواخر القرن العشرين عام 1999 أنشأت وكالة ناسا نظام رؤية اصطناعيًا هجينًا لمركبتها الفضائية X-38. استفاد النظام من تقنية الواقع المعزز AR للمساعدة في توفير تنقل أفضل أثناء رحلاتهم التجريبية.[3]

ومنذ بداية العقد الاول من القرن الحادي والعشرين وحتى اليوم شهد الواقع المعزز تطوراً سريع الخطى، حيث استخدم عام 2009 فى المجلات الوسائط المطبوعة لأول مرة في محاولة لجعل الصفحات تنبض بالحياة، وفى عام 2013 أطلقت شركة السيارات العالمية فولكس فاجن تطبيق *MARTA (Mobile Augmented*

[1] موقع على الانترنت: https://www.new-educ.com

[2] موقع على الانترنت: http://eman1437blogaddress.blogspot.com/p/blog-page_36.html

[3] موقع على الانترنت: http://eman1437blogaddress.blogspot.com/p/blog-page_36.html

Reality Technical Assistance) والذي قدم للفنيين في المقام الأول تعليمات الإصلاح خطوة بخطوة، ثم كشفت جوجل *Google* عام 2014 عن أجهزتها الزجاجية *Google Glass*، وهي زوج من نظارات الواقع المعزز التي يمكن للمستخدمين ارتداؤها للحصول على تجارب ومغامرات امنة، حيث ارتدى المستخدمون نظرات بتقنية الواقع المعزز *AR* وتواصلوا مع الإنترنت عبر أوامر معالجة المعلومات، وباستخدام هذا الجهاز يمكن للمستخدمين الوصول إلى مجموعة متنوعة من التطبيقات مثل خرائط جوجل و *Google+* و *Gmail* والعديد من التطبيقات الاخرى المثبتة على جوجل.[1]

ثم بدأت شركة مايكروسوفت عام 2016 في اعداد نسختها من تقنية الواقع المعزز القابلة للارتداء المسماة *HoloLens*، وهي أكثر تقدمًا من نظارة *Google Glass*، غير انها باهظة الثمن، اما شركة ايكيا لمستلزمات المنازل فقد استخدمت عام 2017 تطبيقها الواقعي المعزز المسمى *IKEA Place* الذي غير صناعة البيع بالتجزئة إلى الأبد.[2]

ادوات الواقع المعزز:[3]

- **الهواتف الذكية والاجهزة اللوحية:** معظم الاجهزة المحمولة الجديدة تتضمن العناصر المطلوبة لدعم التكنولوجيا الجديدة وهى تعد من أهم أدوات الواقع المعزز.
- **النظارات:** هذه النظارات داعمة لتكنولوجيا الواقع المعزز، هذه النظارات ستتضمن كاميرات للتعرف على البيئة المحيطة وإعادة عرضها للمستخدم بعد إضافة الرسومات والمعلومات الخاصة بها، حيث سوف يتم عرض المعلومات بأكملها على عدسات النظارة نفسها، وتعد النظارات عنصر غير أساسى من

---

[1] *Anderson ،E & Liarokabis ,F.***: Using Augmented Reality as Medium to Assist Teaching in Higher Education,** *Coventry University, UK..*

[2] محمد ابو بيه: ***كل ما تود ان تعرفه عن الواقع الافتراضى والواقع المعزز***، مقالة منشورة بـ AITNEWS البوابة العربية للاخبار التقنية.

[3] عبدالله اسحق عطار، احسان محمد كنسارة (2015) ***الكائنات التعليمية وتكنولوجيا النانو***، مكتبة الملك فهد الوطنية للنشر والتوزيع، الرياض صـ 189 بتصرف.

أدوات الواقع المعزز نظرا لتعدد أنواع الهواتف الذكية والاجهزة اللوحية مع سهولة التعامل معها.

- **العدسات اللاصقة:** هذه العدسات تأتى بدائرة كهربئية مدمجة وهوائى للاتصال اللاسلكى، ويتم حاليا بالفعل تطوير نوع من العدسات للجيش الامريكى تمكن الجندى من رؤية الاهداف القريبة منه والتى تم التعديل عليها من خلال تكنولوجيا الواقع المعزز بالاضافة إلى رؤية الاهداف الحقيقية البعيدة عنه فى نفس الوقت، وتعد العدسات اللاصقة عنصر غير أساسى من أدوات الواقع المعزز وذلك المكانية توفيرة بدونها نظرا لتعدد أنواع الهواتف الذكية والاجهزة اللوحية مع سهولة التعامل معها.

واستخدم البحث الحالي تطبيق قارئ الباركود QR الذى يدمج بين وظائف توليد المشهد من خلال تخزين المشاهد الافتراضية واستشعار الصورة المطلوبة، ووظيفة نظام التعقب من خلال الاستعانة بكاميرا التليفون المحمول لتتبع الصورة الثابتة، وقد إعتمد البحث الحالي على التليفونات المحمولة المتوفرة مع الطلاب كشاشة عرض للمشاهد الافتراضية نظراً لتوفرها مع جميع الطلاب.

وهناك نمطان رئيسيان لعمل الواقع المعزز:[1]

النمط الاول *Marker-based AR* : حيث يعتمد بشكل أساسي على التعرف على صورة ثابتة موجودة أمام الكاميرا، وقد تكون هذه الصورة أي شيء (صورة شخص – صورة شيء – رمز QR) أو غير ذلك بحيث تتمكن الكاميرا من التقاطها وتمييزها لطرح المعلومات المتعلقة بها.

النمط الثاني *Markerless*: هو نظام واقع معزز يعتمد على الموقع أو الموضع من خلال خدمة الخرائط **GPS** أو برامج تمييز الصورة *Recognition Image* لتقديم المعلومات.

ويتفرع من هذان النمطان عدة انواع للواقع المعزز:

---

[1] سارة العتيبى وآخرون (2016) ***رؤية مستقبلية لاستخدام تقنية(Reality Augmented) كوسيل تعليمية لاطفال الدمج فى مرحلة رياض الاطفال بالمملكة العربية السعودية***، مجلة رابطة التربية الحديثة، القاهرة صـ 73 بتصرف.

- **الاسقاط** *Projection* : هي تعتمد على تقنية الرؤية *Based Vision* وهو اكثر الانواع انتشاراً ويستند على الصورة الاصطناعية، ويتم التعرف على الصورة من خلال العلامات *Markers* أو الكود *Code QR*.
- التعرف على الشكل *Recognition* : توعتمد أيضا على تقنية الرؤية *Based Vision* ولكنها أكثر تطورا، فهي تقوم بالتعرف على اشكال الوجه والجسم تحديداً من خلال الاستعانة بزوايا وانحناءات الوجه والجسم لتوفير معلومات افتراضية تتكامل مع الوجه والجسم المعروض.
- **الموقع** *Location* : طريقة يتم استخدامها بهدف التعرف على الموقع من خلال الاتصال بالخرائط.
- **المخطط** *Outline* : هي الاكثر تطوراً حيث تقوم بدمج الواقع المعزز مع الواقع الافتراضي بحيث تعطى المستخدم الفرصة للتفاعل مع العناصر الافتراضية في المشهد وتحريكها.

واستخدم البحث الحالي طريقة الاسقاط *Projection* نظراً لانه النوع الوحيد – من وجهة نظر الباحثة– الذى يتناسب مع المهارات المطلوب إكسابها في البحث.

