

الباحث كوفند سليمان قادر/ أ.م.د. أنيس حمود معيدي... الموسيقى ثلاثية الأبعاد ودورها
في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية

الموسيقى ثلاثية الأبعاد ودورها في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية
3D Music And Its Role In Enhancing Auditory And Visual Realism

كوفند سليمان قادر

العراق - جامعة صلاح الدين - كلية الفنون الجميلة - قسم الموسيقى

GOVAND S. QADER

Iraq- Salahaddin University - College of Fine Arts - Department of Music

Email; govand.kader@su.edu.krd Tel; 07503123611

أ.م.د. أنيس حمود معيدي

العراق - جامعة بابل - كلية الفنون الجميلة - قسم الفنون المسرحية - تخصص (فنون موسيقية)

DR-ANIES HAMOOD MIAEDI

Iraq - University of Babylon - Faculty of Fine Arts - Section Theatrical Arts

Email: anis.hamoud@uobabylon.edu.iq, Tel: 07825373014

الملخص.

تناول الموسيقي ثلاثية الأبعاد، يفضي إلى المنجزات التقنية في مجال الصوت، عبر تشكيل العلاقة بين المتلقي والفضاء السمعي والمرئي، عبر محاكاة التوزيع المكاني الطبيعي للأصوات، فصارت هذه الأصوات وسيلة إدراكية تعزز الانخراط الشعوري في البيئات الغامرة، يسعى البحث إلى تسليط الضوء على الموسيقي ثلاثية الأبعاد وإمكاناتها في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية، بوساطة دراسة خصائصها التقنية وتطبيقاتها الإدراكية والتفاعلية في النماذج السمعية والمرئية، إذ يتم التركيز على الموسيقي ثلاثية الأبعاد وآليات اشتغالها وتفاعلها الحسي الناتج عن توزيع الصوت المكاني وتكامله مع الصورة، إضافة إلى الوظائف الإدراكية للموسيقى في النتائج السمعية والمرئية والواقع الافتراضي والعروض الحية.

يضم هذا البحث أربعة فصول، تناول الفصل الأول الإطار المنهجي، متضمنًا مشكلة البحث التي تحدت في الدور الذي تؤديه الموسيقي ثلاثية الأبعاد في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية، فضلًا عن أهمية البحث وأهدافه، بالإضافة إلى حدود البحث وتعريف المصطلحات الواردة فيه بتوافق مع طبيعة الظاهرة المدروسة وسياقها المعرفي.

جاء الفصل الثاني في مبحثين: تناول الأول مهاد تاريخي، بدءًا من التجربة السمعية الطبيعية وصولًا إلى أنظمة متقدمة مثل: Ambisonics وDolby Atmos، مع عرض لكيفية انتقال الصوت من النمط الأحادي إلى الأنظمة الغامرة، أما المبحث الثاني فركز على تطبيقات هذه الموسيقي في مجالات السينما الألعاب، الواقع الافتراضي، والعروض الحية، وتبيان دورها في تعزيز الإدراك الحسي والانغماس عبر التوزيع المكاني للصوت وتكامله مع العناصر المرئية.

وقد خصص الفصل الثالث لإجراءات البحث، وتم اعتماد المنهج الوصفي التحليلي في دراسة محتوى نماذج عينة البحث بهدف تحقيق أهداف الدراسة وتحليل التفاعل بين الموسيقى ثلاثية الأبعاد والعناصر السمعية- المرئية، أما الفصل الرابع فتضمن أهم النتائج التي توصل إليها البحث، ومن أبرزها.

1- يسهم التوزيع المكاني الواقعي في تحويل التجربة السمعية إلى بنية إدراكية ديناميكية تعيد تشكيل وعي المتلقي بالحيز.

2- تظهر الموسيقى ثلاثية الأبعاد فاعلية كبيرة في تعزيز الإدراك العاطفي والبصري، لا سيما في البيئات الغامرة، واختتم البحث باستنتاجات وتوصيات مستندة إلى النتائج، تلتها قائمة بالمصادر والمراجع المعتمدة.
الكلمات المفتاحية: الموسيقى ثلاثية الأبعاد، الواقعية، السمعية، المرئية.

Abstract

3D music represents one of the most significant technological advancements in the field of sound, having reshaped the relationship between the listener and the audio-visual space by simulating the natural spatial distribution of sound. This transformation has elevated it from a mere auditory technique to a perceptual tool that enhances emotional engagement in immersive environments. This study aims to analyze the role of 3D music in enhancing auditory and visual realism by examining its technical characteristics and perceptual applications in cinematic and interactive models. The research focuses on understanding the mechanisms of sensory interaction generated by spatial sound distribution and its integration with visual elements, while also exploring the cognitive and emotional functions of music in contexts such as cinema, virtual reality, and live performances.

Structured into four chapters, the first chapter outlines the general framework of the research, presenting the central question: What role does 3D music play in enhancing auditory and visual realism? This question is addressed through defining the study's significance, objectives, and methodological boundaries, including a clear articulation of key terms in alignment with the studied phenomenon and its cognitive context. The research seeks to identify the technical features of 3D music and analyze its integration with visual or interactive elements within artistic productions, while also examining its impact on perceptual and emotional responses in immersive environments like cinema, VR, and live shows.

Chapter Two includes two sections: the first traces the historical and technical evolution of 3D music, from early auditory experiences to advanced systems such as Ambisonics and Dolby Atmos, analyzing the shift from monophonic sound to immersive formats. The second section focuses on the practical implementation of 3D music across various domains - cinema, gaming, virtual reality, and live performances—highlighting its role in enhancing sensory perception and immersion through spatial audio techniques.

Chapter Three is devoted to research procedures, employing a descriptive-analytical methodology to study the content of selected samples, aiming to meet the

research objectives and examine the interplay between 3D music and audiovisual elements. Chapter Four presents the study's main findings, among which the following stand out:

1-Realistic spatial sound distribution contributes to transforming the auditory experience into a dynamic perceptual structure that reshapes the listener's awareness of space.

2-3D music demonstrates a strong capacity to enhance emotional and visual perception, particularly in immersive settings.

The study concludes with a set of evidence-based conclusions and recommendations, followed by a comprehensive list of references and sources cited throughout the research.

Keywords: 3D music, realism, audio, visual.

الفصل الأول

الإطار المنهجي

مقدمة البحث (Introduction to the Research).

تعد الموسيقى ثلاثية الأبعاد من أبرز الابتكارات التقنية التي أحدثت تحولاً في مجال التصميم الصوتي، إذ أضافت أبعاداً جديدة للتجربة السمعية والمرئية تمزج بين العلم والموسيقى، مما يعزز شعور الاندماج الحسي للمتلقي، ومنذ ظهور أنظمة الصوت متعددة القنوات إلى تقنيات الصوت المكاني، شهد هذا المجال تطوراً مضطرباً في تقديم بيئات غامرة.

تعيد الموسيقى ثلاثية الأبعاد تشكيل علاقة الإنسان بالصوت، ممهدة لآفاق واسعة لتطبيقات متعددة في مجالات كالتعليم، الترفيه والواقع الافتراضي، إذ إنها لا تقتصر على تحسين جودة الصوت حسب، إنما تسهم في إثراء التجربة الحسية، فضلاً عن محاكاة هذه التقنية، الطريقة الطبيعية التي يتفاعل بها الصوت مع البيئة ما يمنح المتلقي تجربة واقعية وشاملة، بفضل القدرة على إنشاء مصادر صوتية افتراضية تحيط به من الاتجاهات كافة، فالموسيقى ثلاثية الأبعاد تركز على استيعاب آليات الإدراك السمعي، كتمييز اتجاه الصوت والمسافة، مما يثري الإحساس بالمحيط.

مع تصاعد التحولات الرقمية، صار الإنسان منخرطاً في تجارب حسية متعددة الأبعاد تتطلب تفاعلاً إدراكياً عميقاً، لاسيما في البيئات الافتراضية والمقاربات العلاجية بالموسيقى، هذه التقنيات تشكل استجابة معرفية لوظائف الإدراك البشري، وتؤدي دوراً محورياً في تكثيف التفاعل والانخراط العاطفي، بما يتناسب مع متطلبات تطور تقنيات الصوت.

مشكلة البحث (The Research Problem).

برزت الموسيقى ثلاثية الأبعاد كواحدة من الابتكارات التقنية الرائدة التي أحدثت تحولاً نوعياً في تصميم التجارب الصوتية والحسية الغامرة، تعتمد هذه التقنية على تحقيق تفاعل متناغم بين الصوت والصورة، مما يسهم في تعزيز إحساس المتلقي بالواقعية والانغماس الكامل في المشهد، وفي مجالات متنوعة كالسينما، الألعاب الإلكترونية والواقع الافتراضي.

بالرغم من التقدم في الأبحاث العلمية حول تقنيات الصوت ثلاثي الأبعاد، يتركز معظمها على الجوانب الهندسية والفيزيائية، مثل: دقة إعادة الإنتاج والتوزيع المكاني، مع إغفال نسبي للأبعاد الإدراكية والنفسية، إلى جانب عدداً محدوداً من الدراسات تطرقت إلى تكامل الصوت والصورة وتأثيره على الإدراك العاطفي، لا سيما في التطبيقات الفنية والعلاجية، مما يبرز الحاجة إلى دراسات متعددة التخصصات تعالج الصوت الموسيقي ثلاثي الأبعاد كظاهرة إدراكية وفنية متكاملة تعزز الواقعية السمعية والمرئية.

يسعى هذا البحث إلى سد فجوة معرفية في الدراسات الأكاديمية المتعلقة بالموسيقى ثلاثية الأبعاد وتأثيرها في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية، مما يشكل تحدياً ملحوظاً، إذ يتطلب تحقيق تكامل فعال بين الصوت والصورة وفهماً أعمق للأبعاد التقنية والفنية للموسيقى ثلاثية الأبعاد، بناءً على ذلك، تتمثل مشكلة البحث في التساؤل الآتي: ما دور الموسيقى ثلاثية الأبعاد في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية؟.

أهمية البحث (The Importance of Research).

- 1- إثراء معرفي لاستعمال الموسيقى ثلاثية الأبعاد في تحسين التجارب السمعية والمرئية، لا سيما في مجالات السينما، الألعاب، والواقع الافتراضي.
- 2- المساهمة في تطوير تصميم الأنظمة الصوتية بما يتوافق مع التفاعل الحسي المعاصر ويفتح آفاقاً لتطبيقات تكنولوجية أكثر واقعية وشمولية.
- 3- تمهيد الطريق لأبحاث مستقبلية تعنى بتكامل الصوت والصورة وتأثيراتهما الإدراكية والعاطفية ضمن بيئات افتراضية تفاعلية.

أهداف البحث (Research Aims).

- 1- التعرف إلى دور الموسيقى ثلاثية الأبعاد في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية.
- 2- دراسة خصائص الموسيقى ثلاثية الأبعاد وتكاملها مع الصورة.

حدود البحث (Research Limitation).

- الحد المكاني: عالمي.
الحد الزمني: 2001م-2019م.

الحدود الموضوعية: الموسيقى ثلاثية الأبعاد ودورها في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية.

مصطلحات البحث (Terminology Of the Research).

