الاختراعات والاكتشافات

الفنون

بول أ. كوباسا

نقله إلى العربية
خليل يوسف سمرين

العبيكان
Obeikan
Education

Original Title
INVENTIONS AND DISCOVERIES
The Arts
Author:
By World Book Inc.

Copyright © 2009 World Book, Inc
ISBN-10: 0716603837
ISBN-13: 978-0716603832
All rights reserved. Authorized translation from the English language edition
Published by **World Book, Inc**. Michigan (U.S.A.)
حقوق الطبعة العربية محفوظة للعبيكان بالتعاقد مع وورلد بوك المحدودة. الولايات المتحدة الأمريكية.

© العبيكان Obeikan 2012 ـ 1433

ح شركة العبيكان للتعليم، 1435هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
كوباسا، بول
الاختراعات والاكتشافات: الفنون/ بول أ.كوباسا؛ خليل يوسف سمرين.
- الرياض **1435**هـ
48 ص؛ 20× 28 سم
ردمك: 8 - 623 - 503 - 603 - 978
1 - الابداع الفني 2 - علم الجمال خليل يوسف سمرين (مترجم) ب - العنوان
ديوي: 701,17 رقم الإيداع: 1104 / 1435

الطبعة العربية الأولى 1437هـ - 2016م

الناشر العبيكان Obeikan للنشر
المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول
هاتف: 4808654 فاكس: 4808095 ص.ب: 67622 الرياض 11517

موقعنا على الإنترنت
www.obeikanpublishing.com
متجر العبيكان Obeikan على أبل
http://itunes.apple.com/sa/app/obeikan-store

امتياز التوزيع شركة مكتبة العبيكان Obeikan
المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول
هاتف: 4808654 - فاكس: 4889023 ص. ب: 62807 الرياض 11595

جميع الحقوق محفوظة للناشر. ولا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواء أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

قائمة المحتويات

مقدمة 4
عزف الموسيقى: لوحة المفاتيح – الأُرْغُن 6
القانون والمطرقة 8
القيثارة الرومانية (الهاربسيكورد) 10
البيانو 12
لوحات المفاتيح الإلكترونية 14
تسجيل الموسيقى: لاقط الصوت (الميكروفون) 16
الحاكي (الفوجوغراف) 18
مسجل الشرائط 20
القرص المدمج 22
الرسم: الرسم المائي بالتيمبرا 24
الرسم بالزيت 26
الرسم بالشمع (الأكريليكي) 28
التصوير: آلة التصوير (الكاميرا) ذات الثقب 30
آلة التصوير (الكاميرا) 32
تظهير الشريط التصويري (الفيلم) 34
الصور المتحركة 36
الرسوم المتحركة 38
مسارات الأصوات 40
آلات التصوير الرقمية 42
تواريخ مهمة في الفنون 44
مسرد المصطلحات 45
مصادر إضافية 47

يتوافر مسرد للمصطلحات في الصفحتين 45 و46 عُرِّفت فيه المصطلحات التي تظهر بخط **داكن** عند ورودها في الدرس أول مرة.

مقدمة

ترسم اللوحات الفنية بألوان متعددة، وأساليب، ونماذج مختلفة. استعمل الفنان المكسيكي رودلفو موراليس الألوان الزاهية في رسومه.

ما الاختراع؟

الاختراع أداة جديدة، أو منتج جديد، أو طريقة جديدة لصناعة شيء ما. وتغير هذه الاختراعات طريقة عيش الناس؛ فقبل اختراع السيارة، ارتحل الناس على ظهور الخيل وغيرها من الحيوانات، واعتمدوا قبل اختراع المصباح الكهربائي على الشموع وغيرها من المصادر المشابهة للحصول على الضوء، وقد ساعد اختراع القوس والسهام، قبل مليوني سنه تقريبًا، الناس على الصيد بطريقة أفضل.

ما الفنون؟

تستعمل كلمة فن بطرق مختلفة؛ إذ توجد الفنون العملية النافعة التي تنتج أشياء للاستخدام اليومي كوعاء من الخزف (السيراميك) مثلًا.

وتوجد الفنون الزخرفية التي تنتج أشياء جميلة لذاتها مثل الجواهر، أما **الفنون الجميلة** فتشمل الفنون الأدائية والمسرحية، والتمثيل (الدراما)، والموسيقى، والرقص، وتشمل أيضًا الرسم، وتأليف الروايات، والتمثيل، وتأليف الموسيقى وعزفها، وتعدُّ اليوم، بعض الأعمال المعمارية، وصناعة السينما، **والتصوير الفوتوجرافي (الضوئي)**، وصناعة الفخار، وأعمال الحياكة والنسيج، وبعض صور الرقص الحديث– من الفنون الجميلة.

أما أوجه الاختلاف في الفنون الجميلة فيتمثَّل في جوانب عدَّة؛ فقد تُروى قصة تستغرق معرفة أحداثها ونهايتها وقتًا طويلًا كما هو الحال في الرواية والمسرحية، أو قد تُعرض مرة واحدة كما في اللوحات والرسوم، وقد يكتمل العمل يدويًّا بجهد الفنان وحده مثل المنحوتات، وقد يحتاج بعضها إلى ممثلين وموسيقيين لأدائها.

تعود بعض أنواع الفنون إلى عصور ما قبل التاريخ، فربما أنتجت شعوب ما قبل التاريخ أول الإيقاعات الموسيقية بوساطة النقر بأقدامهم والتصفيق

صنعت الشعوب القديمة كثيرًا من الآلات الموسيقية، مثل القيثارة من العظام (يمين)، والطبول الخشبية (أسفل).

بأيديهم، وقد تكون أول الآلات الموسيقية مصنوعة من العظام، أو الحجارة، أو أدوات الصيد التي كان يُطرق بعضها في بعض لتوليد أنغام إيقاعية.

اعتمدت شعوب ما قبل التاريخ على الرقص والرسوم للتعبير عن نجاحها في الزراعة والحصاد والصيد، وقد نحت اليونان القدماء تماثيل جميلة للآلهة للتعبير عن الصفات الإنسانية، كالحكمة والشجاعة.

وعندما احتكت **الحضارات** المختلفة في بعضها، اشتركت في معرفة الفنون، وتبادلت الوسائل الفنية فيما بينها، مثل الآلات الموسيقية، وتقنيات الفنون، وكذلك أساليب الرسم المختلفة.

وبمرور الزمن، اخترع الفنانون والمخترعون آلات موسيقية جديدة، وابتكروا أساليب حديثة في الرسم، إضافة إلى التقنيات الجديدة التي أدت إلى ابتكار أنواع أخرى من الفنون.

وقد تطور كثير من الاختراعات ببطء مع مرور الزمن مثل، أساليب الرسم، والعزف على الآلات الموسيقية، غير أن بعضها الآخر تطور بصورة سريعة جدًّا، مثل اختراع **الصور المتحركة**.

تؤدي الفنون على اختلاف أنواعها دورًا مهمًّا في حياة الشعوب؛ فمن خلال هذه الفنون يكتشف الناس معنى الأحداث المهمة في حياتهم، ويتشاركون في هذه الخبرات مع الآخرين.

يُعدُّ عزف الموسيقى جزءًا أساسيًا من الطبيعة البشرية. حيث تعزف فرقة الجاز هذه الموسيقى فوق جسر في مدينة باريس.

الأُرْغُن

عازف الأُرْغُن الروماني هذا يعزف على آلته في أحد الاحتفالات بمصاحبة عازف البوق.