ولذا فإن من ابرز خصائص الواقع المعزز انه يمكن تطويعه لخدمة العملية التعليمية حيث انه يخلط البيئتين الحقيقية والافتراضية ضمن بيئة حقيقية جديدة غير مكلفة ماديا وسهلة الاستخدام، كما يتسم بأنه ثلاثي الابعاد ويقدم تغذية فورية راجعة وبيانات وأشكال ومعلومات معبرة، كما انه يزود المتعلم بصور وفيديوهات مرفقة بمعلومات تمتزج مع الصورة التي يشاهدها.

تطبيقات الواقع المعزز فى العملية التعليمية:[1]

- **كتب الواقع المعزز:** كتاب ورقي معزز بلقطات فيديو ورسومات ثلاثية الابعاد بحيث يدمج بين الواقع الحقيقي والواقع الافتراضي وذلك من خلال استخدام المتعلم لكاميرا الهاتف المحمول لتوجيهها نحو الصور الموجودة على صفحات الكتاب لكي يقوم المتعلم بمشاهدة الصور والرسوم ثلاثية الابعاد ومقاطع الفيديو.
- **داخل الفصل الدراسي:** وهو تعزيز تعلم المحتوى الدراسي من خلال استخدامها بجانب شرح المعلم.
- **الواجبات الدراسية:** يمكن استخدام الواقع المعزز في مساعدة الطالب اثناء حل الواجب الدراسي فإذا تعثر في احدى النقاط يقوم الطالب بتسليط كاميرا المحمول عليها ليتم شرح هذه النقطة.
- **تدريس المهارات العملية:** عن طريق وضع ملاحظات حون كيفية تأدية مهارة معينة مرتبطة بالجانب العملي لمقرر.

تم في البحث الحالي الدمج بين تطبيقين من تطبيقات الواقع المعزز فى العملية التعليمية وهما الكتاب المعزز القائم على الفيديو وتدريس المهارات العملية، حيث تم إعداد كتاب معزز يقوم بعرض المحتوى الخاص بتدريس مهارات صيانة الة البيانو المطلوب إكسابها للطالب بقسم التربية الموسيقية.

ومما سبق يمكن ان نستخلص منه أن الواقع المعزز يمكن استخدامه بشكل فعال فى التعليم الموسيقي؛ حيث انه يعد بيئة تعليمية متكاملة تعتمد على وجود عنصر محفز من العناصر الحقيقية في بيئة التعلم، ويتم ربط العنصر المحفز بالعنصر الافتراضي والذى يضم معلومات وعناصر وسائط اكثر شمولاً مما يجعل التعلم اكثر

---

[1] محمد ضاحى محمد، مروة محمد رضا (2019) ***فاعلية برنامج واقع معزز لتحسين أداء مهارات غناء وعزفالالناشيد المدرسية ورفع مستوى التقبل التكنولوجي وفق الانظمة التمثيلية ومستوى الطموحالاكاديمي لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية النوعية***، بحث منشور بالمؤتمر الدولى الثانى – التعليم النوعي وخريطة الوظائف المستقبلية، كلية التربية النوعية – جامعة المنيا صـ 102، 103 بتصرف.

متعة للمتعلم، هذه البيئة تساعد المتعلمين على دمج العالم الحقيقي من خلال تسليط كاميرا الجهاز على الصور او النصوص في الكتب الدراسية بالعالم الافتراضى سواء كانت صوراً أو نصوصاً او رسوماً العنصر أو مقاطع فيديو أو أجساما ثلاثية الابعاد أو مواقع إنترنت بحيث تزود البيئة المحيطة للمتعلم بمعلومات متكاملة بهدف تحفيز الادراك البصري وتحسين التعلم.

آلة البيانو:

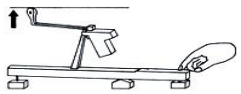
تعد صناعة الآلات الموسيقية وصيانتها من الحرف التي يسعى الي امتهانها العديد من الهواة من الموسيقيين، ونظرا لاهمية هذه الصناعة اشتهرت بعض البلدان الصغيرة بكونها مركزاً لصناعة الآلات الموسيقية مثل "ماركنويكيرشن *Markneukirchen* بلدة صغيرة المانية في منطقة فوجتلاند *Vogtlandkreis* الساكسونية ويطلق عليها اسم "**مركز صناعة آلات الأوركسترا الألمانية**" أو "**مدينة الموسيقي**" حيث يزورها موسيقيون من جميع أرجاء العالم باحثين عن آلة موسيقية تلبي رغباتهم أو لتعلم حرفة صناعة الآلات الموسيقية، إذ تعود هذه الصناعة هنا إلى 350 عاماً وستبقى هذه الصناعة هنا في المستقبل وذلك بفضل فرع دراسة صناعة الآلات الموسيقية وهو فرع معترف به دولياً، هذا التقليد الحرفي يعود إلى القرن السابع عشر حين أسسه 12 صانع لآلة الكمان الذين كانوا لاجئين دينيين فروا من منطقة مجاورة إلى بلدة ماركنويكيرشن، وفي عام 1677 أسسوا هناك أول مصنع لآلات الكمان في ألمانيا ليضعوا بذلك اللبنة الأولى في مجال تطوير حرفة الآلات الموسيقية في المنطقة برمتها. واليوم لا تزال تلك البلدة تحظى بسمعة جيدة إذ تسمى بمدينة الموسيقى".[1]

اما آلة البيانو فقد تم صنع اول الة باليد جزء تلو الاخر على ايدى الحرفيين، وفي أعقاب الثورة الفرنسية عام 1789م زاد الطلب على الآلات الموسيقية خاصة آلة البيانو التي كانت محصورة في الغالب في الطبقة الأرستقراطية، وبعد إن كانت تلك الموسيقي محصورة في الحجرات الصغيرة في قصور النبلاء انتقلت إلى القاعات الكبيرة فاصبحت هناك حاجه ملحة إلى تصنيع آلة بيانو اكبر وذات مدى صوتى اعلى، فقام

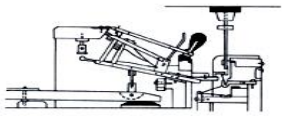
[1] موقع على الانترنت: https://www.dw.com/en/dw-akademie

العديد من الاشخاص بادخال تحسينات على الة البيانو ومنهم الانجليزى يوهانس كريستوف زومبي *Johannes Cristoph Zumpe* الذى قام بتحسين اداء المطرقة فى الكلافيكورد واخترع البيانو المربع الذى استخدمه يوهان كريستيان باخ *Johann Christian Bach* فى احدى حفلاته العامة عام 1768م، بعدها اضاف الانجليزى جون برودوود *John Broadwood* تحسينات على الاختراع الذى ابتكره زومبي فزاد من مرونة الأوتار واضاف الاطار من حديد الزهر لتدعيم الاوتار بدلا من الخشبى حتى يسمح بشد افضل للاوتار وبالتالي لم تعد الآلة بكاملة تصنع يدوياً.[1]