- 1- **الموسيقا:** فن تأليف الألحان وتوزيعها وإيقاعها والغناء⁽¹⁾، كما تعرف أيضًا بأنها فن التأليف والتناسق بين الأصوات، وعلميًا تشمل دراسة علم الصوتيات والقواعد الموسيقية ونظرياتها وعلومها المختلفة، إذ اشتق لفظ الموسيقا (Musique) من الكلمة اليونانية القديمة (Muses)⁽²⁾.
- 2- **الموسيقا ثلاثية الأبعاد:** طرق تسجيل/إعادة إنتاج الصوت المصممة لإنشاء مجال صوتي كامل حول المتلقي، مما يؤكد على الإدراك المكاني كعنصر رئيسي في التراكيب الموسيقية، تعتمد هذه التقنيات على أنظمة (Binaural) و (Ambisonics) وغيرها لتكرار المشاهد الصوتية التي تحاكي بيئات الصوت ثلاثية الأبعاد⁽³⁾.
- 3- **الواقعية:** التصوير الأمين لمظاهر الطبيعة والحياة كما هي، وفي الأدب والفن: الجودة التي تجعل الروايات أو اللوحات أو الأفلام شديدة الشبه بالحياة الواقعية⁽⁴⁾.
- 4- **السمعية:** قوة في الأذن البشرية بها تدرك الأصوات، ويعرف المصطلح (Auditory) بأنه: صفة (تقنية)، ترتبط بحاسة بالسمع، كالمحفزات السمعية⁽⁵⁾.
- 5- **المرئية:** ما يرتبط بالرؤية أو البصر والتأثير البصري الكبير الذي يمكن أن يحدثه شيء ما⁽⁶⁾.
- 6- **التعريف الإجرائي للواقعية السمعية والمرئية:** التجربة الحسية الشاملة التي تعتمد على تفاعل العناصر السمعية والمرئية لتوفير إحساس قريب من الواقع في بيئة معينة، يتمثل الجانب السمعي في قدرة المتلقي على إدراك الأصوات باستعمال تقنيات متقدمة والتي تسهم في توزيع الصوت بطريقة محيطية ودقيقة، مما يعزز شعور المتلقي بأنه جزء من المشهد الصوتي، وأما الجانب المرئي فيتحد حول تقديم الصور والمشاهد بأسلوب يحاكي الواقع عبر تأثيرات بصرية مدروسة تعزز الإدراك البصري للمشاهد.

الفصل الثاني

الإطار النظري

الموسيقا ثلاثية الأبعاد مهاد تاريخي

الموسيقا ثلاثية الأبعاد في النتاجات السمعية والمرئية

المبحث الأول: الموسيقا ثلاثية الأبعاد مهاد تاريخي.

يعد الإدراك السمعي جزءًا لا يتجزأ من التجربة الحسية للإنسان، إذ تؤدي الأصوات دورًا جوهريًا في تشكيل الفهم البصري والمكاني للبيئة المحيطة، فمنذ العصور الأولى، اعتمد الإنسان على قدرته الفطرية في تحديد مصادر الصوت وتوجيه انتباهه وفقًا للمؤثرات السمعية المحيطة، مما ساعده على التكيف مع بيئته واستكشاف

العالم من حوله، ومع تطور العلوم الصوتية والتكنولوجيا الرقمية، لم يعد الصوت مجرد أداة تواصل، إنما صار عنصرًا أساسيًا في تحقيق تجربة غامرة في مجالات متعددة، كالسينما، والألعاب الإلكترونية والواقع الافتراضي. من هذا المنطلق، يعد الصوت ثلاثي الأبعاد امتدادًا طبيعيًا للتجربة البشرية مع الصوت، لم يكن مرتبطًا بالتقنيات الحديثة حسب، إنما كان دائمًا جزءًا من الإدراك السمعي للإنسان حتى قبل ظهور أي أجهزة تسجيل أو إعادة إنتاج صوتي، "الصوت دائمًا موجودًا في بيئة ثلاثية الأبعاد، إذ إن المتلقي سواء كان صيادًا في الحقل أو مغنيًا داخل كنيسة حجرية، أو فردًا يستمع إلى عرض موسيقي مباشر، يدرك الصوت ضمن فضائه المكاني المحيط به، وليس بمعزل عنه⁽⁷⁾.

يفسر هذا الإدراك بوساطة الآليات العصبية والفيزيولوجية التي يعتمدها النظام السمعي البشري، "إذ يعتمد هذا النظام على مجموعة من الإشارات الرئيسية لتحديد موقع الصوت بدقة، وتشمل هذه الإشارات الفرق الزمني بين الأذنين (ITD)، والفرق في مستوى الصوت بينهما (ILD)، بالإضافة إلى الإشارات الديناميكية والطيفية، التي تسهم جميعها في تعزيز الإدراك المكاني للصوت، وهذا التفاعل بين الصوت والمكان لم يكن مجرد تأثير جانبي، وإنما كان عنصرًا أساسيًا في بناء العمارة الكنسية والمساحات المخصصة للطقوس الدينية والموسيقية.

تتضمن المعلومات المكانية للصوت تفاصيل دقيقة حول مواقع مصادر الصوت، فضلًا عن المعلومات المتعلقة بالانعكاسات البيئية المحيطة، ومن الضروري تصميم إشارات الصوت متعددة القنوات استنادًا إلى مبادئ وأساليب السيكوأكوستيك التي تتيح إعادة إنتاج دقيقة للأحداث السمعية أو الإدراكات الصوتية المطلوبة أثناء التشغيل⁽⁸⁾.

تعكس هذه المبادئ التقنية امتدادًا لتجربة إنسانية قديمة مع الصوت، وساهمت التكنولوجيا الحديثة في تطوير أدواتها ورفع دقة تمثيلها، وبالرغم من أن هذه التقنية قدمت أدوات متقدمة لمعالجة الصوت وتوزيعه، فالصوت ثلاثي الأبعاد لم يكن اختراعًا مستحدثًا حسب، إنما امتداد طبيعي للطرق التي تفاعل بها الإنسان مع بيئته منذ الأزل.

غير إن الفارق الأساسي "يكمن في التقنيات الحديثة والمتطورة لم تكن بمحاكاة التجربة الطبيعية للصوت، إنما عملت على تحسينها وإعادة إنتاجها بأساليب تتيح مستويات أعلى من التحكم والدقة، يمكن تتبع التطور التاريخي للموسيقى ثلاثية الأبعاد، على النحو الآتي.

1- الصوت والإدراك السمعي في البيئات الطبيعية.

شكل الصوت عنصرًا حاسمًا في بقاء الإنسان البدائي واستكشافه للعالم، إذ اعتمد على الأصوات المحيطة لتحديد مصادر الخطر وتعقب الفرائس والتواصل، وكان دخول الكهوف يعزز إدراك الصوت بوساطة الانعكاسات، مما خلق تجربة صوتية غامرة للمتلقين.

مثلت الكهوف بيئات سمعية فريدة، أدت انعكاساتها الصوتية دورًا بارزًا في تعميق الوعي بالمكان، وأسهمت في تطوير قدرات الإنسان على تمييز المصادر الصوتية بدقة، غالبًا ما يشار إلى قدرة البشر على تحديد مصدر الصوت على أنها تطورت كآلية مهمة للبقاء، عندما يتواصل الأشخاص أو الحيوانات عبر مسافة مادية، يتم نقل نوعين على الأقل من المعلومات: القيمة الدلالية للأصوات وموقع مصادر الصوت⁽⁹⁾. لم تكن هذه التجارب ناتجة عن تفاعل عشوائي، وإنما أسهمت في بناء آليات بيولوجية تعزز الإدراك المكاني للصوت، إن التأثيرات الصوتية الناتجة عن الانعكاسات في الفضاءات الطبيعية المبكرة ساهمت في تطوير مفهوم الإدراك السمعي المتعدد الأبعاد، هذا الدور الحيوي للانعكاسات في تشكيل الإدراك الصوتي، ليس فقط في البيئات الطبيعية، وإنما في كل الفضاءات المحيطة، "الانعكاسات الصوتية تؤثر بشكل مباشر على إدراك العمق والموقع المكاني للمصادر الصوتية، مما يسهم في تشكيل تجربة سمعية ديناميكية تعتمد على توزيع الصوت في البيئة المحيطة"⁽¹⁰⁾.

أسندت الاكتشافات الأثرية هذا التوجه، إذ ارتبطت بعض الرسوم الصخرية بمواقع ذات خصائص صوتية مميزة، الإنسان البدائي في العصر الحجري الأعلى استغل الخصائص الصوتية للكهوف، مما يشير إلى استعمالها في طقوس صوتية وربما دينية، وقد شكل هذا الإدراك المبكر للصوت عنصراً جوهرياً في الطقوس والشعائر، وعبر عن وعي بدائي بالبنية المكانية للصوت، كانت الجدران العاكسة والمساحات المغلقة تولد أصداً مسموعة مما يجعل المتلقين محاطين بآلاف النسخ من أصواتهم، في تجربة صوتية غامرة، مضخمة، وتحمل طابعاً صوفياً.

مع تطور المجتمعات نحو الاستقرار، انتقل هذا الوعي السمعي إلى العمارة المسرحية والدينية، استثمرت الفضاءات المغلقة لتحسين التجربة السمعية، كما في مسرح إبيداوروس الإغريقي الذي يتميز بخصائص صوتية استثنائية إذ تعمل صفوف المقاعد كمرشح صوتي يسمح بمرور الصوت وتقليل الضوضاء المحيطة "تم تصميم المسارح الإغريقية لتوفير انعكاسات مبكرة للصوت، كما ساعدت الهياكل المقوسة والمقاعد المموجة في تقليل الضوضاء، أما الأوديون فقد امتاز بزمان ارتداد صوتي أطول، بينما في المسارح الرومانية أضيفت أوعية برونزية لتضخيم الصوت"⁽¹¹⁾.

تؤكد هذه الشواهد أن تجربة الإنسان مع الصوت ثلاثي الأبعاد تعود إلى جذور إدراكية وتطورية عميقة، إذ أسهمت الكهوف والمسارح والمعابد في ترسيخ مفاهيم أولية حول توزيع الصوت ومحاكاته، لتشكل بذلك أساساً مبكراً لتقنيات الصوت المحيطي والمكاني في العصر الحديث، وبناءً على ما تقدم، يتضح أن الموسيقى ثلاثية الأبعاد لا تعد نتاجاً حديثاً، وإنما امتداداً لتجربة بشرية متجذرة في التاريخ، تقوم على تفاعل حسي دقيق بين الإنسان والبيئة الصوتية المحيطة به.

2- الصوت والإدراك السمعي في الأنظمة الموسيقية ثلاثية الأبعاد.

شهد تاريخ نقل الصوت عبر الأجهزة تطورًا تدريجيًا منذ العصور القديمة، إذ كان الإدراك السمعي يعتمد على التجربة المباشرة للصوت في الفضاءات الطبيعية والمبنية، ولكن مع تطور تقنيات التسجيل في القرن التاسع عشر، صار من الممكن توثيق الأصوات وإعادة إنتاجها بطرق غير مسبقة، وجاء ذلك عبر محاولات عديدة، منها.

1- اقترح (تشارلز بورسيل) عام 1854 فكرة نقل الصوت كهربائيًا عبر غشاء مهتر، إلا أن فكرته ظلت في الإطار النظري ولم تُترجم إلى نموذج عملي.

2- في عام 1871، قام (أنطونيو ميوتشي) بتطوير نموذج أولي لجهاز نقل الصوت، وقدم براءة اختراع مؤقتة، لكنه لم يتمكن من استكمال تسجيلها بشكل رسمي.

3- أما في عام 1876، فقد حصل (ألكسندر غراهام بيل) على براءة اختراع الهاتف الكهربائي، الذي اعتمد على تحويل الموجات الصوتية إلى إشارات كهربائية باستعمال غشاء متحرك ومغناطيس كهربائي، ليصبح بذلك أحد أوائل الأنظمة العملية الموثقة لنقل الصوت، لقد مر تطور الأنظمة الموسيقية ثلاثية الأبعاد بمراحل عديدة، على الشكل الآتي.

أ- الصوت الأحادي (الأساسيات والتحديات في تجربة الاستماع المسطح).

شكل الصوت الأحادي (Monophonic Sound) المرحلة الأولى في تاريخ التسجيلات الصوتية، إذ تسجل جميع الأصوات في قناة واحدة دون توزيع مكاني، مما يحد من الإحساس بالعمق، وإن حافظ على الوضوح، وقد بدأ التسجيل فعليًا عام 1877 مع اختراع الفونوغراف على يد توماس إديسون ومع ظهور الفونوغراف الأسطواني الشمعي الذي طوره بيل وتأثيره كأداة للإملاء الصوتي⁽¹²⁾.