تعود بدايات أكثر الآلات الموسيقية إلى **الحضارات** القديمة الأولى، وقد تغير كثير منها مع مرور الزمن. حيث تقبَّل الناس التغيرات في الآلات الموسيقية اعتمادًا على التقنيات الأخرى؛ لجعل العزف على تلك الآلات أكثر سهولة، أو لإنتاج أصوات أفضل؛ فمثلاً، غُيِّر شكل بعض الآلات أو حجمها؛ لإنتاج أصوات أكثر تنوعًا وتُعدُّ الآلات الموسيقية المصحوبة بألواح المفاتيح أمثلة على تطور الآلات الموسيقية الأولى التي أصبحت على ما هي عليه الآن.

يعد **الأُرْغُن** من الآلات الموسيقية الأولى التي استعملت لوحة المفاتيح، ويعود تاريخ اختراعه إلى القرن الثالث قبل الميلاد، عندما صمَّم المهندس اليوناني (ستيسيبوس) آلة أطلق عليها اسم هيدروليس، وكان الأُرْغُن في ذلك الوقت يستعمل الماء لضغط الهواء في أنابيبه؛ فتُنتج اهتزازات الهواء في داخل الأنابيب صوت الأرغن، وقد اشتمل الأرغن في بداياته على صف واحد من الأنابيب فقط وبضعة مفاتيح، غير أن النماذج اللاحقة منه تضمنت صفوفًا عدة من الأنابيب والمفاتيح.

استُعمل الهيدروليس في كثير من المناسبات؛ مثل المآدب، والعروض المسرحية، وحلبات المصارعة. ولكن هذه الآلة تحتاج إلى صيانة دائمة ومستمرة؛ لأن الماء يؤدي إلى تلف بعض أجزائها بسهولة.

وفي القرن الثالث، طوَّر المهندسون آلة أُرغن تستعمل كيس هواءٍ بدلًا من خزان الماء، وقد تضمن تصميم أرغن الكيس الهوائي منافيخ؛ أي آلات تنتج الهواء عن طريق سحبه عبر واحد أو أكثر من الصمامات المرفقة به، ثم دفعه داخل الأنابيب.

وقد طُوِّرت الملامح الرئيسة للأرغن الحديث ما بين القرنين الثالث عشر والسادس عشر بعد الميلاد؛ فمع نهاية القرن الخامس عشر، كان الأرغن شبيهًا

بعض آلات الأرغن - على نحو ما هو ظاهر في الصورة الموجودة في روما - كبيرة جدًّا لدرجة أنها تُبنى عندما تبنى الكنائس الكبرى (الكاتدرائيات).

جـدًّا بالأرغن الحالي، حيـث اشتمل على صفـوف عدة من الأنابيـب ولوحة مفاتيح مكتملة.

أما في الحقبة مابين القرن السادس عشر ومنتصـف القرن الثامن عشر، فقد ألَّـف كثيـر مـن الملحنيـن المشهورين، ومنهـم بـاخ سبستيـان مقطوعاتهـم الموسيقيـة الرائعـة علـى آلـة الأرغـن. وكان العازفـون، في أثناء هذه الحقبة من الزمـن، يعزفون عليـه بمصاحبـة مغني المسرحيات الموسيقية (الأوبرا) وجوقة منشـدي (كـورال) الحفـلات الموسيقية الأخرى. وقد شاعت في هذه الحقبة أيضًا آلات الأرغـن الكبيرة فـي الكاتدرائيات، في حين كانت آلات الأرغن الصغيرة أكثر شيوعًا في البيوت والاحتفالات العامة.

مع بداية القرن التاسع عشر، فقدت آلـة الأرغـن الصغيـرة شعبيتهـا؛ بسبب تفضيل كثير مـن المؤلفيـن الموسيقيين آلـة البيانو، أو فرقة جوقة (الأوركسترا)، حتى يتمكنوا من تأليف مجموعة أكبر من الألحـان الموسيقية المتنوعـة، ومع ذلك استعـاد الأرغـن شعبيته مـع بداية القرن العشرين، بفضل عـازف الأرغن الألماني الشهيـر ألبرت شويتزر الـذي أقام كثيرًا

مـن الحفـلات الموسيقيـة فـي كثير من المدن الأوروبية.

وفـي عـام 1934م، سجَـل المخترع الأمريكـي لورينـز هاموند بـراءة اختراع أول أرغـن إلكترونـي يستعمـل الطاقـة الكهربائية لتوليد الأصوات.

جوهان سبستيان باخ

كان جوهـان سبستيـان بـاخ (1685-1750م) مؤلفًا موسيقيًّا ألمانيًّا شهيـرا، ألَّـف المئـات مـن المقطوعات الموسيقيـة، وكان مـن بيـن هذه المقطوعات ما يقرب من ثـلاث مئة مقطوعـة أنشودة (كورال) دينيـة، وغير دينية تسمى (كانتاتاس). كان بـاخ في صباه يعزف على آلتـي (الكلافيكورد) و(الهاربسيكـورد)، وكلتاهمـا تعدَّان النمـوذج الأول لآلة البيانو. وفي عام 1703م، أصبح باخ عازفًا لآلة البيانو؛ فعمل سنوات عدَّة موسيقيًّـا فـي البـلاط الملكي، ولكنـه كان يمضـي بعض الوقت فـي تأليـف مقطوعتـه الموسيقية الخاصة به. وفـي عام 1740م تقريبًـا، تعرَّضـت عينـه لمشـكلات خطيـرة، فأصبح شبـه أعمى فـي أيامه الأخيرة. أمـا وفاته فكانت بسبب سكتة دماغية في 28 يوليو عام 1750م.

عزف الموسيقى: لوحة المفاتيح

القانون والمطرقة

تشبه آلة القانون، الذي كان يُعزف عليه بطرق أوتاره، الجزء الداخلي من آلة البيانو. ولكن عازف القانون يضرب الأوتار بيديه، بدلًا من استعمال لوحة المفاتيح للتحكم في المطارق.

تطوَّرت بعض الآلات الموسيقية بصورة بطيئة جدًّا على مرِّ الزمن، الأمر الذي جعل إمكانية تتبع مكان نشأتها من الأمور الصعبة جدًّا، ولكن إذا نظرنا إلى الآلات الموسيقية الحديثة **كالبيانو** مثلًا، فإننا نستطيع معرفة بداياتها من خلال الآلات الموسيقية التي سبقتها، **كالقانون**.

قد يكون القانون آلة نشأت في الشرق الأوسط مثلًا، خلال القرن الثاني عشر أو قبل ذلك، وعلى الرغم من عدم وجود مفاتيح في القانون لإنتاج الأصوات، فإنه يُعد الأساس لكثير من الآلات الموسيقية الحديثة.

فللقانون صندوق للأصوات يُشدُّ فوقه ما بين اثنين وأربعين إلى اثنين وسبعين وترًا. وللعزف عليه، يطرق عازف القانون الأوتار بمطرقة خشبية، فينتج كل زوج من الأوتار أنغامًا مختلفة.

وقد أدخلت الشعوب التركية آلة القانون والمطرقة إلى أوروبا في القرن الخامس عشر، فشاع استعماله في أنحاء القارة الأوروبية جميعها، أما سبب شيوع استعمال هذه الآلة الشعبية فيعزى إلى بساطتها، وسهولة حملها إلى أي مكان، وقد أثر تصميمها في تطوير كثير من الآلات الموسيقية المصحوبة بلوحة مفاتيح، ومن ضمنها البيانو. الذي يستخدم المطرقة المخبأةفي هيكله الداخلي في النقر على أوتاره، ويُتحكَّم فيها بوساطة لوحة المفاتيح.

أصبح القانون شائعًا وشعبيًّا في عصر النهضة ما بين بداية القرن الرابع عشر ونهاية القرن السادس عشر، حيث تميَّز هذا العصر في أنه حقبة زمنية مفعمة بالتطورات الكبيرة في المجالات التعليمية والتربوية والفنية، وقد ازدهرت الموسيقى في هذه الحقبة لتصبح فنًّا قائمًا بذاته.