وقد ظل النطاق الصوتى للوحة مفاتيح البيانو حتى نهاية القرن الثامن عشر خمسة أوكتافات (61) مفتاحًا، وفي السنوات التي تلت عام 1800 اى في عصرى كل من شوبان وليست اصبحت لوحة المفاتيح تحتوى على (82) مفتاحًا، ومع حلول منتصف القرن التاسع عشر تحسنت صناعة الة البيانو وتطورت تطوراً ملحوظاً، حيث زاد الطلب على هذه الالة فتحولت الى صناعة ضخمة لها مريديها، فاصبحت الأوتار اغلظ واسمك وتصنع من السلك لزيادة القدرة على قوة الشد، كما زاد عدد المفاتيح إلى (88) مفتاحاً عقب الحرب العالمية الأولى، ومع تطور تقنيات الاداء العزفى على الالة زادت الطلبات المتعلقة بتغيير قوة اللمس؛ حيث بدأ عازفو البيانو في التنافس باداء الزخارف والحليات، فزادت الرغبة في المزيد من اضفاء نوعاً من الخفة فى ميكانيكية حركة مفتاح البيانو، حيث قام الفرنسى بيير إيرارد *Pierre Erard* عام 1821م بعمل اجراءاً ثوريًا جديدًا فى ميكانيكية الة البيانو اصبح بعدها اداء النغمات السريعة ممكنا الى حد كبير، فتغيرت ميكانيكية المفتاح من هذه التقنية: [2]



إلى هذه التقنية:



[1] *Larry Fine :**The Piano Book** .ISBN2-01-929145-1*

[2] *David R. Peterson (1994), "**Acoustics of the hammered dulcimer, its history, and recent developments** ،"Journal of the Acoustical Society of America, p. 3002*

مكونات آلة البيانو: [21] [3]

تتكون آلة البيانو من خمسة أجزاء: (اللوحة الصوتية، المطارق والكتامات (الميكانيزم)، الأوتار، المفاتيح، الدواسات)، وكل جزء من اجزاء الآلة والتي يبلغ عددها 12000 قطعة له المصانع الخاصة به ويتم تجميعها بعد ذلك في مصنع واحد.

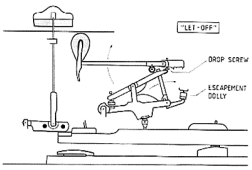
ويعد جسم الآلة من خشب الزان الذي يقطع إلى قطع مختلفة الاحجام تبعا لما يتطلبه كل جزء من الآلة، وتترك هذه القطع في الهواء الطلق مع مراعاة تعرض كل قطعة منها لاتجاه الريح وذلك بهدف تجفيفها قبل البدء في الصناعة وذلك لضمان مقاومتها للعوامل الجوية المتعددة، ومن الجدير بالذكر أن تجفيف هذه القطع الخشبية يستغرق حوالي عشر سنوات.

1- اللوحة الصوتية *Soundboard*:

تتكون من قوائم خشبية ملتصقة ببعضها ويبلغ طول كل واحده منها حوالي 10سم وهى موضوعة وراء الأوتار في البيانو الرأسي وتحتها في البيانو الافقى، ووظيفتها زيادة الرنين الصوتي للأوتار.

2- الميكانيزم:

أ- **المطرقة** *Hammer*:



اداة مصنوعة من الخشب ومغطاة بقطعة من الجوخ الصلب الذي إضافة الصانع الفرنسى هنرى بوب *Henric Pop* عام 1826، وهى توضع على قطب متحرك مكون من مثقب مغطى بالجوخ وذلك لتفادى اصدار اى صوت غير مطلوب عند الطرق ولتتحمل طرق الأوتار.

---

[1] *Palmieri, Robert, ed. (2003)* ***Encyclopedia of keyboard instruments****, Volume 2 .Routledge. p. 437 .ISBN .2-93796-415-0-978*

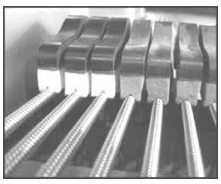
[2] *Macaulay, David (1998)* ***The New How Things Work. From Levers to Lasers****, Windmills to Web Sites, A Visual guide to the World of Machines .Houghton Mifflin Company, United State .ISBN .3-93847-395-0 pp. 26–27.*

[3] *Erlich, Cyril (1990)* ***The Piano: A History*** *.Oxford University Press ،USA; Revised edition .ISBN.9-816171-19-0*

ويتحدد سمك الجوخ تبعا لنوع الأوتار، فطرق الأوتار المخصصة الاصوات الحادة يتم في مساحة ضيقة فيناسبها السمك الرفيع للجوخ، بينما الأوتار المخصص للمنطقة الغليظة فتوجد بينها مساحات كبيرة فتغطى مطارقها بجوخ ذو سمك كبير.

وتطرق المطارق جميع الأوتار في نفس المكان بالنسبة لطول الوتر، وتؤدى رداءة جوخ المطرقة إلى اصدار اصوات جافة غير مستحبة، كذلك يؤثر غطاء المطرقة في تحديد نوع الصوت من حيث الجودة.

ب- الكتامة *Damper*:

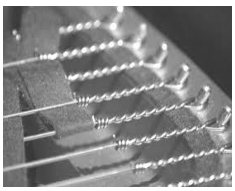


وتعتمد وظيفتها على حركتها من والى الوتر وهى تؤدى غرضين:

- السماح للوتر بالتذبذب لأنه عند الضغط على المفتاح تبتعد الكتامة عن الوتر الذي يظل متذبذباً طوال الضغط على المفتاح.
- ايقاف ذبذبة الوتر حين تعود الكتامة إلى مكانها فوق الوتر بعد رفع الضغط عن المفتاح.

مع ملاحظة انه لا يوجد كتامات في اوتار المنطقة الحاده ويرجع السبب إلى أن رنين الأوتار الحاده يقل ولا يحتاج إلى كتامة لايقاف رنينها بعد رفع الضغط عن المفتاح.

3- الأوتار *Strings*:



وهى عبارة عن اسلاك من الصلب مغطاة من اسفلها بشرائط من الحديد أو النحاس، ويفضل النحاس لأنه يعطى رنين براق وقوى للنغمات بعكس الحديد الذي يصدأ مما يئدى إلى عدم نقاء الرنين الصوتي، ويتم حساب قطر الوتر تبعا لنوع الصوت وتردده فيزداد قطر الأوتار الغليظة عن الأوتار الحادة.

وتبعا لهذه القاعده فإن طول الأوتار الغليظة يجب أن يكون ضعف الأوتار الحادة، الامر الذي يتطلب أن يصل طول الأوتار الشديدة الغلظة إلى تسعة امتار وهو الشيئ الذى لا يمكن تنفيذه سواء فيما يختص الصناعة أو من الناحية الجمالية، لذلك

فلقد توصل صناع الاوتار إلى احاطة الأوتار الغليظة بسلك من النحاس ليزيد من كتلته وفى نفس الوقت لا يؤثر على نوع الصوت.

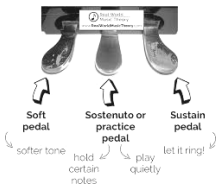
وتضبط الأوتار على اساس انصاف الاصوات المتساوية، وهى الطريقة المتبعة في شد الأوتار منذ اوائل القرن الثامن عشر، وذلك بعد تثبيت السلم ذو التسوية المعدلة، ويحدد ضبط ترددات الأوتار على اساس ذبذبة نغمة (لا) في المنطقة الوسطى (440 ذ.ث.)

4- المفاتيح *Keys:*

تصنع مفاتيح البيانو أو أصابع البيانو البيضاء من العاج والسوداء من الابانوس، وتختلف مفاتيح كل آلة تبعا لاختلاف وزنها، وقد حدد كليمنتى وكولار وزن مفتاح (دو) الوسطى ب $2\frac{3}{4}$ اوقية وذلك عام 1817م، ثم تغير الوزن إلى $3\frac{1}{2}$ أوقية ثم إلى $2\frac{1}{2}$ أوقية عام 1904م.