منذ بداية القرن العشرين، أُدخلت الميكروفونات الكهربائية لتحل محل أنظمة البوق، مما أدى إلى تحسين جودة التسجيلات، لكن بقيت القناة الأحادية عائقًا أمام إعادة إنتاج تجربة سمعية طبيعية، حتى لو النقط الصوت من أوركسترا باستعمال عدة ميكروفونات، فإن ما يسمع هو قناة واحدة فقط، وفي عام 1925، سجل (ليوبولد ستوكوفسكي) أول عمل موسيقي بالتقنية الكهربائية، مما أثار المخاوف بين الموسيقيين من تحكم المهندسين في الديناميكيات، إذ قال: لا أريد أن يبيث هذا تحت اسمي إذا لم أكن أنا من يتحكم في الديناميكيات وقد عكس هذا التغيير تحولًا في طبيعة الإنتاج الموسيقي ودور المؤدي، وأسس لبداية استعمال التسجيل كوسيلة فاعلة لحفظ وتوزيع الموسيقى⁽¹³⁾.

ب- الصوت الثنائي (التطور نحو تجربة سمعية أكثر ديناميكية).

جاء الصوت الثنائي (Stereophonic Sound) بوصفه استجابة لتحديات الصوت الأحادي، الذي يفتقر إلى المكانية والعمق، يستعمل الاستريو قناتين منفصلتين لمحاكاة الطريقة الطبيعية التي يسمع بها الإنسان، مما يوفر توزيعًا مكانيًا واقعيًا للمصادر الصوتية، الاستماع بأذن واحدة يشبه الرؤية بعين واحدة: واضح ومفصل، لكنه مسطح الاستريو يساعد في تحرير الصوت من هذه القيود شركة RCA Victor ما سمته

الاستيريو الحي، وهو نظام يسمح بإعادة إنتاج صوت الأوركسترا من جهتين عبر مكبرين مختلفين، لكن من قرص واحد وأخدود واحد، يشبه عزف لحنين مختلفين على كمان واحد في الوقت ذاته⁽¹⁴⁾. بدأت RCA بتسجيلات استيريو تجارية في منتصف الخمسينيات، لكن انتشارها تأخر بسبب التكلفة المرتفعة تعود الأبحاث حول الاستيريو إلى الثلاثينيات، بدافع الحاجة إلى تحسين الواقعية في السينما، إلا أن الاعتماد الفعلي لم يبدأ حتى 1957، حين طورت شركة Westrex نظامًا يتيح حفر قناتين صوتيتين في أخدود واحد، شكل هذا نقلة نوعية في تقنيات التسجيل، وأسهم في تجاوز قيود الصوت الأحادي، مما أعاد تعريف تجربة الاستماع ورسخ الاستيريو كمعيار أساسي في الصناعة الصوتية، ومهد الطريق أمام تقنيات أكثر تطوراً⁽¹⁵⁾.

ت- الصوت الرباعي (خطوات نحو تكنولوجيا الصوت المحيط).

شهدت سبعينيات القرن العشرين تطور تقنية الصوت الرباعي (Quadraphonic Sound)، التي اعتمدت على أربع قنوات مستقلة لتوفير تجربة صوتية تحيط بالمتلقي من جميع الاتجاهات، متجاوزة بذلك قيود النظام الاستيريو، تم الترويج للصوت الرباعي كخطوة عملاقة تالية بعد الاستيريو، إذ تتيح القناتان الخلفيتان خلق تجربة سمعية متعددة الاتجاهات، ورغم ما مثله هذه التقنية من تقدم، واجهت تحديات تقنية وتجارية، أبرزها عدم توحيد معايير التسجيل والتشغيل، لقد أظهرت أبحاث اللجنة الوطنية للراديو الرباعي (NQRC) إن الأنظمة الرباعية الكاملة كانت مكلفة مادياً، في حين لجأت أنظمة صوتية أخرى إلى إعادة توجيه إشارات الاستيريو لمحاكاة الصوت الخلفي.

ولا يفوتنا أن ننوه بأنه قد أجريت دراسات كثيرة لتحسين دقة التوطين الصوتي باستعمال تحليل الأطوار ونسب السعة بين القنوات، مما يسهم في تعزيز دقة التوطين الصوتي والرفع من فشل النظام رباعي القنوات تجارياً، فقد مهد الطريق لتقنيات الصوت المحيطي (Surround Sound)، التي عالجت تلك المشكلات واعتمدت مبادئ مشابهة، لتصير لاحقاً معياراً في السينما والترفيه المنزلي، ولتوفر تجارب صوتية ثلاثية الأبعاد أكثر تطوراً وواقعية⁽¹⁶⁾.

ث- الصوت المحيطي (التحولات التقنية نحو التجربة الغامرة).

شهدت ثمانينيات القرن العشرين، تطوراً نوعياً في تقنيات الصوت المحيطي، مما ساهم في تحسين جودة الصوت وتعزيز تجربة المشاهدة السينمائية والأنظمة المنزلية، ومع تزايد الحاجة لتجربة سمعية أكثر واقعية، "ظهر مفهوم الصوت الغامر عام 2010 ليصف الأنظمة متعددة القنوات التي تعتمد على مكبرات بارترفاعات إضافية، مما يمنح المتلقي إدراكاً مكانياً واسعاً"⁽¹⁷⁾.

من المفيد التأكيد إن هذه التحولات ساهمت في تطوير أنظمة Dolby Atmos و Reality 360 Audio، التي لا تكتفي بالتوزيع الأفقي للصوت، وإنما تشمل الأبعاد العلوية والسفلية، موفرة بذلك تجربة

صوتية ثلاثية الأبعاد، وقد صارت أنظمة Dolby Surround و DTS و THX معايير معتمدة في السينما التجارية، إذ ظهر DTS لأول مرة مع فيلم (Jurassic Park)، بينما يمثل THX معيار أداء صوتي⁽¹⁸⁾. أدت معالجة الإشارات الرقمية DSP دورًا محوريًا في هذه التطورات، بوساطة تحسين جودة الصوت (التصفية) والتحكم الديناميكي، وساهمت في تمكين الأنظمة الحديثة ك Dolby Atmos و DTS:X، وبالرغم من قدرة DSP على تحليل وتوليد مشاهد صوتية ثلاثية الأبعاد، فإن النظام السمعي البشري يظل أعقد في معالجته، إذ لا يستطيع أي حاسوب رقمي حتى الآن محاكاة تلك العمليات الدماغية المعقدة إلا بشكل محدود وتستعمل DSP أيضًا في تصميم أنظمة متعددة القنوات الصوتية تعتمد على معالجات متعددة النوى CPUs، GPUs، FPGAs، وتتيح توزيعًا دقيقًا للصوت ضمن بيئات صوتية احترافية عبر واجهات مثل: Ethernet و USB.

تعد نسبة الإشارة إلى الضوضاء SNR معيارًا أساسيًا في تقييم جودة الإشارة، إذ إن زيادة دقة التكميم تقلل الضوضاء وتحسن الطيف الصوتي، فضلًا عن مساهمة تقنيات Dolby Noise Reduction منذ السبعينيات في تحسين SNR في التسجيلات التناظرية، وهو ما انعكس لاحقًا على تقنيات الصوت المحيطي وبذلك شكل الصوت المحيطي تطورًا تراكميًا بني على مفاهيم سابقة، وفتح آفاقًا جديدة لتجارب استماع غامرة تدمج التقنية بالإدراك البشري⁽¹⁹⁾.

ج- الصوت ثلاثي الأبعاد (أهميته في التجربة السمعية والمرئية).

يشكل الصوت ثلاثي الأبعاد تطورًا نوعيًا في إعادة تشكيل التجربة السمعية، إذ امتد من كونه تقنية موسيقية إلى عنصر محوري في التطبيقات السمعية والمرئية الحديثة، بفضل تقدم تقنيات التسجيل، المعالجة الرقمية، ودراسات الإدراك، وقد استند هذا التطور إلى معالجات الإشارة الرقمية DSP، وتقنيات HRTF و WFS التي تتيح تموضعًا دقيقًا للصوت في الفضاء، عبر أزواج من عمليات النقل الصوتي من المصدر إلى كل من طبلة الأذن.

من زاوية أخرى عزز إدراك العمق والانغماس المكاني، فضلًا عن "مساهمة أنظمة Dolby Atmos، Ambisonics، و Auro-3D في تحويل الصوت من تجربة ثنائية الأبعاد إلى بيئة ثلاثية الأبعاد متكاملة، مدعومة بتقنيات ميكروفون متقدمة مثل: OCT-9 و ORTF-3D ومع تطور DoF Audio6، صار بالإمكان التفاعل مع الصوت حسب حركة المتلقي وموقعه الجغرافي المتواجد فيه، مما يضفي واقعية ديناميكية عالية وجديدة، إذ تم "يتم تعديل مرشحات HRTF في الزمن الحقيقي لتقليل حدوث أي شيء من الالتباس وتحديد المواقع بدقة"⁽²⁰⁾.

تعد تقنية Reality Audio 360 من Sony مثالًا على إعادة توزيع المصادر الصوتية ضمن مجال كروي، مانحة "تجربة موسيقية بزاوية 360 درجة، وقصد منشئ المحتوى في موازاة ذلك، أتاح الذكاء

الاصطناعي خوارزميات جديدة لتحليل وتوليد الصوت ثلاثي الأبعاد، وإبداع موسيقى تفاعلية تتجاوب مع المتلقي في الزمن الحقيقي، بما يدمج بين الممارسة الفنية وتفاعل المتلقي.

يرى الباحثان من عرض هذا المسار التاريخي، إن الموسيقى ثلاثية الأبعاد ليست ظاهرة طارئة حسب وإنما امتداد لتفاعل الإنسان الفطري مع الصوت منذ تواجده في الكهوف والمسارح الأثرية إلى الفضاءات الرقمية الحديثة، وقد مهدت التطورات في *DSP*، الذكاء الاصطناعي، وتتبع الحركة، الطريق لتجارب صوتية غامرة تقوم على الاستجابة الحسية الشاملة والانغماس الكامل، محدثة تحولاً جذرياً في مفاهيم التلقي والإنتاج الموسيقي.

المبحث الثاني.

الموسيقى ثلاثية الأبعاد في النتائج السمعية والمرئية.

أولاً: الموسيقى ثلاثية الأبعاد في النتائج السمعية.

تشكل الموسيقى ثلاثية الأبعاد تحولاً بنيوياً في حقل الصوت المعاصر، إذ تتجاوز أنماط الاستماع التقليدية نحو تجربة إدراكية متكاملة تأخذ بعين الاعتبار العمق والاتجاه والارتفاع، ما يتيح تكوين فضاء صوتي محيط بالمتلقي، تستند هذه التجربة إلى تقنيات توزيع متقدمة مثل: *Wave Field* , *Ambisonics* , *Synthesis*، وتوظف في العروض الحية، المسارح، ومنصات الواقع الافتراضي لتعزيز الإحاطة والانخراط الحسي.

يعتمد هذا الشكل من الموسيقى على توزيع المصادر الصوتية في المجال المحيط بالمتلقي بمنتهى الدقة، مع مراعاة الفروقات الزمنية ومستويات الشدة والتغيرات الاتجاهية، ما يمكن من إدراك الموقع المكاني لكل صوت، إن هذه الأنظمة قادرة على إحداث استجابات إدراكية أعمق مقارنة بالموسيقى ثنائية الأبعاد، مما يعزز إن الهدف من الصوت ثلاثي الأبعاد هو إيجاد انطباع سمعي أكثر واقعية وغمراً للمتلقي.