حمل المهاجرون الأوروبيون آلة القانون والمطرقة إلى الولايات المتحدة في القرن التاسع عشر، ولكن شعبيتها تراجعت بعد الحرب العالمية الثانية

(1939–1945م)، غير أن المغنين الشعبيين الأمريكيين أعادوا استعمال هذه الآلة مرة أخرى في ستينيات القرن العشرين، وأما اليوم، فتُستعمل آلة القانون في كثير من دول العالم.

أصبح القانون الجبلي شعبيًا مع بداية القرن التاسع عشر، حيث تنقر أوتار القانون الظاهر في الصورة باليد بدلًا من المطرقة.

تبين اللوحة الفرنسية الأصل التي تعود إلى القرن السادس عشر مجموعة من الآلات الموسيقية، وتظهر في اللوحة أيضًا امرأة جالسة تعزف على القانون بالمطرقة.

فكرة عامة

يرجع القانون إلى خمسة آلاف سنة تقريبًا، حيث كانت بداية معرفته في سومر في بلاد ما بين النهرين. والقانون بصورته الحالية آلة عربية يرجع عهدها إلى العصر العباسي، أما مخترع هذه الآلة فهو الفيلسوف والعالم المسلم الفارابي، ثم انتقل القانون من الأندلس إلى أوروبا في القرن الثاني عشر الميلادي تقريبًا. ويرجع في أصله إلى آلة آشورية وترية من (العصر الآشوري الحديث). وقد استمر استعمال القانون في أوروبا في القرون اللاحقة، لكنه فَقدَ أهميته وقلَّ استعماله بسبب ظهور البيانو وشيوع استعماله منذ القرن السابع عشر الميلادي.

يعتقد أن الكلمة الإغريقية (قانون) لا تدل على آلة القانون المعروفة، بل تدل على آلة ذات وتر واحد تعرف باسم (المونوكورد)، وهي آلة تستعمل لقياس نسب أصوات السلم الموسيقي. والواقع أن الآثار الموسيقية الإغريقية والرومانية ليس فيها ما يثبت استعمال الإغريق والرومان لآلة القانون التي عرفها العرب واستعملوها في العصر العباسي حتى عصرنا الحالي. أما أقدم استعمال لكلمة قانون (الآلة الموسيقية) للدلالة على الآلة الوترية المعروفة باسم القانون، فيعود في تاريخه إلى العصر العباسي، وعلى وجه التحديد إلى القرن العاشر الميلادي منه، حيث ورد ذكره في كتاب ألف ليلة وليلة.

القيثارة الرومانية (الهاربسيكورد)

صنع هذا الهاربسيكورد فنان فنلندي يدعى جان روكرز عام 1634م. وقد اشتهرت عائلة هذا الفنان بصنع هذه الآلة بصفين من المفاتيح.

انتشرت في أوروبا ما بين القرنين الرابع والسادس عشر، حركة ثقافية أحيت التعليم والفنون في أقطارها جميعها. ويطلق المؤرخون على تلك الحقبة الزمنية **عصر النهضة**، أو (الميلاد من جديد)؛ ففي هذه الحقبة أصبحت الحفلات والعروض الموسيقية الحية وسائل شعبية للترفيه. وأصبحت الآلة الموسيقية **الهاربسيكورد** محور العروض الموسيقية؛ إذ تبدو هذه الآلة مثل البيانو الصغير على الرغم من أنها قد تحتوي على لوحتين للمفاتيح. وتنتج كلتا الآلتين الصوت عندما تهتز أوتارهما المعدنية عند نقرها، وعلى الرغم من ذلك، ينتج كل منهما أصواتًا مختلفة؛ فالبيانو يصدر الأصوات عندما تضرب أوتاره بالمطرقة أو تحتك بها، في حين تصدر آلة الهاربسيكورد الأصوات عندما تنقر أوتارها بقطعة من الريش أو الجلد.

ونظرًا إلى الفروق في حجميهما، وفي طريقة إنتاج كل منهما للأصوات، فإن الأصوات الناتجة منهما تكون مختلفة تمامًا، وعادة ما تكون الأصوات الناتجة من الهاربسيكورد أوضح وأكثر حيوية من الأصوات الناتجة من البيانو.

لا يعرف أحد على وجه التحديد من هو مخترع الهاربسيكورد، غير أن تاريخ هذه الآلة يعود إلى القرن الرابع عشر، وفي القرن الخامس عشر، أصبح الفلمنجو–وهم شعوب تسكن أجزاء من بلجيكا وفرنسا–مشهورين بصناعة الهاربسيكورد، ثم تبعهم الفنانون الإيطاليون في صناعته، وأخيرًا انتشر فن صناعة هذه الآلة في كل من فرنسا وألمانيا وبريطانيا.

ألف كثير من الموسيقيين المقطوعات الموسيقية على آلة الهاربسيكورد وهو في ذروة شعبيته.

لقد تغير تصميم الهاربسيكورد مع مرور الزمن، وبحلول القرن السابع عشر كان للهاربسيكورد صفَّان من المفاتيح، وكان لكل نغمة ثلاثة أوتار بدلًا من وترين.

وقد طُوِّرت آلات الهاربسيكورد، بحيث تستطيع إنتاج مدى واسع من الأنغام في القرن الثامن عشر؛ لذا أصبح الهاربسيكورد من الآلات الموسيقية الأكثر شعبية في أوروبا، وغالبًا ما كان يُستخدم في مرافقة الأعمال الدرامية مثل الأوبرا.

ألَّف موسيقيون، مثل جوهان سبستيان باخ، وجورج فريدريك هاندل، وجوزيف هايدن في، كثيرًا من المقطوعات الموسيقية التي تُعزف على الهاربسيكورد خلال ذروة شعبيته عليه.

ومع نهاية القرن الثامن عشر احتل البيانو مكان الهاربسيكورد تدريجيًّا وبصورة منتظمة.. وكانت موسيقى الهاربسيكورد قبل ذلك قد اختفت تمامًا ولم تعد مستعملة، وعلى الرغم من ذلك، عادت لهذه الآلة شعبيتها مرة أخرى بعد عام 1940م، وعاد إليها أيضًا بعض من أهميتها في هذه الأيام.

نظرة عن قرب

كانت آلة الكلافيكورد الآلة الأخرى ذات لوحة المفاتيح التي اكتسبت شعبية خلال حقبة عصر النهضة، حيث تنتج هذه الآلة أصواتًا هادئة عن طريق شفرات معدنية تنقر أوتارها المعدنية عند الضغط على المفاتيح؛ لذا استُعملت في العروض الموسيقية والترفيهية الصغيرة، ولم تُستعمل في الحفلات الموسيقية العامة.

البيانو

صنع هذا البيانو الفخم في مدينة سالسبيرغ في النمسا عام 1788م. وقد بقيت النمسا مركزًا للفنون الموسيقية مدة طويلة من الزمن.

تراجع استعمال كل من الهاربسيكورد والأرغن في العروض الموسيقية مع نهاية القرن الثامن عشر، ويعود السبب في ذلك إلى اختراع آلة موسيقية ذات لوحة للمفاتيح كانت تُعد الأساس للبيانو.

يعود أصل البيانو إلى الآلات الموسيقية الأولية التي احتوت ألواحًا للمفاتيح، حيث ينتج البيانو الأصوات بطريقة مماثلة لآلتي الهاربسيكورد والقانون، بجعل الأوتار المعدنية تهتز. غير أن أوتار البيانو تُضرب بمطارق صغيرة بدلًا من نقرها بقطعة من الريش أو الجلد كما هو الحال في الهاربسيكورد، وتستطيع هذه المطارق العودة إلى مكانها الأصلي بسرعة، ما يُمكِّن العازف من إعادة إنتاج الأنغام.