وفى معظم الالات نجد أن المفاتيح السوداء ثقيلة عن المفاتيح البيضاء ويتطلب هذا الفرق اختلاف في ثقل اللمس بين المفاتيح البيضاء والسوداء في الطول والعمق.

5- الدواسات *Pedals*:



الدواسات هي رافعة تتسبب عند الضغط عليها أما تقوية الصوت أو اضعافه وعددها في البيانو ثلاثة اليسرى وهو البدال الهادئ *Piano* وتقلل عدد الأوتار التي يطرقها الشاكوش فتخفض الصوت فأطلق عليها *Unicordio Pedal* ويتم الضغط عليها بالقدم اليسرى فتنتج صوتاً مكتوماً هادئاً، أما البدال الايمن القوى *Forte* فعند الضغط عليه بالقدم اليمنى ترفع الكتامات تماماً عن الأوتار وبذلك يسمح بإطالة الصوت فأطلق عليه *Sustaining Pedal* أو دواسة الرنين لانها تعمل على تقوية الصوت بزيادة الذبذبات التوافقية وهى أكثر الدواسات استخداماً.

أما الدواسة الموجودة في المنتصف فهو الاقل استخداماً من قبل العازفين على الرغم من أنها لا تقل اهمية عن مثيلاتها على النحو التالي:

- عند استخدامها مع البدال الايمن فأنه يسمح للنغمات المراد استمرار رنينها فقط بالرنين وليس كل المفاتيح ولذلك يطلق عليه اسم *Sostenuto*
- تقوية الاصوات في المنطقة الغليظة ويطلق على هذه الحالة *Bass Damper*.
- يتيتح للعازف التمرين بدون الاخلال بالمصطلحات التعبيرية أو الادائية أو يبطل عمل باقي البدالات ويطلق عليه *Practice Pedal- Mute- Cleste*.
- تتيح للعازف الأداء بخاصية الوضع الصامت، حيث انه من خلال الضغط عليها يقوم البدال بحجز المطارق عن الأوتار فيطرق الوتر بخفة وضعف فأطلق عليها *Silent Pedal*.

وعلى العازف عند استخدامه اى من الدواسات إلا يسبب الضغط عليها اختلاطا للاصوات بعضها مع بعض اختلاطا يفسد الهارمونية أو يكتمها إلى الحد الذي يفقد معه بريق الخط اللحني، حيث توجد في المدونة الموسيقية اشارة لاماكن استخدام الدواس واماكن رفعها.

حيث يستخدم مصطلح *ped* دلالة على استخدام دواس الرنين وعلامة (*) للاشارة إلى رفع القدم من على الدواس، ومصطلح *Unicordion* أو *Una Corda* للدلالة على استخدام الدواس الايسر لكتم الاصوات ومصطلح *tre* للدلالة على رفع القدم من على الدواس.

ويجب على العازف أن ينسق بين حركات القدم واليدين، حيث أن عليه الانتباه إلى أين ومتى يحرك قدميه على الدواسات، وهذا يتطلب الممارسة البطيئة حتى يتمكن من استخدام عقله في هذا العمل متعدد المهام، لان الضغط على الدواسة قد يكون قبل أو أثناء العزف.

ولكي يتسنى له ذلك يجب على العازف:

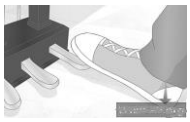
1- في البداية ضبط مقعد البيانو لتحقيق وضعية ووصول أفضل بحيث تكون القدمين بمحاذاة الدواسات.

2- محاذاة الإصبع الكبير لكل قدم مع الدواسات اليسرى واليمنى على التوالي، نظرًا لأن العازف لن يكون قادرًا

على رؤية الدواسات أثناء العزف على البيانو ، فإن الحفاظ على محاذاة الساقين والقدمين سوف يساعد العازف في العثور على الدواسات بطريقة عمياء.

3- استخدام مشط القدم لتغطية الحافة الدائرية للدواس ويتم الضغط عن طريق امالة القدم إلى اعلى والى أسفل مع عدم تحريك كامل الساقة.

4- يجب المحافظة على بقاء الكعب على الارض من خلال عزل عضلات القدم الصغيرة لاستخدامها في المهارات الحركية الدقيقة لتشغيل الدواسات بحساسية وبراعة اكبر.



والتركيب الميكانيكى للالة البيانو أثناء العزف ينقسم إلى قسمين:

الأول: الخاص باصدار الصوت ويشترك فيه اللوحة الصوتية والميكانيزم والاوتار والمفاتيح.

الثاني: ويتمثل في استخدام الدواسات.

صيانة آلة البيانو:

تعد الة البيانو من الالات الموسيقية الحساسة جدا لاحتوائها على العديد من الاجزاء المتحركة الصغيرة والدقيقة، الا انها لا تحظى بالقدر الكافى من الاهتمام والعناية من قبل اصحابها او القائمين عليها نظرا لارتفاع تكاليف اصلاحها، الا أن أول ما يفكر فيه معظم الناس عندما يتعلق الأمر بصيانة آلة البيانو هو الضبط النغمى الذي من المفترض أن يتم مرة كل ستة أشهر غير انه عادة يحدث مرة واحدة في السنة، الا أن ما لا يدركه معظم الناس هو أنه ينبغي ضبط آلة البيانو الجديدة في كثير من الأحيان أكثر من مرة على عكس الات البيانو القديمة لكونها اكثر استقراراً وثباتاً في الضبط النغمى، لذا فإنه أن تضبط الأداة الجديدة جيداً وعلى ايدى متخصصين عدة مرات في السنة الأولى حتى يستقر فيها وضع الأوتار، مع الاخذ في الاعتبار أن عازفى الالات الوترية يقومون بضبط اوتارها عند العزف كل مرة، اما البيانو فيتم ضبطه مرة واحدة أو مرتين في السنة، لذا إذا تم إهمال ضبطه لفترة طويلة جدًا فقد تحدث مشاكل اكبر من الضبط النغمى وبالتالى سوف تكون تكاليف اصلاحه

اكبر، خاصة اذا كانت آلة البيانو قديمة ويقاس عمرها بالعقود بدلاً من سنوات، فسنصل في النهاية إلى النقطة التي يجب أخذها في الاعتبار وهى التجديد أو الترميم، وتشمل هذه العملية استبدال المطارق، اللباد، الكتامات، الأوتار، ..... وهذا مكلف للغاية، ولذا قبل البدء في عملية الاصلاح أو التجديد أو الترميم يجب طرح سؤال إذا كان البيانو الحالي يستحق ام لا.