تعد البيئات التفاعلية، كالألعاب الإلكترونية مثلاً، مختبراً تطبيقياً فعالاً لتقنيات الموسيقى ثلاثية الأبعاد إذ جرى في لعبة (Barking Irons) اعتماد مؤثرات صوتية حادة، بدلاً من الأصوات التقليدية المعروفة، لتوجيه انتباه المتلقي بدقة وجذبه نحو الموقع السمعي، "استبدلت الأصوات ذات الطابع العلمي الخيالي بأصوات صفعات (سوط) قوية، كانت مرضية جداً وبشكل كبير من الناحية السمعية."⁽²¹⁾

في السياقات الحية كالعروض المسرحية والحفلات، فتستعمل الموسيقى ثلاثية الأبعاد كأداة توجه الإدراك اللحظي وتؤسس لعلاقة حسية مباشرة مع المتلقي، وتتطلب المؤثرات الحية الدرجة نفسها من التحضير مثل: المسجلة مسبقاً، فالتوقيت والشدة أمران حيويان "ويعد التكامل المبكر لمعالجة الصوت المكاني جزءاً أساسياً من التصميم الفعال للعروض الحية، من الضروري دمج معالجة الصوت المكاني وخبرة نظام مصادر الصوت في أقرب وقت ممكن.

هناك نماذج تطبيقية لافتة للنظر، ومنها ما تم أنجازه في عروض (Santana)، إذ استعمل نظام Dolby Atmos لتوسيع المشهد الصوتي بشكل مرّن ضمن الفضاء الحي، لقد كان من المفيد جدًا أن يتم التمكن من دفع تلك الأصوات على امتداد الجدران الجانبية، فضلًا عن بروز أنظمة Ambisonics في الحفلات المفتوحة، إذ أقيم حفل موسيقي ثلاثي الأبعاد قدمه (أل دي ميولا) في غراتس النمساوية عام 2016، ويعزز هذا النمط من الأنظمة التقنيات الغامرة المستعملة في تمثيل المشهد الصوتي بالصوت المكاني ضمن مجموعة من التقنيات الصوتية المحسنة والغامرة⁽²²⁾.

من الجدير بالذكر إن ألعاب الواقع الافتراضي، قد بنيت التجربة السمعية فيها، على تدرجات صوتية لحظية، تهدف إلى تعزيز الإحساس بالحركة والانفصال عن الواقع، مع توليد استجابات إدراكية ديناميكية تتماشى مع تطور المشهد البصري وتغيره، ففي لعبة (PlanktOs) صممت لتصعيد الكثافة بشكل تراكمي عبر المراحل الثلاث، بينما في How We Soar ترافق التجربة موسيقى ذات طابع أثري خفيف.

تظهر هذه النماذج أن واقعية التجربة السمعية في الواقع الافتراضي لا تعتمد على جودة المادة الصوتية حسب، وإنما على التكامل بين التصميم الصوتي وسلوك المتلقي، إذ تبني آلية الغمر على تتبع دقيق لحركة الإنسان واستجابته داخل الفضاء التفاعلي، في الواقع الافتراضي، باعتباره مفتاح الإحساس بالغمر ومرتبطة بمدى قدرة المستشعرات على تتبع تفاعل الإنسان.

وبناءً على ذلك يرى الباحثان أن تتجاوز الموسيقى ثلاثية الأبعاد إطار التقنية الصوتية لتشكل أداة إدراكية فعالة تعيد تشكيل العلاقة بين المتلقي والفضاء السمعي، إنها تمثل تحولًا نوعيًا في مفاهيم الاستماع، إذ لم يعد الصوت محصورًا في جبهة أمامية، وإنما صار ينظم ضمن فضاء حي ثلاثي الأبعاد، يتيح للمتلقي تفاعلًا ديناميكيًا مع محتوى التجربة، ويعيد تعريف الحدود التقليدية للمشهد الموسيقي.

ثانيًا: الموسيقى ثلاثية الأبعاد في النتائج المرئية.

شهدت العلاقة بين الصوت والصورة في النتائج المرئية تحولًا جذريًا، عند دمج الموسيقى ثلاثية الأبعاد في النتائج المرئية، إذ لم تعد الموسيقى مجرد خلفية مسموعة، وإنما صارت مكونًا إدراكيًا يؤثر في تشكيل المعنى البصري وتعميق الإحساس بالمكان.

في هذا الإطار ساعدت تقنيات الصوت المحيطي وتوزيع الصوت متعدد الاتجاهات في خلق بيئات سمعية تفاعلية، تعيد تنظيم إدراك المتلقي للحيز، وتاريخيًا "شكلت تجربة فيلم (Fantasia 1940) باستعمال نظام Fantasound لحظة تأسيسية لهذا التوجه، إذ أُدرجت الموسيقى داخل الفضاء السمعي السينمائي بأسلوب ديناميكي، وهو ما مهد لتقنيات لاحقة أكثر تطورًا، وفي عام 2011 نتج فيلم (Red Tails) والذي يعد أول تجربة تم فيها مزج موسيقى سينمائية بصيغة Auro 11.1، إذ استعملت تقنيات توزيع ثلاثية الأبعاد لتتيح إحاطة صوتية كاملة بالمتلقي.

بطبيعة الحال يسهم هذا التطور في تعزيز التكامل السمعي- المرئي، إذ تستثمر الموسيقى في ضبط الإيقاع الإدراكي للمشاهد الدرامي وتوجيه الانتباه ضمن الفضاء السينمائي، لم تعد الموسيقى عنصراً شعورياً مضافاً حسب، وإنما أداة تركيبية ذات أثر سمعي بصري فعال، فضلاً عن إتاحة الأنظمة الحديثة مثل: Dolby Atmos تحكماً دقيقاً في التوضع المكاني للمصادر الصوتية، مما يحسن من إدراك التفاعل بين الصوت والصورة فالصوت يتفوق في بعض السياقات على الصورة في تشكيل الإحساس بالحيز، إذ بإمكانه نقل معلومات عن بيئات غير مرئية وتفعيل الاستجابة الجسدية المباشرة.

يجب الأخذ بالحسبان إنه في الواقع الافتراضي، تستعمل الموسيقى ثلاثية الأبعاد، لتوليد بيئات سمعية متجاوبة مع حركة المتلقي، وكما جاء في تجربة (TheBlu 2016) التي تم فيها دمج الصوت المكاني مع تتبع الحركة، لتوليد استجابة إدراكية متكاملة، ويسهم هذا الدمج بين السمع والبصر في تكوين واقع إدراكي متعدد الحواس، ويبرز ظواهر تأثير البنتريلكو الذي يعيد تموضع الصوت بشكل عام والصوت الموسيقي خاصة، ليتطابق مع مصدر بصري معين⁽²⁴⁾.

ولابد من التأكيد إن الموسيقى تؤدي دوراً بنوياً كبيراً في الألعاب السينمائية التفاعلية، بوساطة تكيفها اللحظي مع تغيرات البيئة، كما جاء في (Soul Reaver2 2001) إذ جرى تطوير نظام موسيقي ديناميكي يتغير بحسب مستوى الخطر داخل اللعبة، ففي لعبة (Portal2 2011)، تمثل الموسيقى ثلاثية الأبعاد أداة تصميمية تتغير مع حركة اللاعب، مما يعزز الإدراك المكاني والانخراط الشعوري⁽²⁵⁾.

تأسياً على ما سبق تؤكد هذه التطبيقات على قدرة الموسيقى ثلاثية الأبعاد في توليد بيئة حسية تفاعلية تتجاوز الوظائف الجمالية التقليدية، لتصير أداة تحليلية وسردية، تشكل تجربة عالية الدقة والوضوح والتجسيم للمتلقي، وقد أكد علم النفس الإدراكي إلى إن "الموسيقى تحسن الأداء العقلي وتعزز الانتباه، مما يمنحها دوراً وظيفياً في تصميم التجارب السمعية التفاعلية وتعمق دور هذه الوظيفة في البيئات الحية كالعروض المسرحية والموسيقية والسينمائية والألعاب المدعومة بأنظمة تتبع الحركة، إذ تتكيف الموسيقى مع الأداء الجسدي لحظياً، مما يعمق ويعزز التفاعل العاطفي ويوسع مجال الانفعال.

وتماشياً مع ما تم ذكره يتبين من هذه التحولات إن الموسيقى ثلاثية الأبعاد صارت عنصراً مهيماً في صياغة التجربة السمعية والمرئية، ضمن الوسائط المعاصرة، وإن حضورها لم يعد ترفاً تقنياً حسب، وإنما صار مكوناً بنوياً، يعيد تشكيل العلاقة بين المتلقي والمحتوى.

المؤشرات التي أسفر عنها الإطار النظري.

1- يعد الصوت ثلاثي الأبعاد امتداداً طبيعياً للتجربة البشرية مع اصوات المحيط، وكان دائماً جزءاً من الإدراك السمعي للإنسان حتى قبل ظهور أي أجهزة تسجيل أو إعادة إنتاج صوتي.

2- اشتغلت الانعكاسات الصوتية للكهوف كبيئات سمعية، تؤدي دوراً بارزاً في تعميق الوعي بالمكان، وأسهمت في تطوير قدرات الإنسان على تمييز المصادر الصوتية بدقة أكبر نتيجة التأثيرات الصوتية

النااتجة من الانعكاسات في الفضاءات الطبيعية المبكرة، مما أسهم في تطوير مفهوم الإدراك السمعي متعدد الأبعاد.

- 3- تحول المجتمعات نحو الاستقرار، أسهم في انتقال الوعي السمعي إلى العمارة المسرحية، إذ استثمرت الفضاءات المغلقة لتحسين التجربة السمعية، فالتقنيات الحديثة لم تكتفِ بمحاكاة التجربة الطبيعية للصوت، إنما عملت على تحسينها وإعادة إنتاجها بأساليب تتيح مستويات أعلى من التحكم والدقة.
- 4- من بداية القرن العشرين، أدخلت الميكروفونات الكهربائية لتحل محل أنظمة البوق، مما أدى إلى تحسين جودة التسجيلات، بوساطة التجربة الصوتية ثلاثية الأبعاد بدءاً من الصوت الأحادي، الصوت الثنائي، الصوت الرباعي، الصوت المحيطي وصولاً إلى الصوت ثلاثي الأبعاد.
- 5- تعتمد الموسيقى ثلاثية الأبعاد على توزيع المصادر الصوتية في المجال المحيط الخاص بالمتلقي بمنتهى الدقة، مع مراعاة الفروقات الزمنية ومستويات الشدة والتغيرات الاتجاهية.
- 6- بنيت ألعاب الواقع الافتراضي عبر التجربة الموسيقية ثلاثية الأبعاد، اعتماداً على تدرجات صوتية لحظية، تهدف إلى تعزيز الإحساس بالحركة والانفصال عن الواقع، يسهم في توليد بيئات سمعية متجاوبة مع حركة المتلقي.
- 7- لم تعد الموسيقى ثلاثية الأبعاد مرتكزاً شعورياً مضافاً حسب، إنما أداة فعالة ذات أثر سمعي بصري، تتكيف مع الأداء الجسدي آنياً، مما يعمق ويعزز التفاعل العاطفي ويوسع مجال الانفعال للمتلقي.

الفصل الثالث

إجراءات البحث

أولاً: منهج البحث.

تم استعمال المنهج الوصفي التحليلي (تحليل المحتوى)، لملاءمته لطبيعة الموضوع المرتبط بتقنيات الموسيقى ثلاثية الأبعاد وأثرها في الواقعية السمعية والمرئية، وتم التركيز على تحليل بنية العينة المختارة، ودراسة العناصر الموسيقية، إلى جانب تفكيك الوظائف الإدراكية للموسيقا في السياقات الفنية كالسينما، الألعاب، الواقع الافتراضي، والعروض الحية، فضلاً عن توظيف أدوات تحليل نوعي تعتمد على توصيف تقنية وجمالية، لتقييم التكامل السمعي والمرئي، ورصد توزيع الصوت والأنظمة المستعملة والانفعالات الناتجة، لتحقيق أهداف الدراسة.