ولما كان علوُّ صوت النغمة يعتمد على قوة ضرب العازف للوتر بالمطرقة، فإن بإمكان العازف إنتاج الأصوات المرتفعة، والحادة، والناعمة.

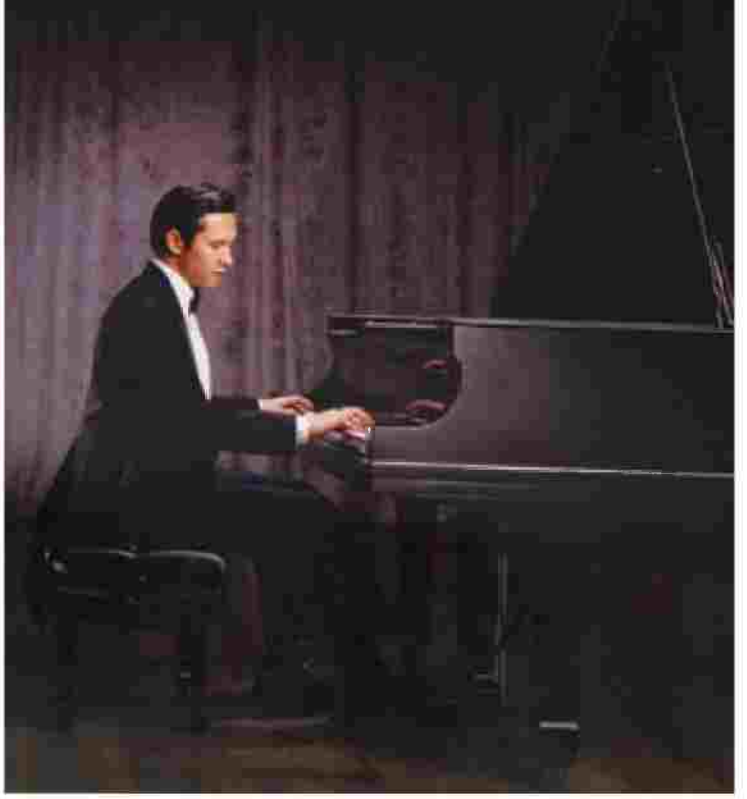
ففي عام 1709م، اخترع صانع آلات موسيقية إيطالي الأصل، يُدعى بارتولميو كريستوفوري آلة موسيقية جديدة سمَّاها (جرافيسيمبولا كول بيانو إيفورتي) التي تعني الهاربسيكورد ذا الأنغام المرتفعة والمنخفضة، ومع مرور الزمن اختصر الاسم إلى (بيانوفورتي)، وكانت آلة كريستوفورتي الأساس لآلة البيانو الحديث.

وقد طوَّر صنَّاع الآلات الموسيقية بيانو كريستوفوري في الحقبة ما بين نهاية القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر، وكان من بين هذه التعديلات إنتاج أصوات مختلفة وأنغام وألحان أعذب من البيانوفورتي السابق، وحسَّنت بعض هذه التعديلات طريقة عمل المطارق. وفي عام 1825م، صنع المخترع الأمريكي ألفيوس بابكوك بيانو ضخمًا من الحديد الصلب، وطوَّر طريقة وضع الأوتار على البيانو أيضا، وفي عام 1855م، جمع

صانع بيانو ألماني يدعى هنري شتايواي هذه التعديلات جميعها في بيانو واحد أُطلق عليه حينئذٍ (البيانو ملك الآلات الموسيقية)؛ ويعود السبب في ذلك إلى أن ذلك البيانو قادر على إنتاج مدًى من الأنغام الموسيقية أكبر من معظم الآلات الموسيقية جميعها.

يستطيع البيانو إنتاج أخفض نغمة من مزدوج الباسون (double bassoon) وأعلى نغمة من البيكولو (piccolo)، ويُعد البيانو أكبر آلة موسيقية بعد الأرغن.

ولمَّا كان البيانو ينتج مدًى من الأنغام أكبر من أي آلة موسيقية ذات لوحة مفاتيح، فإن المؤلفين الموسيقيين تخلوا عن الآلات الأخرى مثل الهاربسيكورد، وكتبوا الألحان الخاصة بآلة البيانو؛ لذا سرعان ما أصبح عزف البيانو الحدث الأهم في



ما زالت حفلات البيانو الموسيقية من الأنواع الشعبية المحببة للترفيه في أنحاء العالم جميعها.

حفلات الترفيه والعروض الموسيقية العامة، وكذلك في البيوت. وأما اليوم، فيستعمل البيانو في الموسيقى الكلاسيكية، وموسيقى الجاز، وموسيقى الروك، وغيرها من أنواع الموسيقى الشائعة.

نظرة عن قرب

مع نهاية القرن التاسع عشر، طوَّر المخترعون نوعًا من البيانو يستطيع عزف الموسيقى تلقائيًا، وكانت هذه الأنواع من البيانو تُدار عن طريق لفافة من الورق المقوَّى، والمثقَّب بثقوب تقابل الأنغام المختلفة، فكانت هذه اللفافة تدور حول أسطوانة ذات ثقوب، حيث يُفرَّغ الهواء بوساطتها من الثقوب التي تتوافق مع ثقوب الورقة والأسطوانة، وبهذه الطريقة كانت مطارق البيانو تنقر الأوتار المختلفة لإنتاج الألحان الموسيقية؛ وعليه، فقد سُجِّل كثير من الأعمال الموسيقية العظيمة لأشهر الموسيقيين في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين على هذه الأسطوانات.

لوحات المفاتيح الإلكترونية

يجلس عازف البلوز الأمريكي المشهور صني لاندسلم أمام لوحة مفاتيح البيانو الكهربائي الخاصّ به، المسمى فيرلتزر في سبعينيات القرن الماضي.

أنتجت التطورات التقنية في بداية القرن العشرين أنواعًا عدَّة من الآلات الموسيقية التي تتصل بلوحات للمفاتيح، حيث استعملت بعض هذه الآلات الطاقة الكهربائية **لتضخيم** الأصوات، في حين استخدم بعضها الآخر هذه الطاقة في إنتاج الأصوات.

في ثلاثينيات القرن العشرين، اخترع الأمريكي بنجامين ميسنر أول **بيانو كهربائي**، يعزف تمامًا **كالبيانو** العادي، غير أن الأصوات فيه تُحوَّل إلى نبضات كهربائية تُضَخَّم بالسماعات.

اخترع ميسنر البيانو الكهربائي بوضع أدوات **كهرومغناطيسية** عند كل وتر داخل البيانو، وأضاف إليه أنابيب مجوَّفة؛ حتى يتمكن العازف من نفخ الهواء فيها لإنتاج ألحان أقوى.

وقد لاحظ صنَّاع البيانو في الولايات المتحدة أهمية ما قام به ميسنر؛ وعليه، اشترت شركة رودولف فيرلتزر براءة الاختراع لتلك التقنية، واستخدمتها في تطوير البيانو الكهربائي الخاص بالشركة الذي سُمي فيرلتزر.

وقد تضمن البيانو الجديد **مطارق** من القماش الناعم التي تضرب الأنابيب الهوائية داخله لجعلها تهتز، ومن ثمَّ تلتقط هذه الاهتزازات وتُحول إلى طاقة كهربائية، تُرسل إلى السماعات الموضوعة في البيانو. وقد عرضت الشركة أول بيانو كهربائي في خمسينيات القرن العشرين.

اخترع معلم موسيقى أمريكي يدعى هارولد رودوس، في أثناء الحرب العالمية

الثانيـة (1939–1945م) بيانو كهربائيًّا للجنـود المصابين في الحرب، إذ صمَّمه بطريقة يستطيع الجنود بوساطتها العزف عليـه وهم فـي أسرَّتهم بوصفـه نوعًا من العـلاج، وفـي عـام 1956م تقريبًـا طوَّر هارولـد بيانو كهربائيًّا معـدَّلًا باعه لاحقًا في **السوق التجارية**.