وآلة البيانو من الآلات الموسيقية الحساسة التي تحتاج إلى عناية متخصصة وبشكل دوري حيث أن تلك الآلة تحتاج إلى ضبط النغمات (*Tuning*) من خلال إعادة شد الأوتار ويحدث مرتين خلال العام، أما التعديل (*Adjustment*) فيشمل صيانة مكونات آلة البيانو كلها، بدءاً من لوحة المفاتيح إلى حركة الدواسات، بالإضافة إلى وضعها في مكان مناسب جيد التهوية، ويرجع تكرار الأعطال بها إلى عدم قيام صاحب الآلة بضبطها بصفة دورية إلا بعد أن تصدر الآلة نغمات غير مضبوطة مما يؤدى إلى مضاعفة تكليف الصيانة خاصة اذا كان البيانو لا يستخدم بصفة منتظمة، فكلما طالت مدة سكون آلة البيانو زاد الوقت والجهد اللازمين للمتخصص الفني لارجاعه مرة اخرى إلى حالته النغمية الاصلية، كما أن النغمات تفقد بريقها وجودتها بعكس البيانو الدائم الاستعمال، "وبالتالي يمكن عمل تنظيف يدوى لبعض اجزاء آلة البيانو كاجراء مبدئي وهذا يشمل ازالة الغبار باستخدام فرش الطلاء الناعمة والمكنسة الكهربائية حيث يمكن فصلها من على السطح بسهولة دون أي ضرر قبل البدء بضبط الآلة، مع مراعاة التحكم في قوة شفط المكنسة الكهربائية وأن تكون الفوهة مغطاة بجلد صغير أو بقطعة قماش رقيقة مثبته بشريط مطاطي لمنع امتصاص القطع الصغيرة بطريق الخطأ، اما الفرشاة الناعمة فنستخدمها للوصول إلى المناطق المعقدة على سبيل المثال: تحت الأوتار أو بين مفاتيح أداة لوحة المفاتيح"[1]، حيث تقوم الفرشاة برفع الغبار بينما فوهة المكنسة الكهربائية تمتصه وذلك بالتناوب، مع توخي الحذر عند العمل أسفل المفاتيح لوجود لباد أسفل المفاتيح.

[1] *Robert L .Barclay, **The Care of Historic Musical Instruments**, Co-published by the Canadian Conservation Institute and the Museums & Galleries Commission, ISBN-660-0 3-6 1711,p.61*

ومن الاشياء المهمة جدا للحفاظ على الة البيانو تناوب العزف عليه بين الحين والاخر، حيث ان تركه بدون استعمال قد يؤدى الى تحجر ماكينة المطارق وثقل للاصابع ما يترك مجالاً لدخول الحشرات والغبار اليه.

ولذا فقد قسم المهتمون بعملية صيانة الآلات إلى الأنواع التالية:[1]

أ – الصيانة الدورية:

ويقصد بها فحص الآلة فحصاً جيدا وتحديد حالة كل جزء من أجزائها واستبدال الجزء الذي تهالك أو انتهت فترة صلاحيته ويتم هذا النوع من على فترات زمنية محددة وفى هذه الحالة تكون كل ستة اشهر اى مرة فى فصل الصيف ومرة فى فصل الشتاء.

ب – الصيانة الوقائية:

ويقصد بها حماية الالة من حدوث أعطال به، ووقايته من مصادر الأعطال، ويمكن أن يجرى هذا النوع من الصيانة في أي وقت حسب حالة الالة، وإتباع هذا النوع من الصيانة غالبا ما يؤدى إلى زيادة في العمر الافتراضي للبيانو وهذا يتم من خلال الإجراءات التالية:

1- ترك الغطاء مفتوحا:

يجب حفظ البيانو مغلقاً 70٪ من الوقت عندما لا يكون قيد الاستعمال، حيث أن تركه مفتوحاً يجعل الغبار تتراكم مفاتيح البيانو مما يسبب مشكلة في تحريك المفاتيح. ومع ذلك إذا ترك الغطاء مغلقا لفترة طويلة جدا يمكن أن يحدث نمو للعفن داخل البيانو.

ولذا فإنه يجب ترك الغطاء مفتوحاً مرتين اسبوعياً خلال ساعات النهار لكي يسمح بتهويته مما يمنع نمو العثة داخل البيانو، مع مراعاة عدم تعرضه لأشعة الشمس المباشرة، كما يمكن استخدام المكنسة الكهربائية مرة واحدة في الأسبوع لمحاربة تراكم الغبار.

[1] السيد السيد عيد المصيلحى: مرجع سبق ذكره.

2- الحفاظ عليه من السوائل:

عدم شرب السوائل على آلة البيانو إذ انه ممكن أن يتسرب السائل بين مفاتيح البيانو وتصل إلى الداخل وهذا يمكن أن يسبب أضرار كبيرة (ومكلفة) وهذه الأضرار يمكن أن تلحق بالخشب الخارجي، وإذا حدث هذا يجب مسح السوائل الزائدة مع عدم الضغط على المفاتيح حتى لا تتسرب إلى الداخل.

3- مستويات الرطوبة المثالية للبيانو:[1]

آلة البيانو من الآلات الحساسة جدا للتقلبات الجوية خاصة الرطوبة، إذ يتكون جزء كبير من البيانو من الخشب وبالتالي فهو شديد الحساسية لتقلبات الرطوبة، وبالتالي يمكن لمستويات الرطوبة العالية أو المنخفضة أن تسبب التواء الخشب وتشوهه، وبالتالى تؤثر على جودة الصوت، فالتقلبات الكبيرة في الرطوبة يمكن أن تؤثر على شد الاوتار بل وتتسبب في تشقق الأجزاء الخشبية ولوحة الصوت، الأمر الذي قد يتطلب إعادة ترميمها أو استبدالها.

ويمكن لمالكي البيانو منع هذه المشاكل من خلال التحكم في الرطوبة من خلال وضع ماص للرطوبة داخل آلة البيانو، ويوصي معظم الفنيين بالحفاظ على رطوبة نسبية داخلية في حدود 30٪ إلى 50٪ والحفاظ عليها ثابتة قدر الإمكان، لذا يجب إبقاء البيانو بعيدًا عن فتحات التهوية والسخانات والنوافذ المفتوحة والأبواب المفتوحة وأشعة الشمس المباشرة، وإغلاق باب غرفة البيانو الخاص بك إذا كان بالقرب من المطبخ أو الحمام، وإغلاق أي نوافذ في غرفة البيانو لمنع التكثيف.

4- البيئة المناسبة لآلة البيانو:[1]

تعد درجة الحرارة عدواً آخر للبيانو، فالبرودة يمكن أن تضعف الأجزاء الخشبية الحساسة، واستخدام البيانو في هذه الحالة يمكن أن يسبب في سهولة كسر هذه الأجزاء، أما ارتفاع درجة الحرارة يمكن أن يؤثر على ميكانيكية حركة المطارق، ودرجة حرارة المثالية لغرفة البيانو (70–72 درجة فهرنهايت، 21–22 ° C).

[1] *Arthur A. Reblitz (1993)* ***Piano Servicing, Tuning and Rebuilding/ for the Professional, the Student and the Hobbyist*** *.ISBN) (0-12-911572-0 HC ،(ISBN)7-03-879511-1 Pbk.). Lanham, Maryland: The Vestal Press,p .215–203*

كما يجب إغلاق كافة الأبواب والنوافذ من غرفة البيانو ولا نسمح لأشعة الشمس المباشرة للمس البيانو حيث يمكن أن يؤدي ذلك إلى تلف الأجزاء الداخلية، ويسبب تلون وتشقق خشب البيانو، كما يجب وضع آلة البيانو بعيداً عن الجدار، إذا لم يكن هناك مساحة أخرى متاحة فيجب وضعه على بعد قدمين من الجدار.