الباحث كوفند سليمان قادر/ أ.م.د. أنيس حمود معيدي... الموسيقى ثلاثية الأبعاد ودورها
في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية

ثانيًا: أدوات البحث.

- 1- مخطط المسار المكاني لتتبع حركة الأصوات داخل المجال الصوتي ثلاثي الأبعاد وتحديد اتجاهاتها.
- 2- Logic Pro 11: لتحليل التوزيع المكاني والمزج وكتابة النوتة.
- 3- ملحقات احترافية: تدعم Ambisonics و Binaural و Dolby Atmos، لتحليل الفضاء السمعي رقميًا.
- 4- جهاز تحكم MIDI: لضبط الأداء التعبيري والتفاعل مع الطبقات الصوتية.
- 5- نظام Auro 14.2 وسماعات Ultrasonics: لتمثيل دقيق للتوزيع الصوتي.
- 6- المدونات الموسيقية لكل لنماذج العينة، لتحليل البنية اللحنية والهارمونية بدقة.

ثالثًا: مجتمع البحث

يتكون مجتمع البحث من (ستة) نماذج مختارة من النتاجات السمعية والمرئية التي تعتمد الموسيقى ثلاثية الأبعاد عنصرًا أساسيًا في التجربة السمعية والمرئية، تم اختيار هذه النماذج لتمثيل تنوع البيئات التطبيقية ويوضح الجدول الآتي توزيع النماذج بحسب نوع البيئة ووظيفة الموسيقى.

ت	اسم النتاج	المجال/المحور	التقنية الصوتية	الغرض السمعي-المرئي	عام الإنتاج	المؤلف الموسيقي
1	<i>Spem in alium</i>	عروض حية	توزيع مكاني لـ 40 قناة صوتية	إعادة تشكيل بنية الجوقة (Choir) داخل الفضاء	2001	Janet Cardiff
2	Notes on Blindness (VR)	واقع افتراضي	Ambisonics + HRTF	تجربة إدراكية داخلية للمكفوفين	2016	James Ewers & Samuel Sim
3	Hellblade: Senua's Sacrifice	ألعاب فيديو	Binaural Audio	محاكاة الهلاوس السمعية والصراع النفسي	2017	Andy LaPlegua & David García Díaz
4	Sagittarius A	موسيقى تجريبية	HOA 11th Order	توزيع صوتي كروي حول المتلقي والعاظف	2017	Natasha Barrett
5	Dunkirk	سينما غامرة	Dolby Atmos + Shepard Tone	خلق توتر سمعي واندماج بصري- صوتي في الحرب	2017	Hans Zimmer

الباحث كوفند سليمان قادر/ أ.م.د. أنيس حمود معيدي... الموسيقى ثلاثية الأبعاد ودورها
في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية

6	ilomilo	أغاني ثلاثية الأبعاد	Binaural Headphone Mix	تجربة سماع محيطية عبر سماعات الرأس	2019	Billie Eilish
---	---------	----------------------	------------------------	------------------------------------	------	---------------

رابعاً: عينة البحث.

بعد تقييم جميع النماذج، اعتمد الباحثان (نموذجين) للتحليل التفصيلي، بهدف التوصل إلى دور الموسيقى ثلاثية الأبعاد في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية، ضمن هذا البحث.
مبررات اختيار العينة.

- 1- تمثيل بيئتين مختلفتين من بيئات مجتمع البحث.
- 2- وضوح تقنيات الموسيقى ثلاثية الأبعاد المستعملة.
- 3- تكامل الموسيقى مع العنصر التفاعلي.
- 4- قابلية النموذجين للتحليل البنيوي والدلالي.

بطاقة تعريف: النموذج الأول	
اسم النتاج الموسيقي	The Forty Part Motet – <i>Spem in alium</i> (الاسم في ألاتينية: الأمل في الآخرة)
المؤلف	Thomas Tallis
المجال الفني	العروض الحية المسرحية
عام الإنتاج	2001
التركيب الصوتي	Janet Cardiff
التقنيات المستعملة	توزيع مكاني فيزيائي واقعي (Real 3D Spatialization)
عدد القنوات	40 قناة صوتية كل مغنٍ بصوت مستقل
ترتيب المكبرات	شكل نصف دائري أو بيضاوي حول المتلقي
البيئة الصوتية	تركيب فني داخل فضاء معماري مغلق
دور الموسيقى	تجربة إدراكية- تأملية: تعيد بناء العمل البوليفوني من منظور مكاني حي
التفاعل مع المتلقي	حرية الحركة بين الأصوات

الباحث كوفند سليمان قادر/ أ.م.د أنيس حمود معيدي... الموسيقى ثلاثية الأبعاد ودورها
في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية

التحليل الموسيقي البنيوي للنتاج الموسيقي	
التأليف	غناء كورالي ديني بوليفوني
القالب	موتيت (Motet)
الأسلوب الموسيقي	بوليفوني ديني لاتيني، 40 صوتاً
عدد الموازير	136
شكل البناء الموسيقي	
السلم الموسيقي	صول ميكسوليديان G Mixolydian
درجة البداية	صول
درجة النهاية	صول الكبير (G Major Chord)
شكل البناء الإيقاعي	
السرعة	موديراتو Moderato
الميزان	4/2
الاشكال الإيقاعية	

[illegible]

الباحث كوفند سليمان قادر/ أ.م.د. أنيس حمود معيدي... الموسيقى ثلاثية الأبعاد ودورها
في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية

Soprano V						
Alto V						
Tenor V						
Baritone V						
Bass V						
Soprano VI						
Alto VI						
Tenor VI						
Baritone VI						
Bass VI						
Soprano VII						
Alto VII						
Tenor VII						
Baritone VII						
Bass VII						
Soprano VIII						
Alto VIII						
Tenor VIII						
Baritone VIII						
Bass VIII						

التحليل البنيوي للناتج الغنائي (The Forty Part Motet Spem in alium).

الهيكل العام.

اقتصر التحليل على الصفحة الأولى من المدونة الموسيقية لأسباب منهجية، كون الناتج الغنائي يصنف ضمن نتاجات العروض الحية والمسرحية المعاد توظيفها إدراكياً في سياق الموسيقى ثلاثية الأبعاد، وهو ما يتجاوز نطاق التحليل الكامل للنوتة في هذه الدراسة التي تركز على التلقي السمعي والمرئي، وتظهر هذه الصفحة نموذجاً لهندسة صوتية خالصة في الكتابة الكورالية النهضوية، وتتيح إعادة تشكيلها إدراكياً في تجربة ثلاثية الأبعاد، كما في مشروع Janet Cardiff، الذي حول الخطوط اللحنية إلى كيانات صوتية موزعة في الفضاء، تدرك كمشهد سمعي معماري متعدد الأبعاد.

تظهر الصفحة الأولى من المدونة الأصلية للناتج الغنائي (The Forty Part Motet Spem in alium) بنية صوتية معمارية دقيقة، تتوزع على 40 خطأً لحنيًا مستقلًا موزعة على ثماني جوقات (I-VIII)، تحتوي كل منها على خمسة أصوات تقليدية (Soprano, Alto, Tenor, Baritone, Bass)، يعد هذا التوزيع تجسيداً للبنية البوليفونية، إذ تسجل الطبقات اللحنية باستقلالية تامة، ما يخلق تفاعلاً أفقياً وعمودياً كثيفاً.

إيقاعياً، يبدأ الناتج الغنائي بميزان 4/2 الشائع في المؤلفات الطقسية لعصر النهضة، ويستعمل لتوسيع الجمل اللحنية وإبراز التداخل بين الأصوات بتقنية البوليفونية التبادلية (Imitative Polyphony)، تبدأ الأصوات بشكل متدرج لتوليد موجة سمعية تمتد عبر الجوقات وتتكثف عمودياً، ومقامياً يعتمد الناتج الغنائي على سلم صول ميكسوليديان (G Mixolydian)، المرتكز على درجة صول بدون فا ديز، ما يمنحه طابعاً طقسياً تأملياً، تبدأ المقطوعة من درجة صول في صوت ألاتو الأول، وتستثمر لاحقاً كنواة لحنية تطور بتقابلات داخل الأصوات المختلفة.

البناء اللحني والهارموني في تجربة (Janet Cardiff).

تعيد تجربة The Forty Part Motet للفنانة Janet Cardiff تشكيل مقطوعة غنائية (The Forty Part Motet Spem in alium) خارج الإطار التقليدي للأداء الكورالي، بوساطة توزيع الأصوات الأربعين في فضاء ثلاثي الأبعاد، إذ يخصص لكل مغنٍ مكبر صوت مستقل، ويوضع المتلقي في مركز هذا التوزيع. أولاً: البناء اللحني، تعاد الخطوط كما كتبها Tallis دون تعديل، لكن يدركها المتلقي كوحدات مستقلة موزعة في الفضاء، ما يغير من طبيعة التفاعل اللحني ويجعل التلقي مرهوناً بالموقع المكاني ينتج هذا التوزيع تعددية سمعية متغيرة تعتمد على حركة المتلقي داخل الفضاء.

ثانياً: البناء الهارموني، تبقى البنية البوليفونية قائمة، لكن التآلفات تفقد طابعها اللحظي الموحد وتحول إلى انسجام متدرج زمانياً ومكانياً، تنتقل الأصوات بين المكبرات لتخلق بناءً هارمونياً ديناميكياً لا يستند إلى لحظة رأسية ثابتة، وتعيد هذه المعالجة المكانية تعريف الوظيفة الهارمونية بتحويلها إلى منظومة إدراكية

متحركة تتفاعل مع موقع المتلقي وحركته، ما يجعل التفاعل مع الموسيقى ثلاثية الأبعاد تجربة حسية مكانية معقدة.

الترج الديناميكي.

لا يقتصر الترج الديناميكي في هذه التجربة على تصعيد الشدة الصوتية من p إلى f ، وإنما يتكون من بنية مركبة تتقاطع فيها مستويات الصوت مع التوزيع المكاني والكثافة الكلية، يبدأ الغناء بدخول منفرد لصوت واحد، تليه الأصوات تدريجياً وفق نظام البوليفونية التبادلية ما يولد تصاعداً ديناميكياً قائماً على تنامي الكثافة وليس الشدة حسب.

مع انتقال الأصوات بين الجوقات تتحول البنية من نسيج رقيق إلى امتلاء كثيف يشكل تطبيقاً إدراكياً لمفهوم crescendo، يمثل كل دخول إضافة شعورية واضحة، وتبلغ الذروة حين تتوحد الأصوات الأربعون في لحظة انسجام تترك كقبة صوتية محيطة بالمتلقي، يلي ذلك decrescendo تدريجي يتم عبر انسحاب الجوقات دون انخفاض الشدة وحده، ما يخلق انكماشاً لحنياً يدرك كتحول في العمق أو تراجع صوتي داخلي، يستند هذا التدرج إلى البنية المكانية ثلاثية الأبعاد، إذ يرتبط بالحركة داخل الفضاء وموضع الصوت حول المتلقي، ويتحول إلى طاقة إدراكية قابلة للتمدد والانكماش ضمن الفضاء السمعي المعماري.

خط سير اللحن.

يرتكز خط اللحن في (The Forty Part Motet Spem in alium) على طابع بوليفوني قائم على التناوب بين أربعين صوتاً مستقلاً، ضمن نمط التكرار المتبادل (Imitative Entry)، يتخذ الخط منحنيات صاعدة بسيطة تحور تدريجياً، ولا يسير في اتجاه خطي، وإنما ينتقل أفقياً من صوت إلى آخر مولداً موجات سمعية تتحرك بين الجوقات باتجاهات مختلفة، يسهم التوزيع في الفضاء ثلاثي الأبعاد في إدراك المسار اللحني كمجرى دائري يلتف حول المتلقي لا كنغمة مركزية ثابتة، ويمكن تمثيل هذه البنية عبر نموذج تركيب ي تظهر توزيع الجوقات حول المتلقي، إذ ينتج الفضاء اللحني ثلاثي الأبعاد تأثيراً إدراكياً ديناميكياً مستمراً.