استمر تطويـر البيانو الكهربائي في القـرن العشريـن؛ وهذا ما جعلـه طريقة شعبية لعـزف الموسيقى، وقد أحبت فرق البـوب والـروك الموسيقية فـي ستينيات وسبعينيـات القـرن العشريـن الأصـوات الصافية والمميزة للبيانو فيرلتزر، وكانت فرق الجـاز الشهيرة في سبعينيات القرن العشرين تفضل بيانو هارولد أيضًا.

أما في ثمانينيـات القرن العشرين، فضاعفـت أجهزة **مزج الأصـوات** قدرات الآلات الموسيقيـة التـي تستخدم لوحات المفاتيـح إلى مدى أكبـر مما سبق، وعلى عكس البيانو الكهربائي، تنتج أجهزة مزج الأصـوات أصواتهـا عـن طريـق إشارات كهربائيـة تُضخَّم لاحقًـا؛ وعليه، يستطيع عـازف الموسيقـى إنتاج مـدًى أوسع من الأصوات المختلفة؛ فكل مفتاح على جهاز مـزج الأصـوات قادر على إنتـاج أكثر من نغمة واحدة في الوقت نفسه.

وأما اليـوم، فيستطيع الناس العزف علـى **البيانـو الرقمي** الذي ينتـج أصواتًا مثـل البيانـو التقليدي غيـر أن له قدرات الآلات الإلكترونيـة، كمـازج الصـوت. والبيانـو الرقمـي أيضًا أصغـر حجمًا من البيانو التقليـدي وأخفُّ وزنًـا، ولا يحتاج إلى ضبط لإيقاع أوتار الأصوات فيه.

تعدّ أجهزة مزج الصوت جزءًا أساسيًّا من الموسيقى؛ وبإمكانها إنتاج مدًى واسع من الأصوات المختلفة، وغالبًا ما تستعمل بدلاً من آلات موسيقية أخرى.

معظم أجهزة البيانو الرقمية أصغر من أجهزة البيانو العادية وأقل كلفة منها.

لاقط الصوت (الميكروفون)

كان الميكروفون جزءًا أساسيًّا من اختراع جراهام بل الجديد؛ الهاتف.

عزف الناس الموسيقى منذ آلاف السنين، ولكنهم لم يتمكنوا من تسجيلها حتى القرن العشرين، وكان الميكروفون أول اختراع أدى إلى إمكانية تسجيل الموسيقى.

فالميكروفون أداة تحول الصوت إلى طاقة كهربائية، إذ تنتقل هذه الطاقة في الأسلاك، أو عبر الهواء، حتى تصل إلى السماعات التي تحولها إلى صوت.

وقد تزامن اختراع الميكروفون مع اختراع الهاتف مصادفة. ويُعزى الفضل في اختراع الهاتف إلى مخترع أمريكي من أصل أسكتلندي يُدعى جراهام بل.

جاء اختراع الهاتف نتيجة غير متوقعة لتجارب جراهام التي أجراها في سبعينيات القرن التاسع عشر لاختراع آلة جهاز إرسال البرقيات (**التلغراف**).

والتلغراف جهاز طُوِّر في القرن التاسع عشر يمكنه إرسال رسائل مرمَّزة عبر الأسلاك باستخدام الطاقة الكهربائية، وكان بل يحاول اختراع أداة ترسل رسائل تلغرافية عدة عبر السلك الواحد، واكتشف مصادفةً أنَّ بإمكانه إرسال الصوت عبر الأسلاك مستخدمًا الطاقة الكهربائية؛ وعليه، فقد أدى هذا الاكتشاف إلى اختراع الهاتف مصحوبًا بأول ميكروفون.

طوَّر كثير من العلماء الميكروفون باستخدام مواد مختلفة لإنتاج **التيار الكهربائي**. واليوم، هناك كثير من أنواع الميكروفونات؛ فبعضها يلتقط الأصوات من الجهات جميعها، في حين أن بعضها الآخر حساس للصوت القادم من اتجاهات محددة فقط، وتوجد أيضًا ميكروفونات خاصة بالتقاط الأصوات المرسلة عبر الماء.

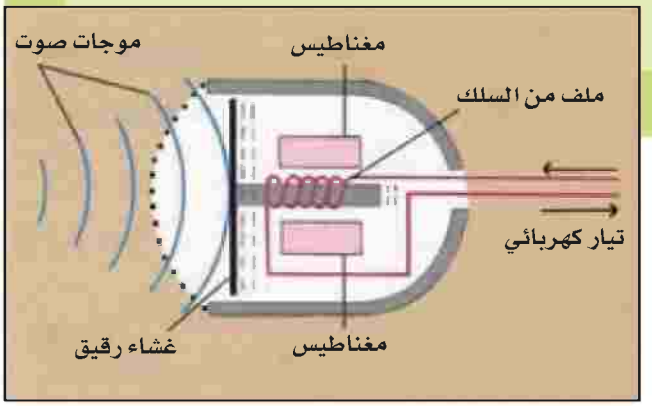
تجدر الإشارة إلى أن الميكروفونات تُستخدم في أجهزة الهاتف، وأجهزة الصوت العامة، و**محطات الإذاعة والتلفزة**.

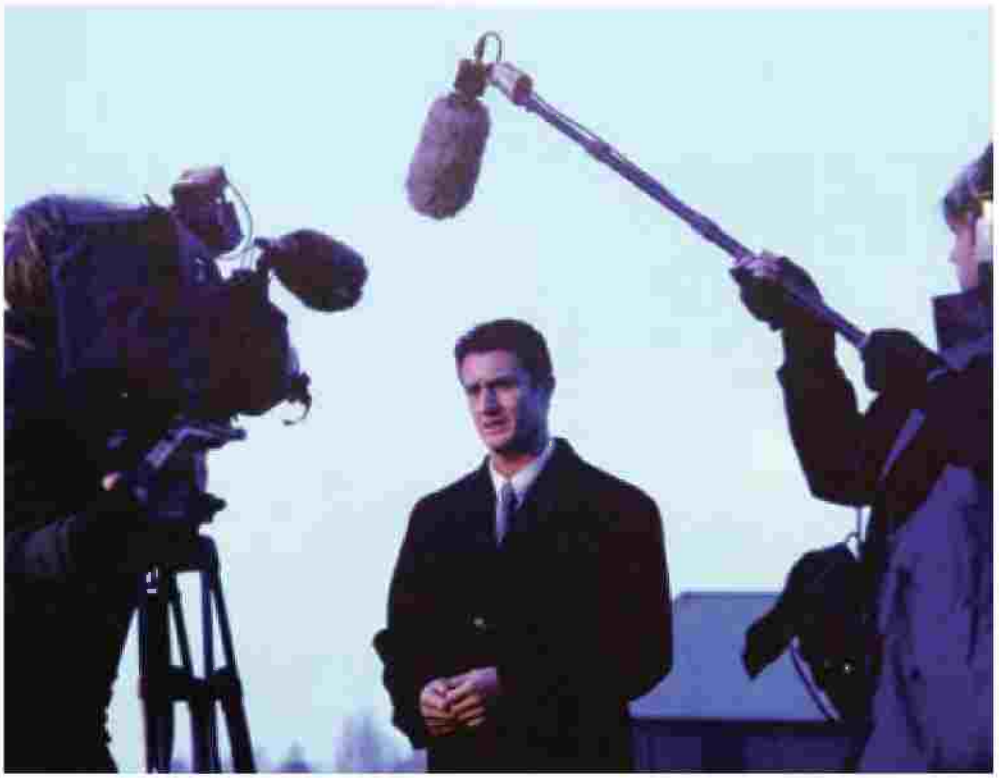
أصبح الميكروفون شعار محطات الإذاعة في أيامها الأولى.