5- تحريك البيانو:

يعد تحريك البيانو إجراءً صعبًا حيث يمثل خطورة على اجزاء البيانو وخطورة جسدية للشخص او الاخاص الذين يحركونه وقد يسبب إضراراً بالممتلكات الأخرى، لذا فإن نقله يجب أن يتم بواسطة محترف يتسم بالحذر ومدرب جيدًا ولديه المعدات المناسبة.

والبيانو الرأسى هو الاكثر شيوعا وتداولا سواء على المستوى الشخصى أو التعليمي الاكاديمى، ويتم نقله وتحريكه من خلال رفعه على قاعدة منزلقة ذات حواف خشبية منعا لانزلاق البيانو من اى جهة خلال نقله وتحريكه، كما أنها مزوده بارجل مطاطية حتى لا تخدش الارضيه، إذ نادراً ما تستخدم العجلات المتصلة مباشرة بالبيانو نفسه للحركة حيث أن وظيفتها تجميلية، كما يجب لف البيانو أو حمايته بغطاء مُجهز لمنع لخدش أو التلف.

ويؤثر تحريك البيانو على ضبط الأوتار حتى لو تم ذلك من خلال الاخصائيين المدربين، وإذا تمت تغطيتة بشكل صحيح أثناء التنقل، فلن يواجه التغييرات البيئية مثل الانتقال من الداخل إلى الخارج والعودة إلى الداخل مرة أخرى.

6- المظهر الخارجي:

البيانو عبارة عن قطع أثاث راقية لذا يجب المحافظة على مظهره الخارجى بالتنظيف والتلميع، ويتم إجراؤها بعناية لتجنب إدخال أي سوائل إلى داخل البيانو، وبالنسبة للمسات النهائية على البيانو فمن الأفضل إزالة الغبار باستخدام منفضة ريش أو مكنسة كهربائية بدلاً من قطعة قماش لتقليل تأثير احتكاك الغبار باجزاء البيانو.

ولا يجب استخدام كلا من المناديل الورقية أو القماش الملون لانه قد يترك اثرا على المفاتيح البيضاء، بل يجب الاستعانة بملمع الخشب وقطعة قماش قطنية بيضاء لتنظيف لوحة المفاتيح، وتتم الحركة من الداخل للخارج بالتنظيف ثم التجفيف.

ج –الصيانة العلاجية:

وتتم هذه المرحلة من الصيانة من خلال خبراء صيانة الة البيانو عندما تتوقف بعض اجزاء البيانو عن العمل نتيجة حدوث عطل في أحد أجزائها، أو مكوناته وتتم باستبدال الجزء التالف بآخر سليم ثم إجراء الضبط النغمى للاوتار، "غير انه في خلال القرن العشرين نجد أن بعضاً من الموسيقيين امثال: لامونتى يونج *La Monte Young*، تيري رايلي *Terry Riley*، مايكل هاريسون *Michael Harrison* الذين لا يقومون بضبط البيانو على ترددداته الاصليه وذلك من أجل الحصول على أنواع مختلفة من التألفات الغير مألوفة لا يمكن الحصول عليها بالضبط الاصلى للبيانو."[1]

يتضح مما سبق أن عملية صيانة آلة البيانو مرتبط إلى حد كبير بطول عمر البيانو التى عادة ما يتم قياسها بالعقود، الا أن اجزاء البيانو المختلفة تتميز باعمار مختلفة حيث أن العزف المتكرر على الالة مع الاعتناء الجيد بها قد يؤدى إلى أن تستمر المطارق أقل من خمس سنوات بينما قد تستمر لوحة الصوت لمدة خمسين عامًا وأكثر، وبالتالي فإن الاستبدال المنتظم للأجزاء البالية يؤدي إلى إطالة عمر البيانو لعشرات السنين وربما إلى أجل غير مسمى شرط أن يكون الإطار سليماً، اما في المؤسسات التعليمية يجب التأكد دائماً من ضبط بيئة العمل، وتأمينه وحسن استخدامه والقيام بإصلاح بعض الأجزاء وتغيير بعض المكونات الغير صالحة بأخرى سليمة بصفة دورية سنوية أو نصف سنوية لاطالة عمره الافتراضي ولضمان حسن سير العملية التعليمية.

اجهزة صيانة آلة البيانو:

1– الرافعة *Lever*:

وهى الأداة الأكثر أهمية فى ضبط البيانو ويطلق عليها عدة مصطلحات منها المطرقة أو مفتاح البراغى (المفك) أو المفتاح، ولقد تم تصميم ذراع الضبط خصيصًا لتناسب مثبتات الاوتار فى البيانو

[1] Scholes, Percy A.; John Owen Ward: ***The Oxford Companion to Music***, 10th ed .Oxford and New York: Oxford University Press. 1970, pp. lvi.

لانها مربعة ومدببة فى نفس الوقت، ويسمح تجويف المفتاح المصمم على شكل نجمة بأوضاع مختلفة للمقبض للتحكم والراحة فى الحركة.

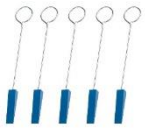
لذا لا يجب المخاطرة باستخدام الادوات المخصصة للصيانة المنزلية لان ذلك قد يؤدى الى كارثة، لان المفتاح قد ينزلق ويتم تلف الزوايا المربعة لمثبتات الأوتار أو ثنيها واخراجها من مكانها.

2- جهاز الضبط النغمى *Tuner*:

يعد جهاز الضبط النغمى الالكترونى ضروريًا للهواة حيث سيوفر المرجع لجميع النغمات في الاوكتاف الاوسط وبفضل أن يكون مزود بميكروفون ذو مشبك لكي يثبت على القاعدة المعدنية للوتر وليس الوتر ذاته للحصول على الضبط الدقيق حيث يمكن أن تؤثر الاصوات الخارجية على عمل الجهاز.

ويوجد حاليا العديد من البرامج التي يمكن تحميلها على الهواتف المحمولة من جيل الثالث أو الرابع يمكن أن تسهم في حل مشكلة غلاء وارتفاع اسعار اجهزة الضبط النغمى لآلة البيانو، بالاضافة إلى انه يمكن استعمالها في ضبط اى آلة وترية.

3- كاتمات الصوت *Mutes*:



توجد أحجام متنوعة من كاتمات الصوت التى يتم استخدامها فى صيانة الة البيانو، ومن الاشكال الاغلب شيوعا ذات المقبض السلكي ويوجد منها مجموعة متنوعة من أربعة إلى ستة كتامات ذات الرؤوس المطاطية.

4- مفاتح البراغى:

نحتاج إلى مفك براغي لإزالة بعض الاجزاء الصغيرة للحصول على أفضل مساحة للتحرك داخل الآلة، ومصدر للضوء إذ يمكن تتراكم على الأجزاء الداخلية قدرًا كبيرًا من الغبار وأنسجة العنكبوت خاصةً إذا لم يتم صيانة الآلة بشكل دورى.

ثانيا: الإطار التطبيقي:

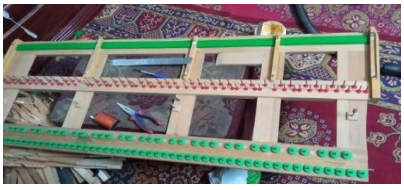
الخطوات الإجرائية:

اولاً: إعداد قائمة بالاعطال الشائعة لآلة البيانو.