شكل توزيع مكبرات الصوت الدائري Spatial Speaker Array

من هذا التوزيع تتسم الجمل اللحنية في كل صوت بمدى محدود، بينما تنتج الطبقات المترابكة ما يشبه تضاريس لحنية تتحرك في الفضاء، دون أن يتكرر خط لحني واحد وانما تتقاطع خطوط متعددة مستقلة لتشكل نسيجاً متغيراً باستمرار، في السياق الثلاثي الأبعاد يعيد التوزيع المكاني صياغة العلاقة بين اللحن والموقع، إذ يدرك كل خط وفق موضعه وخصائصه النغمية فيتحول المسار اللحني من مجرد بنية تجريدية إلى سلوك إدراكي ديناميكي يتفاعل مع الموقع والحركة والمحتوى في آنٍ واحد.

آلية إنتاج الموسيقى وتوزيعها المكاني.

تعد تجربة Janet Cardiff لـ The Forty Part Motet نموذجاً لتوظيف الموسيقى الكورالية التاريخية ضمن فضاء ثلاثي الأبعاد واقعي، دون اللجوء إلى تقنيات رقمية مثل: Binaural، يعتمد النتاج الغنائي على توزيع فعلي لأصوات الجوقة عبر أربعين مكبر صوت، كل منها يخصص لمغنٍ منفرد من التسجيل الأصلي لمقطوعة الغنائية (The Forty Part Motet Spem in alium) وسجلت الأصوات بشكل منفصل ضمن أداء جماعي لفرقة Salisbury Cathedral Choir، ثم جرى مزجها باستعمال تقنية Multi-track Mixing داخل محطة عمل رقمية، مع الحفاظ على التعبير والديناميكية لكل خط غنائي، أعيد توزيع المسارات في فضاء مغلق وفق الترتيب الأصلي للجوقات الثمانية (8 × 5).

يمنح هذا التوزيع المتلقي تجربة تنقل حر داخل الفضاء الصوتي، إذ يدرك كل صوت كمصدر موقعي مستقل، ويتحول الصوت من مادة مجمعة إلى كيان إدراكي يمكن تتبعه بحسب الموقع والزاوية والمسافة، تخلق هذه الآلية بنية ثلاثية الأبعاد ملموسة تعيد تعريف العلاقة بين المتلقي والنص الموسيقي بوصفها تجربة حسية-مكانية تتجاوز التلقي السمعي التقليدي.

التحليل التقني لإنتاج الموسيقى ثلاثية الأبعاد.

تم تسجيل كل صوت بشكل مستقل (40 مساراً صوتياً) ومعالجته داخل محطة عمل رقمية (DAW)، مع الحفاظ على ديناميكية الأداء، أعيد تصدير كل مسار لتشغيله عبر مكبر صوت منفصل، وزعت المكبرات الأربعون ضمن فضاء معماري بتكوين دائري أو بيضاوي، ويوضح الشكل المرفق واجهة Logic Pro 11 أثناء المزج، إذ تظهر المسارات موزعة وفق الجوقات والأصوات الخمسة، مع تخصيص مخرج مستقل لكل مسار، يتيح هذا التوزيع تحكماً دقيقاً في البعد المكاني، ويوجه الإشارات الصوتية إلى مواقع مختلفة داخل الفضاء، بما يعكس البنية المعمارية المجسدة للحن.

الباحث كوفند سليمان قادر/ أ.م.د. أنيس حمود معيدي... الموسيقى ثلاثية الأبعاد ودورها
في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية



شكل واجهة مزج موسيقي متعدد القنوات في Logic Pro لمشروع Janet Cardiff

في هذا النتاج الغنائي (The Forty Part Motet – Spem in alium) ينتج عن هذا التوزيع الفيزيائي تجربة إدراكية غنائية ثلاثية الأبعاد، لا تعتمد على محاكاة رقمية، وانما تبني بوساطة الموقع الفعلي لكل مكبر صوت داخل الفضاء المعماري، ويتيح هذا التنظيم للمتلقي التنقل داخل التكوين وسماع الأصوات الفردية أو تداخلاتها بحسب موقعه، ما يحول الصوت إلى بنية معمارية ديناميكية تدرك بالحركة، تجسد التجربة مفهوم الصوت المتجسد (*Embodied Sound*)، إذ يدرك الصوت بوصفه كياناً مادياً يشغل المكان ويحدد بالمسافة والزاوية، وتضيف حركة المتلقي بعداً زمنياً متغيراً، بينما يسهم التوزيع المكاني في تعزيز واقعية سمعية عالية الجودة وتشكيل محتوى تألوفي يعادل الوظيفة الهارمونية في الموسيقى التقليدية.

بطاقة تعريف: النموذج الثاني	
اسم النتاج الموسيقي	Notes on Blindness: <i>Into Darkness part 1</i> (ملاحظات حول العمى: في الظلام الجزء الأول)
المؤلف	James Ewers & Samuel Sim
المجال الفني	واقع افتراضي VR
عام الإنتاج	2016
التقنيات المستعملة	Ambisonics + HRTF
بيئة التلقي	تجربة سمعية داخلية عبر سماعات رأس في واقع افتراضي
التحليل الموسيقي البنيوي للعمل	
التأليف	موسيقي
ال قالب	شكل حر غير خطي - مقاطع تأملية متتابعة
الأسلوب الموسيقي	تصميم موسيقي إلكترونية باستعمال محطة العمل الصوتية الرقمية, DAW
عدد الموازير	45

الباحث كوفند سليمان قادر/ أ.م.د. أنيس حمود معيدي... الموسيقى ثلاثية الأبعاد ودورها
في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية

شكل البناء الموسيقي	
السلم الموسيقي	مي بيمول الكبير (E ♭ Major)
درجة البداية	مي بيمول , E ♭
درجة النهاية	مي بيمول الكبير (E ♭ Major Chord)

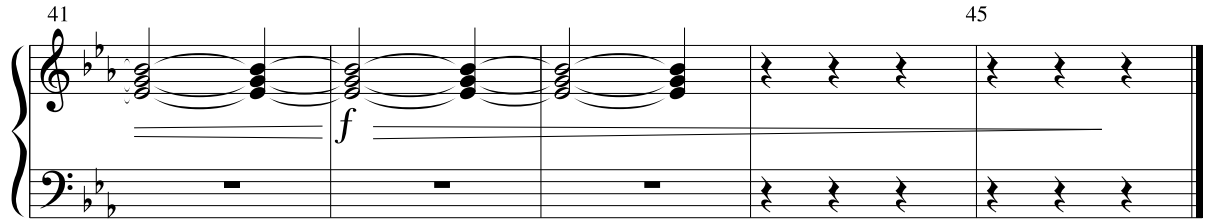
شكل البناء الإيقاعي	
السرعة	♩ = 119
الميزان	3/4
الاشكال الإيقاعية	Pad ARP

Notes on Blindness
James Ewers & Samuel Sim

Into Darkness VR experience teaser trailer
part 1

♩ = 119

الباحث كوفند سليمان قادر/ أ.م.د. أنيس حمود معيدي... الموسيقى ثلاثية الأبعاد ودورها
في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية



التحليل الموسيقي البنيوي للعمل *Notes on Blindness*

الهيكل العام.

تبدأ المقطوعة بسرعة زمنية (♩=119) وميزان 3/4، ما يضيف إيقاعاً معتدلاً يتناسب مع الطابع التأملي العام للعمل، ولا يعتمد الإيقاع انتظاماً تقليدياً، إنما يتكون من نبضات منقطعة تتداخل مع فترات من الصمت، مما ينتج شعوراً بامتداد زمني إدراكي، ويجسد مرور الوقت كعنصر شعوري غير مرئي.

البناء اللحني والهارموني

بنية النتائج الموسيقي تقوم على سلم مي بيمول الكبير (Eb Major)، ويتكون من (45) مازوراً، تبدأ المقدمة من م¹- م⁹ بنغمة منفردة تعزف بدرجة شدة منخفضة جداً (pppp)، تولد حالة همس سمعي، وتبدأ الأصوات الهارمونية بالظهور في م⁸ مشكلة تألف (Eb5) يصل إلى (ppp) عند م⁹، دون تغير كبير في الخط اللحني، ما يعكس تطوراً شعورياً واقعياً دقيقاً لا يتبع تصاعداً درامياً تقليدياً.

من م¹⁰: م²⁶ تتبدل التألفات تدريجياً بين أسلوب بادي (Pad) وأربيجيات تصاعدية، مما يمنح البنية طابعاً تكرارياً متدرجاً، ويظهر تألف (Eb5) من م¹⁰: م¹⁸ دون ثلاثة، مانحاً التألف حياً إدراكياً، ثم ينتقل إلى (Eb minor) في م¹⁹: م²²، و (Ab minor) في م²³: م²⁶، محافظاً على التوازن الهادئ مع تعميق الإحساس الداخلي للمتلقى.

من م²⁷: م³⁰ يظهر تألف (Bb minor)، متسعاً بالشحن دون بلوغ ذروة، بينما يحدث التحول المفاجئ إلى (B Major) في م³¹: م³² لحظة وعي إدراكي خاطفة، ثم تنغلق الحركة مجدداً في م³³: م³⁴ بعودة (Ab minor)، وتختتم الجملة من م³⁵: م⁴⁵ بتألف (Eb Major) بأسلوب بادي، ضمن طبقة ممتدة تشكل غلالة صوتية ناعمة تحيط بالمتلقي، وتعبّر هذه التبدلات عن منحنى شعوري متدرج لا يهدف إلى بناء جملة لحنية تقليدية، وإنما يسعى إلى محاكاة الحالة الإدراكية الداخلية في غياب الصورة، وبلورة التفاعل العاطفي ضمن نسيج صوتي خافت ومتدرج.

التدرج الديناميكي.

تتميز الموسيقى بديناميكية دقيقة تشكل جزءاً بنيوياً من التعبير الشعوري، إذ تستثمر في تشكيل المنحنى العاطفي والإدراكي ضمن التجربة السمعية والمرئية، يمكن تتبع هذا التدرج على النحو الآتي.

من م¹⁰: م¹⁵، تبدأ الموسيقى بدرجة (pp) ثم تتصاعد تدريجياً نحو (f)، وتعود بين م¹⁵: م¹⁸ إلى (pp) في مسار هبوطي يشبه خفوت النفس، يتجدد التوتر بين م¹⁹: م²⁶، من (p) إلى (f) ليعبر عن تصاعد شعوري

داخلي، وفي م²⁷: م³³، تظهر موجات ديناميكية غير خطية، تنتقل بين (f) و (p) داخل كل مازور تقريباً ما يعكس حالة إدراكية غير مستقرة، بعد ذلك تصعد الموسيقى من (f) إلى (ff) في م³⁵ ثم تنخفض إلى (p)، في ذروة تليها مرحلة انطواء، بين م³⁸: م⁴² يحدث تصاعد جديد من (p) إلى (f)، يليه هبوط بطيء يشبه دورة شعورية خافتة.

من م⁴³: م⁴⁵ تتلاشى الموسيقى تدريجياً، ويحل صمت إدراكي تغمره مؤثرات صوتية غامضة، في م⁴⁰ تظهر علامة (كرون) على الصوت الرئيسي، ما يدل على تمديد زمني أقصى، تبدأ النغمات بالتلاشي تدريجياً وتستبدل بسكتات موسيقية في م⁴⁴: م⁴⁵، لتختتم بأصوات بيئية كالرعد والرياح، تشكل نهاية مفتوحة محققة إحساساً واقعياً ذات طابع تجريبي وتأمل.

خط سير اللحن.