وتستعمل الميكروفونات أيضًا في تسجيل الأصوات في **الأفلام السينمائية**، وفي إعداد **الأقراص المدمجة**، وأشرطة التسجيل.

نظرة عن قرب

عندما تدخل الأصوات داخل الميكروفون، يهتز غشاء معدني يُدعى الحاجب، فتؤدي هذه الاهتزازات إلى تغير في شدة التيار الكهربائي المار بالسمَّاعات، أو أجهزة التسجيل، وبعد ذلك يمكن تسجيل الصوت، أو إعادة استعماله، أو حتى تضخيمه.





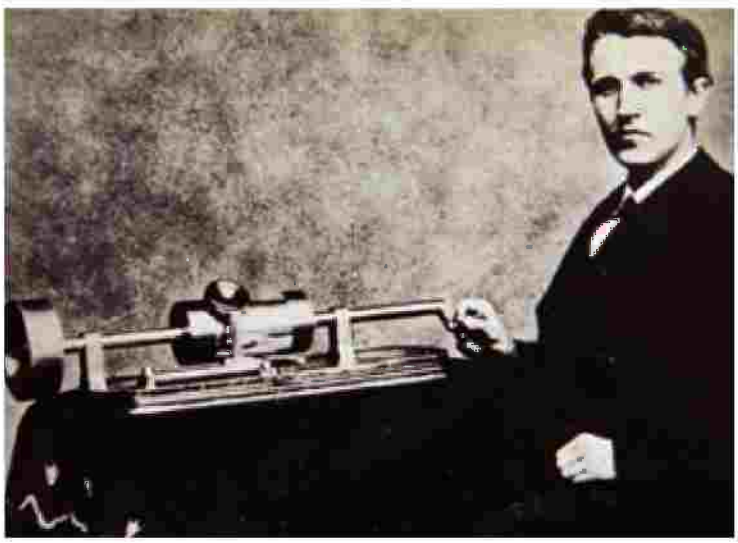
يستطيع الميكروفون التقاط الأصوات القريبة والبعيدة. وتغطى بعض أنواع الميكروفونات بغطاء من الفرو أو اللباد لتقليل الضوضاء الخلفية الناجمة عن حركة الرياح.

الحاكي (الفوجوغراف)

ظلت الموسيقى تستعمل في الحفلات الترفيهية بصورة حية دون تسجيل حتى نهاية القرن التاسع عشر، غير أن هذه الحال تغيرت مع اختراع **الحاكي (الفوجوغراف)**، وهو آلة تستطيع إعادة الصوت المسجل.

ففي عام 1877م، طوَّر المخترع الأمريكي توماس أديسون جهاز فونوغراف عمليًّا يستطيع تسجيل الأصوات وإعادة الاستماع إليها، كان جهاز أديسون يسجل الأصوات على قطعة رقيقة من القصدير ملفوفة حول أسطوانة معدنية تُدار باليد بوساطة ذراعها لمن يرغب في الاستماع إلى الموسيقى، وتتصل الآلة بإبرة متصلة بقرص قابل للاهتزاز يستند إلى الأسطوانة الدوَّارة.

صورة توماس أديسون وهو جالس ممسكًا بذراع اختراعه الجديد، الفوجوغراف عام 1878م.



يعود تاريخ هذا الإعلان الفرنسي الذي يبين التطور السريع للفوجوغراف إلى عام 1905م.

وعندما يتحدث شخص ما أمام القمّع الذي يوضع أمام الفم، تعمل **موجات الصوت** التي يحدثها الشخص على اهتزاز الإبرة، وعندئذٍ تؤدي الحركة الاهتزازية للإبرة إلى تكوُّن انحناءات في قطعة القصدير الموضوعة على الأسطوانة، فيُسجَّل الصوت.

وقد صُمِّم تركيب مشابه لإعادة الاستماع للأصوات المسجلة؛ حيث توضع إبرة متصلة بقرص يستند إلى الأسطوانة الدوَّارة، وحينها تعمل الانحناءات التي تكوَّنت على رقيقة القصدير على اهتزاز الإبرة، وتعيد الصوت الأصلي حيث يمكن الاستماع إليه.

في عام 1887م، طوَّر مخترع أمريكي ألماني المولد، يدعى إميل بيرلينر تصميمَ أديسون؛ حيث طوَّر أول فوجوغراف عملي ناجح يستعمل أقراصًا لتسجيل أصوات على صورة موجات متعرجة على سطح الأسطوانة.

وقد تطور الفوجوغراف في عام 1925م، باختراع الأسطوانات المسجلة كهربائيًّا.

حقيقة ممتعة

كان المخترع الفرنسي إدوارد ليون سكوت ديمارتنفيل أول من سجل صوت إنسان في عام 1860م. وقد استخدم آلة خاصة في تحويل موجات الصوت إلى رسوم على الزجاج أو الورق. غير أنه لم تكن لديه وسيلة للاستماع إلى الأصوات المسجلة. وفي عام 2008م، استطاع القائمون على مكتبة الكونجرس في الولايات المتحدة الأمريكية إعادة الاستماع إلى تلك الأصوات التي سجلها سكوت على الورق بوساطة برنامج حاسوب يحول الرسوم إلى أصوات. وحينئذٍ، سُمع صوتٌ يقول: «بوساطة ضوء القمر».

ولاحقًا، صُنِّعت فوجوغرافات تشتمل على محرك كهربائي و**مضخِّمات للصوت**.

وقد أدى تطور الفوجوغراف والأسطوانات إلى تطور **صناعة** تسجيل الموسيقى، ونتيجة لذلك أنتجت صناعة التسجيل أسطوانات لموسيقيين من أنحاء العالم جميعها، وقد شجع هذا العمل الموسيقيين على تأليف ألحان موسيقية جديدة وأساليب حديثة لعزفها.

بقيت الأسطوانات وسيلة الترفيه الشعبية حتى ثمانينيات القرن الماضي، عندما اخترعت **الأقراص المدمجة** (CD's). التي شاع استعمالها بسرعة، ما أدى إلى هبوط إنتاج الفوجوغرافات ومبيعاتها بصورة حادة،ولكن يبقى محبو الموسيقى الشجية يفضلون الأسطوانات على غيرها من صور تسجيلات الموسيقى.

كانت أجهزة الفوجوغراف المحمولة-على نحو ما يظهر في الصورة التي تعود إلى عام 1963- تُطوى كما تطوى حقيبة اليد.

مسجل الشرائط

يستمع طلاب مدرسة إنجليزية إلى مسجل الشرائط عام 1964م.

استمر الناس في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين بالبحث عن طرق جديدة ومحسنة لتسجيل الصوت، وقد أدت هذه التحسينات إلى اختراع **مسجل الشرائط**، وهو جهاز يسجِّل الصوت على شريط مغناطيسي.

وفي عام 1898م، اخترع **مهندس** دنماركي يدعى فالدمار بولسين أول جهاز لتسجيل الصوت، باستعمال **مغناطيس كهربائي** يسجِّل الصوت على سلك فولاذي.

وعلى الرغم من نجاح بولسين، فإن اختراعه لم يصبح واسع الانتشار إلا بعد ثلاثين سنة ؛ ويعود السبب في ذلك إلى شعبية **الفوجوغراف** ، غير أن اختراع بولسين كان خطوة مهمة على طريق تطوير مسجل الشرائط.

ومع بداية القرن العشرين، طوَّر كثير من العلماء مسجل الشرائط المغناطيسية، وأُنتج في مطلع العقد الثالث من القرن الماضي، عدد قليل من مسجلات الشرائط **تجاريًا**، وقد استعملت المسجلات الأولى الأسلاك والشرائط الفولاذية التي تُعدُّ مواد يصعب التعامل معها وتخزينها.