وتم ذلك من خلال استطلاع اراء خبراء متخصصين في صيانة آلة البيانو * وكانت على النحو التالى:

من الأجزاء التي يجب استبدالها عند حدوث عطل متكرر بها –حسب اراء خبراء صيانة آلة البيانو؛ اللباد الموجود اسفل لوحة المفاتيح نتيجة تأكله لوجود الحشرات (العثة)، كما فى الشكل التالى:

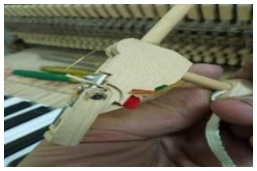
وبعد تغييرها يجب ان تكون كما فى الشكل التالى:



كما ان طقم المطارق (الشاكوش) من الاجزاء كثيرة الاعطال حيث تصبح رأس المطرقة مسطحة إلى حد ما حيث أن الأوتار قد تركت عليها أخاديد من تكرار العزف على الآلة مما أدى إلى تآكل اللباد الذي يحيط بالمطرقة مما يؤثر على جودة الصوت، وهذا يحتم من تغيير اللباد أو المطرقة إذا لزم الأمر حتى يكون لها ذلك الرأس البيضاوي، كما فى الشكل التالى:

* تم الاستعانة في هذا الجزء بالمقابلة الشخصية مع أ/ الفى صبري ، أ/ محمد صابر، أ/ خالد رجب بعض خبراء صيانة آلة البيانو.

او أن تكون الرافعة التي تمسك المطرقة قد فقدت ليونتها مما يؤدى إلى نوع من الحرية في الحركة المطرقة فلا ترجع إلى مكانها بعد العمل مما يؤثر على أداء بعض التقنيات العزفية مثل أداء حلية الزغردة أو أداء النغمات الخافتة وقد يؤدى إلى توقف مفتاح البيانو عن الحركة وقد يكون الزنبرك (*Spring*) مشدودا جدا فتؤدى المطرقة ضربات مزدوجة على نفس الوتر أو يكون فقد ليونته فيكون من الصعب تكرار النغمات.



ومن ضمن اعطال ماكينة المطارق خروج ماسك المفصلة (*String Loop*) عن مكانه فتصبح حركة الشاكوش بصورة مائلة او بزاوية وقد يؤدى الى ارتداد المطرقة قبل ان تضغط على الوتر بالاداء المطلوب فيؤدى على تلف طقم المطارق.

هذا بالاضافة الى فك الغراء الخاص بالرفاس مع الاستعمال والوقت والعوامل الجوية.

اما الضبط النغمى للاوتار فيجب إن يتم بشكل خاص ودورى لانه كلما طالت مدة بقاء نغمات البيانو خارج نطاقها الصوتى المعتاد كلما زاد الوقت والجهد الذي سيستغرقه الفني لاستعادته إلى درجة الصوت المناسبة، مع مراعاة عدم استخدام الشده المفرطة حتى لا ينقطع الوتر باستخدام مفتاح ضبط مناسب مع مراعاة البدء بضبط الطبقة الوسطى من البيانو ثم التناوب بين طبقتى القرار والجواب للنغمات، وفى حالة أن يكون البيانو قديم الطراز يجب عدم خفض درجة الصوت أو رفعها لاى نغمة اكثر من نصف تون وإلا فسوف يتعرض الوتر للتلف وربما للقطع.

ثانيا: إعداد قائمة بمهارات صيانة آلة البيانو اللازم توافرها لدى الطالب بقسم التربية الموسيقية.

وتم ذلك من خلال استطلاع اراء خبراء متخصصين في صيانة آلة البيانو * وإجراء التعديلات المطلوبة للتأكد لإجازتها، وكانت على النحو التالى:

* تم الاستعانة في هذا الجزء بالمقابلة الشخصية مع أ/ الفى صبري ، أ/ محمد صابر، أ/ خالد رجب بعض خبراء صيانة آلة البيانو.

جدول رقم (1) يوضح قائمة بمهارات صيانة آلة البيانو اللازم توافرها لدى الطالب بقسم التربية الموسيقية

م	المهارة	درجة الأهمية	
		مهمة	غير مهمة
1	يفك ويركب الإطار الخارجي لآلة البيانو.		
2	تنظيف الة البيانو.		
3	يغير اللباد أسفل لوحة المفاتيح.		
4	يغير المطرقة.		
5	يثبت وحدة المطرقة على لوحة المفاتيح.		
6	يغير سوسته جذب المطرقة.		
7	يثبت ويغير الصدادة.		
8	يضبط التونالية.		
9	يغير الأوتار.		
10	يثبت الدواسات.		
11	يفك ويغير الكتامات.		
12	فك وتركيب شريطة الشداد.		
13	فك وتركيب سوستة الكتامات.		
14	فك وتركيب لباد الأصابع.		
15	فك وتركيب مخدة المطارق.		
16	فك وتركيب طقم صدادة المطارق.		

ثالثاً: تحليل البيئة التعليمية للواقع المعزز:

تم تحليل البيئة التعليمية للواقع المعزز وحصرها في أربعة عناصر كما يلي:

- تليفون محمول ذو امكانيات جيدة ومتصل بشبكة الانترنت ويمكن ان يتم تحميل تطبيق قارئ الباركود QR.
- كتاب ورقي ورقي تقليدى يحتوى على الصور المعززة التى تتحول الى فيديو بعد تسليط كاميرا الهاتف المحمول عليها.
- مقاطع فيديو تظهر للمتعلم بمجرد ان يسلط كاميرا الهاتف المحمول على الصور المعززة.

رابعاً: انتاج الكتاب الوقى:

وهو كتيب ورقي يشرح مهارات صيانة الة البيانو المطلوب اكسابها للطالب بعنوان (مهارات صيانة الة البيانو)، وهو يتكون من عدد (2) مديول بعنوان (تركيب الة البيانو) و (صيانة الة البيانو).

خامساً: اعداد الصور المعززة:

تم تحديد عدد (7) صورة معززة داخل الكتاب الورقى والتى قامت بالربط بين بين الكتاب الورقى وبيئة الواقع المعزز تمهيداً لاستخدامها فى تطبيق قارئ الباركود QR للواقع المعزز.

سادساً: اعداد مقاطع الفيديو:

تم الاستعانة بمصادر خارجية وهى قناة اليويتوب لاختيار مقاطع الفيديو والتي تظهر بمجرد تسليط كاميرا المحمول على احدى الصور المعززة وبلغ عددها (7) مقطع بمعدل ملف واحد (*Overlays*) لكل صورة واحدة معززة (*Trigger Images*).

نتائج البحث:

بعد أن قامت الباحثة بعرض مشكلة البحث والدراسات السابقة والمفاهيم النظرية المرتبطة فى الاطار النظرى، تقوم الباحثة فى هذا الجزء بعرض النتائج التي توصلت إليها وتحليلها وفيما يلى تفسير النتائج:

التساؤل الاول: ما تقنيات الواقع المعزز المقترح استخدامها فى اكساب الطالب مهارات صيانة الة البيانو.

1- تحليل البيئة التعليمية للواقع المعزز.
2- انتاج الكتاب الوقى.
3- اعداد الصور المعززة.
4- اعداد مقاطع الفيديو.

التساؤل الثانى: ما مهارات صيانة آلة البيانو المطلوب توافرها لدى طلاب قسم التربية الموسيقية.

تمت الاجابة عن هذا التساؤل فى الاطار التطبيقى للبحث من خلال استطلاع اراء خبراء متخصصين في صيانة آلة البيانو وإجراء التعديلات المطلوبة للتأكد لإجازتها.