يتسم الخط اللحني بطابع تأملي داخلي، يبدأ بحركة أفقية على نغمة واحدة (bE) تعزف بشدة منخفضة، مما يعزز شعور الصمت والفراغ الإدراكي، يتصاعد اللحن تدريجياً عبر حركة أربيج هادئة تعبر عن تنام شعوري سلس دون انفعال، وفي منتصف الناتج الموسيقي يظهر تقلب لحني يجسد وعياً غير مستقر، ثم تحدث ذروة مفاجئة عبر انتقال خاطف إلى تآلف (B Major) الغريب في تشكيل نغماته، ما يخلق لحظة انكشاف إدراكي، بعد ذلك ينحدر الخط مجدداً نحو نغمة البداية في حركة هابطة تنتهي بالتلاشي، فتذوب الموسيقى في صمت يشبه التنفس الأخير، ضمن ختام يعكس الانحسار الحسي الكامل.

آلية إنتاج الموسيقى وتوزيعها المكاني.

ألفت الموسيقى باستعمال مكتبات صوتية افتراضية داخل محطة عمل رقمية (DAW)، دون أداء حي، وتم توزيع الصوت مكانياً عبر تقنيات Ambisonics و HRTF، مما أتاح تشكيل بنية لحنية ضمن بيئة ثلاثية الأبعاد تتفاعل مع حركة المتلقي، وتولد تجربة إدراكية غامرة تتسجم مع مضمون الناتج الموسيقي.

التحليل التقني لإنتاج الموسيقى ثلاثية الأبعاد في Notes on Blindness.

تظهر بيئة الناتج الموسيقي، استعمال Logic Pro 11 إلى جانب مكونات من نظام Dolby Atmos Composer Essential، ما يشير إلى أن الموسيقى لم تنتج كمادة صوتية تقليدية، وإنما صممت لتوزع مكانياً ضمن فضاء ثلاثي الأبعاد متكامل الواقعية السمعية بجودة عالية الدقة.

الباحث كوفند سليمان قادر/ أ.م.د. أنيس حمود معيدي... الموسيقى ثلاثية الأبعاد ودورها
في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية



شكل Logic Pro إلى جانب مكونات Dolby Atmos Beam

تم تقسم التراكات إلى عناصر مستقلة: Notes on ،Children ،Speech ،Cassette FX ، Dolby Atmos Beam ، وتعالج كمصادر صوتية منفصلة داخل فضاء Ambisonic باستعمال واجهة Dolby Atmos Beam، يتم ضبط.

- 1- الموضع الاتجاهي (Azimuth) لتوزيع الصوت حول رأس المتلقي.
 - 2- الارتفاع (Elevation) للتحكم في البعد العمودي.
 - 3- المسافة والانتشار (Distance & Spread) لتحديد القرب أو البعد ودرجة التوزيع المكاني.
 - 4- التحويل إلى صيغة Binaural عبر HRTF مخصص لتوفير تجربة واقعية عبر سماعات الرأس.
- تبين إعدادات Dolby Atmos Composer اعتماد نظام (Bed Channels 7.1.2) مع دعم Object-Based Audio، مما يتيح توزيع الأصوات ككائنات مستقلة تتحرك ضمن فضاء افتراضي ديناميكي يتفاعل مع موقع المتلقي.



شكل Logic pro إلى جانب مكونات من نظام Dolby Atmos Composer

أسهم المزج الصوتي في هذا النتاج الموسيقي (Notes on Blindness: Into Darkness) part 1 إلى بناء بيئة سمعية ثلاثية الأبعاد مرنة إدراكياً، تحاكي تجربة فقدان البصر، وتوظف فيها الموسيقى والمحيط الصوتي كوسيلة أساسية لتشكيل الصورة الذهنية للعالم، يصنف النتاج الموسيقي ضمن الواقع الافتراضي التأملي، ويعتمد على مذكرات (جون هال) الصوتية بعد فقدانه للبصر، ليعيد بناء عالم إدراكي يعتمد بالكامل على الصوت، وتؤدي الموسيقى دوراً محورياً في توجيه الانتباه وتكوين الوعي بالمكان والزمن، ويقول هال في بداية النتاج الموسيقي: كلما غابت الحركة، غاب الصوت، ومعه ينطفئ جزء من العالم.

هذا التصور لا يصف حالة إدراكية حسب، إنما يقدم رؤية فلسفية ترى في الصوت والموسيقى جوهرًا للوجود الحسي، تتحول التفاصيل اليومية إلى منظومة صوتية تعيد تشكيل الوعي، فتغدو الموسيقى هي البنية التي تبقى الإدراك حيًا.

تعد الموسيقى ثلاثية الأبعاد في هذا السياق الشكل الأعلى لتنظيم الإدراك، إذ تتيح رؤية غير مرئية عبر نظام سمعي خالص، لا تحلل الموسيقى هنا كخلفية وإنما كبنية معرفية تعيد تشكيل الحضور والإحساس، ويعتمد النظام الصوتي على تقنية Ambisonics التي تنتج فضاءً كروياً ديناميكياً يتفاعل مع حركة الرأس، مع تحويله إلى تجربة Binaural دقيقة عبر HRTF، ما يتيح إدراك العمق والاتجاه والمسافة بوضوح.

تبين لنا من تحليل هذا النموذج إن الموسيقى لا تقتصر على الوظيفة الخلفية، وإنما تندمج عضوياً مع النص بوصفها تعبيراً عن الانفعالات والزمن الداخلي، وتنتقل بين الأصوات البيئية والداخلية مشكلة نسيجاً معقداً يجسد وعياً غير مرئي، تم توظيف الموسيقى لتوجيه الإدراك عبر تغيرات نغمية ومجالات ترددية تشير إلى تحولات شعورية، وتضفي بعداً عاطفياً على الأصوات المجردة، إذ تؤدي دوراً في الانتقال بين الأزمنة

والمستويات الشعورية، من الحاضر إلى التذكر والتخيل، عبر طبقات صوتية متداخلة، وتبرز هذه التجربة الدور المعرفي العميق للموسيقا ثلاثية الأبعاد، بوصفها وسيلة إدراك بديلة تعيد تشكيل العلاقة بين الذات والعالم في غياب الرؤية، مما يجعل Notes on Blindness نموذجًا حيًا لوظيفة الموسيقى في تعزيز الواقعية السمعية والمرئية داخل الوسائط الغامرة.

الفصل الرابع

نتائج البحث

نتائج البحث.

بناءً على ما جاء من التحليل التفصيلي لعينة البحث، تم التوصل الى النتائج الآتية.

- 1- إن توزيع الأصوات في الفضاء ثلاثي الأبعاد يؤدي دورًا فعالاً في تفعيل الإدراك المكاني للموسيقا، ويحول التجربة السمعية إلى بنية إدراكية حسية، فضلاً عن تعزيز الواقعية السمعية.
- 2- الهارموني في السياق الثلاثي الأبعاد يفقد طابعه اللحظي الثابت، ويتحول إلى منظومة متحركة تتفاعل مع الموقع والحركة، مما يعيد تعريف وظيفة الانسجام الموسيقي.
- 3- ثبت إن الموسيقا ثلاثية الأبعاد في الواقع الافتراضي قادرة على تشكيل وعي بديل يعتمد على الصوت وحده، وتعيد بناء الشعور بالمكان والزمن الداخلي بواقعية عالية المستوى.
- 4- كشفت البنية الصوتية عن قدرة الموسيقا ثلاثية الأبعاد على التعبير عن حالات شعورية معقدة دون اعتماد اللحن التقليدي، عبر التدرج الديناميكي وتوزيع الترددات.
- 5- أثبتت المعالجة الفيزيائية للمسارات الصوتية أن التنظيم الحقيقي في الفضاء يعزز تجربة واقعية ملموسة تحول الصوت إلى كيان موقعي متغير، وتتجاوز المحاكاة الرقمية.
- 6- بينت تجربة Ambisonics و HRTF إن الأنظمة المتقدمة تنتج بيئة سمعية ثلاثية الأبعاد متفاعلة مع المتلقي وتعزز فاعلية التلقي الإدراكي في غياب الصورة.
- 7- يسهم التوزيع المكاني الواقعي في تحويل التجربة السمعية إلى بنية إدراكية ديناميكية تعيد تشكيل وعي المتلقي بالحيز.
- 8- تظهر الموسيقا ثلاثية الأبعاد دورًا مهمًا وفاعلية كبيرة في تعزيز الإدراك السمعي، لا سيما في البيئات الغامرة.

الاستنتاجات.

في ضوء نتائج البحث التي توصل إليها الباحثان، استنتج الآتي.

- 1- الموسيقى ثلاثية الأبعاد لا تعد تقنية جمالية حسب، إنما تؤدي وظيفة إدراكية - معرفية تعيد تشكيل العلاقة بين المتلقي والمكان، وتحول التجربة السمعية إلى تفاعل حسي متعدد الأبعاد.
- 2- التوزيع المكاني الواقعي للأصوات ينتج بنية صوتية محسوسة تتجاوز حدود السمع التقليدي، ما يبرهن على أن الفضاء الصوتي عنصر تأليفي مواز للحن والهارموني في الموسيقى المعاصرة.
- 3- تعتمد فعالية الموسيقى ثلاثية الأبعاد على تكاملها مع السياق المرئي أو التفاعلي، إذ تبرز فاعليتها القصوى في البيئات الغامرة كالواقع الافتراضي والعروض الحية، إذ تتحول إلى وسيط إدراكي جوهري.
- 4- تظهر تقنيات Ambisonics و HRTF و Spatial Mixing دوراً حاسماً في نقل التجربة الموسيقية من نطاقها المسطح إلى فضاء ديناميكي يعيد بناء الحضور السمعي بتفاصيله الدقيقة.
- 5- تبين إن الديناميكية الصوتية في السياق الثلاثي الأبعاد ترتبط بالبنية المكانية وليس بمستويات الشدة حسب، ما يجعل التفاعل مع الموسيقى معتمداً على الحركة والتوجه، لا على الإصغاء الثابت.

التوصيات.

في ضوء ما توصل إليه من النتائج والاستنتاجات، يوصي الباحثان بالآتي.

- 1- تعزيز دمج تقنيات الموسيقى ثلاثية الأبعاد في المناهج الأكاديمية المتخصصة بالصوت والموسيقى، بوصفها مجالاً معاصراً يجمع بين الفن والإدراك والتكنولوجيا.
- 2- دعم الأبحاث التطبيقية التي تعنى بقياس الأثر الإدراكي والنفسي للموسيقى ثلاثية الأبعاد، وتطوير أدوات تحليلية تواكب التحولات التقنية في الفضاءات السمعية المتقدمة.

المقترحات.

استكمالاً للفائدة العلمية، يقترح الباحثان إجراء الدراسات الآتية.

- 1- إجراء دراسة علمية، حول اشتغال الموسيقى ثلاثية الأبعاد في النتاجات الموسيقية الآلية.
- 2- دراسة الموسيقى ثلاثية الأبعاد في النتاجات الغنائية.