في عام 1935م، عرض مهندس ألماني جهاز تسجيل مغناطيسيًّا جديدًا يستعمل شرائط مغناطسية مصنوعة من اللدائن (البلاستيك).

وكانت تُغطي أحد جوانب الشريط دقائق مغناطيسية صغيرة جدًّا، تكوِّن الأنماط في أثناء عملية التسجيل، وتنتج هذه الأنماط إشارات كهربائية تنتج

بدورهـا أصواتًا تشبه الأصـوات الأصلية عند إعادة الاستماع إليها.

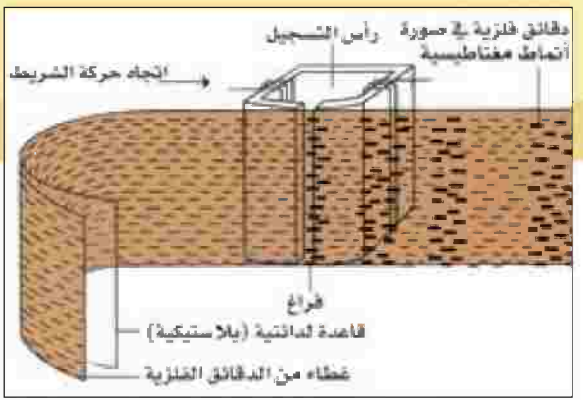
وفـي خمسينيـات القـرن الماضي، أدت **صناعات التسجيل** ومحطات الإذاعة والتلفـزة إلى انتشار مسجلات الشرائط، وأصبحت شـركات صناعـة المسجلات، في منتصف خمسينيـات القرن العشرين تصنع مسجلات لاستعمالها في البيوت، ، أدى تطوير **مسجلات الشرائط الصغيرة** بعد عشر سنوات إلى تطوُّر هائل في عالم صناعة التسجيل. وخلال ثمانينيات القرن الماضـي، أدت المسجـلات المحمولـة إلـى شيـوع استعمـال شرائـط التسجيل (الكاسيت) بين الناس.

أمـا اليـوم، فتستطيـع المسجـلات تسجيـل الأصـوات، والصـور، وأفـلام الصوت والصـورة (الفيديـو)، وغيرها، وإعـادة مشاهدتهـا أو الاستمـاع إليهـا. ومـا زالـت صناعـة تسجيـل الموسيقى، ومحطـات الإذاعـة، ومحطـات التلفزة، تستعمـل مسجـلات الشرائـط فـي البث الإذاعـي **والمتلفز**، وتُستعمـل أيضًـا لتسجيل المعلومات المأخوذة من الأجهزة العلمية وأجهزة الحاسوب.

شـاع استعمـال مشغلات شرائط التسجيل (الكاسيت) الشخصية في ثمانينيات القرن العشرين.

نظـرة عن قرب

يتـكون شـريـط التسجيـل مـن قـاعـدة بلاسـتيـكيـة مـغـطـاة بـدقـائـق مـعـدنيـة يسهل مغنطتها، وفي أثناء التسجي، تولد الإشارات الكهربائية القادمة من الميكروفون مجالًا مغناطيسيًّا حول رأس التسجيل، فيعمل هذا المجال على مغنطة الجزيئات الموجودة على الشريط وتحويلها إلى ما يتناسب والأمـواج الصوتية القادمة من ميكروفون التسجيل.



ومع نهاية ثمانينيات القرن الماضي، أدى اختراع **القرص المدمج** إلى انخفاض شعبية الشرائط، وأدت تسجيلات الموسيقى **الرقمية** التي يمكن سماعها بوساطة الحواسيب والمسجلات الرقمية إلى استبدال مسجلات الأشـرطة الشخصية. (انظر الأقراص المدمجة الصفحتان 23–22).

القرص المدمج

وفرت الأقراص المدمجة الموسيقى الرقمية لمحطات الإذاعة وللناس في بيوتهم.

غيَّر اختراع **القرص المدمج** في ثمانينيات القرن الماضي طريقة استماع الناس للموسيقى مرة أخرى، والقرص المدمج مستدير ومسطح تُخزن عليه الموسيقى **الرقمية** وغيرها من البيانات والمعلومات على صورة رموز أعداد **رقمية**.

توصل العالم الأمريكي، جيمس ت. رسل في ستينيات القرن العشرين إلى طرق أفضل للاستماع إلى الموسيقى، ونظرًا إلى أن رسل كان من هواة الاستماع إلى الموسيقى، فقد شعر بخيبة أمل من نوع تسجيل موسيقى **الفوجوغراف وطريقتها**.

و عرف أيضًا أن الاستماع إلى التسجيلات مرة تلو الأخرى، يؤدي إلى تآكل في الأسطوانات. وللاستماع إلى التسجيلات، كان لا بد من اتصال إبرة تسمى ستايلوس بالقرص، وهذا من شأنه إحداث خدوش فيه.

لذا رغب رسل في الاستماع إلى الموسيقى عن طريق نظام لا يستعمل الإبرة، وعلم أن بإمكانه استعمال شعاع من الضوء بدلًا من الإبرة لإنتاج الصوت، و عرف أيضًا أن بإمكانه تسجيل الصوت رقميًّا باستعمال الأرقام المرمَّزة؛ إذ إن المعلومات المخزَّنة رقميًّا تحتل مساحة صغيرة جدًّا.

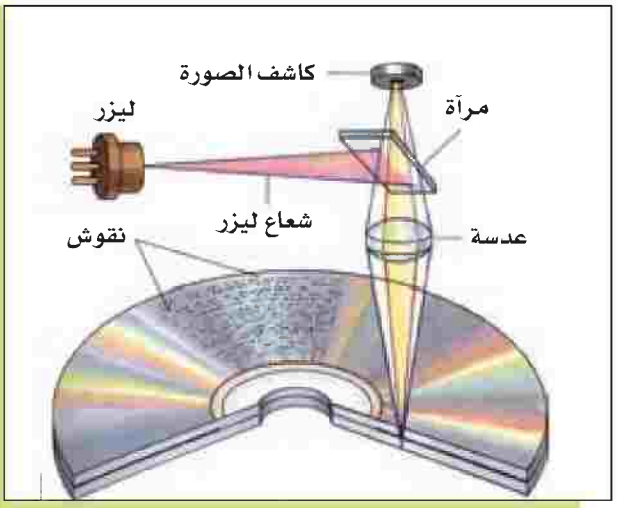
عـام 1970م، سجَّـل رسـل **بـراءة اختـراع** أول قرص مدمج، ثـم باع تقنيته هـذه إلى شركات عـدَّة، فأدخلت شركات سونـي وفيليبس القرص المدمـج إلى كل مـن اليابـان وألمانيا عـام 1982م، وفي العـام اللاحق، انتشر القرص المدمج في أنحـاء أوروبا كلهـا إضافة إلـى الولايات المتحدة.

وفـي منتصـف تسعينيـات القـرن العشريـن، حلَّ القرص المدمج على نحوٍ كبيـر محـل أسطوانـات الفوجوغـراف، **وأشرطـة التسجيـل (الكاسيـت)**، وقـد ساعد تطوير مشغلات الأقراص المدمجة، المحمولة التـي توضع في السيارات، على انتشارها بصورة واسعة جدًّا.

واليـوم، يستمع كثير مـن الناس إلى الموسيقـى بأجهـزة مشغـلات **الوسائط المتعددة المحمولة** التي تستطيع تخزين الموسيقـى رقميًّا، وتُدار هـذه المشغلات فـي الغالـب بالبطاريـة، ونظـرًا إلـى صغـر حجمهـا، فيمكن وضعهـا في جيب القميص.