التساؤل الثالث: ما الأعطال الشائعة في آلة البيانو.

تمت الاجابة عن هذا التساؤل فى الاطار التطبيقى للبحث من خلال المصادر الخاجية المجانية على قناة اليوتيوب والتسجيلات الصوتية لبعض من السادة الخبراء القائمين على صيانة الة البيانو.

توصيات البحث:

1- إدراج هذا المحتوى التعليمي كجزء من تعليم الموسيقي وكمقرر دراسي لمرحلة البكالوريوس.
2- تحويل هذا المقرر إلى مقرر تعليمي الكتروني للاستفادة بالأنشطة التعليمية الموجودة بكل وحدة.
3- ضرورة استخدام أدوات التفاعل المتزامنة وغير المتزامنة عبر شبكة الإنترنت في تعليم الطلاب بالإضافة إلى التفاعلات وجها لوجه التي تزيد من دافعية الطلاب نحو التعلم.
4- ضرورة التدريب العملي لإكساب الطلاب المهارات العملية.
5- اعداد مقررات تعليمية لاكتساب مهارة صيانة باقى الآلات الموسيقية.

مراجع البحث

المراجع العربية:

1- السيد السيد عيد المصيلحى(2002)، **توظيف المواد السمعية والبصرية في برنامج متكامل لإكساب طلاب تكنولوجيا التعليم مهارات الصيانة الأولية للأجهزة التعليمية**، رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة حلوان.

2- ديوبولد ب. فان دالين (2010)، **مناهج البحث في التربية وعلم النفس**، ترجمة محمد نبيل نوفل وآخرون، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة.

3- رشا حمدي حسن على هداية (2008)، **تصميم برنامج قائم على التعليم المدمج لإكساب مهارات صيانة الأجهزة التعليمية لدى طلاب كلية التربية**، رسالة ماجستير منشورة، كلية التربية- جامعة المنصورة.

4- سارة العتيبى وآخرون (2016)، رؤية **مستقبلية لاستخدام تقنية(*Reality Augmented*) كوسيل تعليمية لاطفال الدمج فى مرحلة رياض الاطفال بالمملكة العربية السعودية**، مجلة رابطة التربية الحديثة، القاهرة.

5- عبدالله اسحق عطار، احسان محمد كنسارة (2015) **الكائنات التعليمية وتكنولوجيا النانو**، مكتبة الملك فهد الوطنية للنشر والتوزيع، الرياض.

6- على محمد عبد المنعم (2002)، **المستحدثات التكنولوجية في مجال التعليم طبيعتها وخصائصها، مجلة تكنولوجيا التعليم**، الجمعية المصرية لتكنولوجيات التعليم، المجلد السادس، القاهرة.

7- فاطمة محمد ابراهيم البهنساوى (1980)، **اثر تطور ميكانيكية الآلات ذات لوحات المفاتيح على مؤلفات البيانو المنفرد حتى نهاية العصر الكلاسيكى**، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الموسيقية- جامعة حلون، القاهره.

8- محمد إبراهيم سيد (2017)، **الواقع المعزز والافتراضى**، الملتقى الدولي الاول لكلية التربية بعنوان تطبيقات التكنولوجيا في التربية- جامعة بنها.

9- محمد ابو بيه: **كل ما تود ان تعرفه عن الواقع الافتراضى والواقع المعزز**، مقالة منشورة بـ *AITNEWS* البوابة العربية للاخبار التقنية.

10- محمد صابر، الفى صبرى، خالد رجب: **تسجيلات صوتية عن صيانة آلة البيانو**، مقابلة شخصية، المنيا، 2022.

11- محمد ضاحى محمد، مروة محمد رضا، حسام حسن (2019)، **فاعلية برنامج واقع معزز لتحسين أداء مهارات غناء وعزف الالناشيد المدرسية ورفع مستوى التقبل التكنولوجي وفق الانظمة التمثيلية ومستوى الطموح الالكاديمي لدى الطلاب المعلمين بكلية التربية النوعية**، بحث منشور بالمؤتمر الدولى الثانى – التعليم النوعي وخريطة الوظائف المستقبلية، كلية التربية النوعية – جامعة المنيا.

12- محمد عطية خميس (2015) **تكنولوجيا الواقع الافتراضى وتكنولوجيا الواقع المعزز وتكنولوجيا الواقع المخلوط**، الجمعية المصرية لتكنولوجيا التعليم، سلسلة دراسات وبحوث محكمة، القاهرة.

المراجع الاجنبية:

13- *Arthur A. Reblitz (1993),**Piano Servicing, Tuning and Rebuilding/ for the Professional, the Student and the Hobbyist** .ISBN (0-12-911572-0)HC ،(ISBN)7-03-879511-1 Pbk.). Lanham, Maryland: The Vestal Press*

14- *Cyril Erlic **(1990), The Piano: A History** .Oxford University Press ، USA; Revised edition .ISBN.9-816171-19-0*

15- *David Macaula **(1998) The New How Things Work. From Levers to Lasers**, Windmills to Web Sites, A Visual guide to the World of Machines .Houghton Mifflin Company, United State .ISBN-93847-395-0 .3*

16- *David R. Peterson (1994),"**Acoustics of the hammered dulcimer, its history, and recent developments** ،"Journal of the Acoustical Society of America,*

17- *Larry Fin: **The Piano Book** .ISBN.2-01-929145-1*

18- *Robert L .Barclay,**The Care of Historic Musical Instruments**, Co-published by the Canadian Conservation Institute and the Museums & Galleries Commission, ISBN3-6 1711-660-0*

19- *Robert Palmieri, ed. (2003) **Encyclopedia of keyboard instruments**, Volume 2 .Routledge. p. 437 .ISBN.2-93796-415-0-978*

20- *Scholes, Percy A.; John Owen Ward (1970), **The Oxford Companion to Music**, 10th ed .Oxford and New York: Oxford University Press.*

مواقع على الانترنت:

1- https://www.dw.com/en/dw-akademie

2- https://www.new-educ.com

3- http://eman1437blogaddress.blogspot.com/p/blog-page_36.html

ملخص البحث باللغة العربية

يعد هذا البحث من أوائل الأبحاث التي تناولت آلة البيانو من هذا الشق إلا وهو صيانة آلة البيانو التي تعد من الأساسيات المهمة التي تعمل على زيادة عمرها الافتراضي، حيث أنها آلة حساسة جدا ويجب المداومة على صيانتها والمحافظة عليها بشكل دائم، وقد تناول البحث المشكلة – الأهداف– الأهمية– الأسئلة– المصطلحات والدراسات السابقة، وينقسم البحث إلى جزأين نظري وتطبيقي واختتمت الباحثة البحث بالتوصيات والمراجع.

الكلمات المفتاحية: تاريخ الة البيانو– تركيب الة البيانو– صيانة الة البيانو– اعطال الة البيانو– الواقع المعزز.

The Abstract

This research is one of the first researches that dealt with the piano from different side, which is the maintenance of the piano, which is one of the most important basics that work to keep it up to pitch and playing the correct notes, as it is a very sensitive instrument and must be maintained permanently.

This research includes the introduction - problem - objectives - importance - questions - tools and procedures - previous studies - theoretical and applied framework, and the research concludes with the proposed results, recommendations, references, and finally the Arabic and English research summary

***Keywords**: the history of the piano - installation of the piano - maintenance of the piano - malfunctions of the piano - augmented reality.*