(Search referrals)

احالات البحث

- Anis, I., Montaser, A., Al-Sawalihi, A., & Ahmed, M. K. (2004). *ed. (الرابعة) المعجم الوسيط*. Cairo : مجمع اللغة العربية - مكتبة الشروق الدولية .
- Bayoumi, A. (1992). *Dictionary of Music* (First ed.). Cairo: National Cultural Center Opera House .
- Begault, D. R. (2000). *3-D Sound for Virtual Reality and Multimedia* (NASA/TM—2000–000000 ed.). California: Ames Research Center, Moffett Field, and Academic Press.
- Bieletzki, J. (2019). *Workflow-Analyse von immersiven Audioproduktionen mit Produktionsmischpulten für moderne Standards wie MPEG-H und Dolby Atmos*. Stuttgart: Hochschule der Medien Stuttgart.
- Boren, B. (2018). History of 3D Sound. In A. Roginska, & P. Geluso (Eds.), *Immersive Sound The Art and Science of Binaural and Multi-Channel Audio* (pp. 40–62). New York: Routledge.
- Boren, B. (2018). History of 3D Sound. In A. Roginska, & P. Geluso (Eds.), *Immersive Sound THE ART AND SCIENCE OF BINAURAL AND MULTI-CHANNEL AUDIO* (pp. 40–62). New York: Routledge.
- Clancy, M. (2023). *Artificial Intelligence and Music Ecosystem* (first edition ed.). Abingdon Oxon and New York: Routledge .
- Collins, K. (2013). *Playing with Sound: A Theory of Interacting with Sound and Music in Video Games*. Cambridge: The MIT Press.
- Declercq, N. F., & Dekeyser, C. (2007). Acoustic diffraction effects at the Hellenistic amphitheater of Epidauros: seat rows responsible for the marvelous acoustics. *Journal of the Acoustical Society of America*, 121(4), 2011–2022.
- Eisenberg, E. (2005). *The Recording Angel: Music, Records and Culture from Aristotle to Zappa* (2nd edition ed.). New Haven: Yale University Press.
- Erruz, G. (2016). *3D audio technologies for music production*. Barcelona: Facultat de Física, Universitat de Barcelona.
- Garas, J. (2000). *Adaptive 3D sound systems* (2000th ed.). New York: Springer Science+Business Media & Originally published by Kluwer Academic Publishers.
- Gelatt, R. (1977). *The Fabulous Phonograph 1877–1977* (Second Revised Edition ed.). New York: Macmillan Publishing Co., Inc.

- Hornby, A. S. (2005). *The Oxford Advanced Learner's Dictionary* (7th edition ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Horowitz, S., & Looney, S. (2014). *The Essential Guide to Game Audio: The Theory and Practice of Sound for Games*. Burlington, MA: Focal Press.
- Jerald, J. (2016). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. San Rafael: ACM Books and Morgan & Claypool Publishers.
- Kaye, D., & LeBrecht, J. (2009). *Sound and Music for the Theatre: The Art and Technique of Design* (3rd Edition ed.). Burlington, MA, United States: Focal Press.
- Li, F. F., & Cox, T. J. (2019). *Digital Signal Processing in Audio and Acoustical Engineering* (first edition ed.). Boca Raton, Florida: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Living Stereo RCA Victor* (1958). [Motion Picture]. United States.
- Lyons, R. G. (2012). *Streamlining Digital Signal Processing: A Tricks of the Trade Guidebook* (2nd Ed ed.). Hoboken, New Jersey: Wiley-IEEE Press.
- Mercer, D. (2006). *The Telephone: The Life Story of a Technology* (First Edition ed.). Westport, Connecticut: Greenwood Publishing Group.
- Nakabayashi, K. (1975). A Method of Analyzing the Quadraphonic Sound Field. *Journal of the Audio Engineering Society*, 23(3), 187-193.
- Omar, A. M. (2008). *معجم اللغة العربية المعاصرة* (First ed.). Cairo: عالم الكتب .
- Perone, J. E. (2022). *Music and Technology A Historical Encyclopedia* (1st edition ed.). Santa Barbara, California: ABC-CLIO, LLC.
- Pfanzagl-Cardone, E. (2020). *The Art and Science of Surround and Stereo Recording Including 3D Audio Techniques* (first edition ed.). Vienna: Springer-Verlag GmbH, Austria.
- Pfanzagl-Cardone, E. (2023). *The Art and Science of 3D Audio Recording*. Salzburg: Springer Nature Switzerland AG.
- Phillips, W. (2014). *A Composer's Guide to Game Music*. Cambridge: The MIT Press.
- Pike, C. (2022). 3D audio in broadcasting. In J. Paterson, & H. Lee (Eds.), *3D Audio Perspectives on Music Production* (pp. 1-18). Abingdon, United Kingdom: Routledge.
- Reznikoff, I., & Dauvois, M. (1988). La dimension sonore des grottes ornées. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 85(8), 238-246.

- Roginska, A. (2018). *Immersive Sound: The Art and Science of Binaural and Multi-Channel Audio*. (A. R. Geluso, Ed.) New York: Routledge.
- Schütze, S., & Irwin-Schütze, A. (2018). *New Realities in Audio: A Practical Guide for VR, AR, MR, and 360 Video*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Sony Corporation, S. C. (2019, January 7). *Sony introduces all new "360 Reality Audio" music experience that immerses listeners in a three-dimensional sound field powered by object-based spatial audio technology*. Retrieved March 2, 2025, from <https://www.sony.com/en/SonyInfo/News/Press/201901/19-002E/>
- Teague, J. E. (2021). *Sound Recording Technology and American Literature: From the Phonograph to the Remix* (First edition ed.). Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Wiggins, B., & Dring, M. (2016). *AmbiFreeverb 2 – Development of a 3D Ambisonic Reverb with Spatial Warping and Variable Scattering*. Guildford: Audio Engineering Society (AES).
- Wile, F. W. (1926). *Emile Berliner and the Invention of the Gramophone*. Indianapolis: The Bobbs-Merrill Company.
- Woodward, J. (1975). NQRC Measurement of Subjective Aspects of Quadraphonic Sound Reproduction-Part 1. *Journal of the Audio Engineering Society*, 23(1), 2-13.
- Xie, B. (2022). *Spatial Sound Principles and Applications* (First ed.). Beijing, China: CRC Press.
- Zölzer, U. (2022). *Digital Audio Signal Processing* (Third Edition ed.). Hoboken: Wiley&Sons Ltd.
- Zotter, F., & Frank, M. (2019). *Ambisonics: A Practical 3D Audio Theory for Recording, Studio Production, Sound Reinforcement, and Virtual Reality*. Cham: Springer.

(Sources and references)

المصادر والمراجع

- Anis, I., Montaser, A., Al-Sawalihi, A., & Ahmed, M. K. (2004). *المعجم الوسيط* (ed. الرابعة). Cairo : مجمع اللغة العربية - مكتبة الشروق الدولية .
- Bayoumi, A. (1992). *Dictionary of Music* (First ed.). Cairo: National Cultural Center Opera House .
- Begault, D. R. (2000). *3-D Sound for Virtual Reality and Multimedia* (NASA/TM—2000-000000 ed.). California: Ames Research Center, Moffett Field, and Academic Press.

- Bieletzki, J. (2019). *Workflow-Analyse von immersiven Audioproduktionen mit Produktionsmischpulten für moderne Standards wie MPEG-H und Dolby Atmos*. Stuttgart: Hochschule der Medien Stuttgart.
- Boren, B. (2018). History of 3D Sound. In A. Roginska, & P. Geluso (Eds.), *Immersive Sound The Art and Science of Binaural and Multi-Channel Audio* (pp. 40–62). New York: Routledge.
- Boren, B. (2018). History of 3D Sound. In A. Roginska, & P. Geluso (Eds.), *Immersive Sound THE ART AND SCIENCE OF BINAURAL AND MULTI-CHANNEL AUDIO* (pp. 40–62). New York: Routledge.
- Clancy, M. (2023). *Artificial Intelligence and Music Ecosystem* (first edition ed.). Abingdon Oxon and New York: Routledge .
- Collins, K. (2013). *Playing with Sound: A Theory of Interacting with Sound and Music in Video Games*. Cambridge: The MIT Press.
- Declercq, N. F., & Dekeyser, C. (2007). Acoustic diffraction effects at the Hellenistic amphitheater of Epidauros: seat rows responsible for the marvelous acoustics. *Journal of the Acoustical Society of America*, 121(4), 2011–2022.
- Eisenberg, E. (2005). *The Recording Angel: Music, Records and Culture from Aristotle to Zappa* (2nd edition ed.). New Haven: Yale University Press.
- Erruz, G. (2016). *3D audio technologies for music production*. Barcelona: Facultat de Física, Universitat de Barcelona.
- Garas, J. (2000). *Adaptive 3D sound systems* (2000th ed.). New York: Springer Science+Business Media & Originally published by Kluwer Academic Publishers.
- Gelatt, R. (1977). *The Fabulous Phonograph 1877–1977* (Second Revised Edition ed.). New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Hornby, A. S. (2005). *The Oxford Advanced Learner's Dictionary* (7th edition ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Horowitz, S., & Looney, S. (2014). *The Essential Guide to Game Audio: The Theory and Practice of Sound for Games*. Burlington, MA: Focal Press.
- Jerald, J. (2016). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. San Rafael: ACM Books and Morgan & Claypool Publishers.
- Kaye, D., & LeBrecht, J. (2009). *Sound and Music for the Theatre: The Art and Technique of Design* (3rd Edition ed.). Burlington, MA, United States: Focal Press.

- Li, F. F., & Cox, T. J. (2019). *Digital Signal Processing in Audio and Acoustical Engineering* (first edition ed.). Boca Raton, Florida: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Living Stereo RCA Victor* (1958). [Motion Picture]. United States.
- Lyons, R. G. (2012). *Streamlining Digital Signal Processing: A Tricks of the Trade Guidebook* (2nd Ed ed.). Hoboken, New Jersey: Wiley–IEEE Press.
- Mercer, D. (2006). *The Telephone: The Life Story of a Technology* (First Edition ed.). Westport, Connecticut: Greenwood Publishing Group.
- Nakabayashi, K. (1975). A Method of Analyzing the Quadraphonic Sound Field. *Journal of the Audio Engineering Society*, 23(3), 187–193.
- Omar, A. M. (2008). *معجم اللغة العربية المعاصرة* (First ed.). Cairo: عالم الكتب .
- Perone, J. E. (2022). *Music and Technology A Historical Encyclopedia* (1st edition ed.). Santa Barbara, California: ABC–CLIO, LLC.
- Pfanzagl–Cardone, E. (2020). *The Art and Science of Surround and Stereo Recording Including 3D Audio Techniques* (first edition ed.). Vienna: Springer–Verlag GmbH, Austria.
- Pfanzagl–Cardone, E. (2023). *The Art and Science of 3D Audio Recording*. Salzburg: Springer Nature Switzerland AG.
- Phillips, W. (2014). *A Composer's Guide to Game Music*. Cambridge: The MIT Press.
- Pike, C. (2022). 3D audio in broadcasting. In J. Paterson, & H. Lee (Eds.), *3D Audio Perspectives on Music Production* (pp. 1–18). Abingdon, United Kingdom: Routledge.
- Reznikoff, I., & Dauvois, M. (1988). La dimension sonore des grottes ornées. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 85(8), 238–246.
- Roginska, A. (2018). *Immersive Sound: The Art and Science of Binaural and Multi-Channel Audio*. (A. R. Geluso, Ed.) New York: Routledge.
- Schütze, S., & Irwin–Schütze, A. (2018). *New Realities in Audio: A Practical Guide for VR, AR, MR, and 360 Video*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Sony Corporation, S. C. (2019, January 7). *Sony introduces all new "360 Reality Audio" music experience that immerses listeners in a three-dimensional sound field powered by object-based spatial audio technology*. Retrieved March 2, 2025, from <https://www.sony.com/en/SonyInfo/News/Press/201901/19-002E/>

- Teague, J. E. (2021). *Sound Recording Technology and American Literature: From the Phonograph to the Remix* (First edition ed.). Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Wiggins, B., & Dring, M. (2016). *AmbiFreeverb 2 – Development of a 3D Ambisonic Reverb with Spatial Warping and Variable Scattering*. Guildford: Audio Engineering Society (AES).
- Wile, F. W. (1926). *Emile Berliner and the Invention of the Gramophone*. Indianapolis: The Bobbs-Merrill Company.
- Woodward, J. (1975). NQRC Measurement of Subjective Aspects of Quadraphonic Sound Reproduction-Part 1. *Journal of the Audio Engineering Society*, 23(1), 2-13.
- Xie, B. (2022). *Spatial Sound Principles and Applications* (First ed.). Beijing, China: CRC Press.
- Zölzer, U. (2022). *Digital Audio Signal Processing* (Third Edition ed.). Hoboken: Wiley&Sons Ltd.
- Zotter, F., & Frank, M. (2019). *Ambisonics: A Practical 3D Audio Theory for Recording, Studio Production, Sound Reinforcement, and Virtual Reality*. Cham: Springer.