يستطيـع النـاس تخزيـن ملفـات الموسيقـى الرقميـة والاستمـاع إليهـا بوساطـة الحواسيـب، ويمكنهـم أيضًـا تحميل مجموعـة أغانٍ كاملة (ألبوم) من شبكة الاتصالات (**الإنترنت**).

يستطيع الناس فـي أيـامـنـا هـذه، تخزين الموسيقى عـلـى مـشـغـلات الوسائط المحمولة، وترتـيـب الأغـانـي بـالـطـريـقـة الـتـي يرغبون فيها.



نظـرة عن قرب

يخزّن القرص المدمج المعلومات برموز رقمية، ثم يقرأ مشغل الأقراص الرقمية المعلومات بشعاع قوي من أشعة الليزر، في حين تترجم أداة أخرى الضوء المنعكس إلى إشارات كهربائية، تتحول بدورها إلى الأصوات الأصلية.

الرسم المائي (بالتيمبرا)

اكتُشف بعض أفضل الأمثلة على رسوم الكهوف، لإنسان ما قبل التاريخ، في فرنسا عام 1940م.

يعد الرسم إضافة إلى الموسيقى أحد أقدم صور الفنون في التاريخ البشري، ويعود تاريخ أقدم الرسوم المعروفة إلى ثلاثين ألف سنة خلت، وتُظهر معظم هذه الرسوم مشاهد صيد الحيوانات الكبيرة، مثل الخيول، والجاموس، والغزلان.

منذ عصور ما قبل التاريخ، رتَّب الناس الألوان على السطوح أما بطرق تعبر عن أفكارهم أما طرق الرسم في أيامنا هذه، فليست مختلفة عما كانت عليه قبل آلاف السنين. ولصناعة الدهان، يُخلط مسحوق ملون، يُسمَّى **الصبغة** بمادة أخرى.

ثم يُخفف الدهان بمادة تُدعى **المذيب**، مثل التربنتين، وبعد ذلك يوضع الدهان باستعمال الفرشاة أو أي أداة أخرى على السطح المراد الرسم عليه أو طلاؤه.

ويُعد (التيمبرا) واحدًا من أقدم الدهانات، وهي مادة جيلاتينية مثل صفار البيض مذابة في الماء، وقد استعمل المصريون، واليونان، و**الرومان**، القدماء جميعهم دهانات التيمبرا. ولصناعة التيمبرا، يخلط الفنان الماء بصبغة جافة لصناعة المعجون، ثم يضيف إليه البيض الطازج، فيجف المعجون فورًا بسرعة كبيرة، مثله مثل صفار البيض.

ولمَّا كانت معظم السطوح تمتص الدهان بسرعة، فيتعين على الفنان طلاء السطح المراد الرسم عليه بطبقة أو أكثر من مادة خاصة تشبه الدهان تُدعى الأساس.

كانت مادة الأساس التي تناسب الرسم بالتيمبرا خليطًا من الطباشير البيضاء والصمغ.

يبين تفصيل هذه اللوحة الإيطالية من القرن الرابع عشر، أن الرسم بالتيمبرا يوحي بأن اللوحة تشع.

تكون الصور المرسومة بالتيمبرا حادة ودقيقة، وعندما تجف التيمبرا، تتحد بالطباشير والصمغ مكوِّنة سطحًا يبدو كأنه يشع.

استخدم رسامو عصر **النهضة** (A.D 1300's–1500's) التيمبرا في رسم لوحات فنية جميلة لوجوه الأشخاص المهمين، مع الأخذ في الحسبان أن الرسم كان الطريقة الوحيدة لرسم أشكال الناس في حينه، واستخدم الرسامون أيضًا التيمبرا في رسم الشخصيات الدينية مثل لوحات مريم العذراء.

وفي القرن السادس عشر استُبدل الرسم بالدهان الزيتي بدلًا من الرسم بالتيمبرا، وعلى الرغم من ذلك، بقي الرسم بالتيمبرا مستعملًا في الرسوم الدينية زد على ذلك أن كثيرًا من رسامي العصر الحديث، ومنهم ابن شاهان، وأندرو ويث، استخدموا الرسم بالتيمبرا للاستفادة بسبب نعومتها وهدوئها.

تتكون بعض دهانات التيمبرا من خليط الأصباغ، والماء، والطباشير.

حقيقة ممتعة

يمكن تصنيع الأصباغ من الأملاح المعدنية، أو الخضراوات، أو المواد الحيوانية، وقد استخدمت شعوب الأزتيين أجسام بعض الحشرات المجففة في صناعة أصباغ قرمزية تُدعى (كارمين). وقد أحضر الإسبان هذا اللون إلى أوروبا في ثلاثينيات القرن السادس عشر(1530's)، فكان هذا الصِبْغ أغلى مادة يؤتى به من العالم الجديد بعد الفضة.

الرسم بالزيت

تستخدم الرسامة سكين لوحة الألوان في خلط الدهانات الزيتية.

تحضر الدهانات الزيتية بخلط مساحيق **الأصباغ** بزيت نباتي، مثل زيت الكتان. ولا يعلم أحد على وجه التأكيد أين تطورت الدهانات الزيتية، وقد اكتشف العلماء أقدم رسم معروف بالدهان الزيتي في أفغانستان عام 2008م، ويعتقد **علماء الآثار** أن هذا الرسم قد رُسم في منتصف القرن السابع قبل الميلاد تقريبًا.

يعود الرسم بالزيت في شمال أوروبا إلى القرن الثاني عشر على الأقل، وفي القرن السادس عشر بدأ الرسامون باعتماد الدهان الزيتي وسيلة رئيسة لأعمالهم.

وقد انتشرت شعبية الرسم بالدهان الزيتي بسرعة كبيرة في أنحاء أوروبا جميعها، بدلًا من الرسم بالتيمبرا بصورة كلية تقريبًا.

وقبل تطور الرسم الزيتي، كان الحصول على كثير من ظلال الألوان– التدرج في اللون– مستحيلًا. وعلى عكس الرسم بالتيمبرا، يمكن مزج الدهانات الزيتية على لوحة الدهان لجعل التدرُّج بين الألوان الداكنة والفاتحة، وكذلك بين الألوان المختلفة سلسًا، إضافة إلى أن الدهانات الزيتية تجف ببطء أكثر من التيمبرا؛ وهذا يسمح للرسام أو الفنان بالعمل بصورة مستمرة، لإتقان الرسم أو الصورة.

غالبًا ما يبدأ الفنانون بوضع طبقة رقيقة من الدهان الزيتي على سطح القطعة المراد الرسم عليها؛ فمن شأن ذلك أن يكون أساسًا للطبقات الأخرى من الدهان، إضافة إلى أنه يساعد على تحديد الألوان، وقد استخدم الرسام المشهور ليوناردو دافنشي قاعدة من اللون الرمادي الأخضر أسفل لوحاته الشهيرة الموناليزا.

كانت لوحات الفنان جان فان أيك، مثل لوحة جيوفاني أرنولفيني وزوجته جيوفانا جينامي (1434م)، مشهورة لتفاصيلها الواقعية.

يستخدم بعض الفنانين تقنيات رسم خاصة؛ إذ يضعون طبقة سميكة من الدهان الزيتي لتصبح ثلاثية الأبعاد، فضلاً على أنها تحافظ على ضربات الفرشاة من **سكين الدهان**.

كان الرسامون الأوروبيون في بداية ممارستهم الرسم الزيتي يركزون على جسم الإنسان في المناظر الدينية والبطولية، عاملين بجد وجهد عظيمين لإبداع رسوم بتفاصيل دقيقة؛ لذا درس رسامو **عصر النهضة** الجسم البشري ليتمكنوا من إبداع رسوم للشخصيات الإنسانية على القماش نابضة بالحياة، ومع نهاية القرن التاسع عشر، نشأت في أوروبا حركة فنية جديدة سُمِّيت **الانطباعية**، حيث فضَّل الرسامون الانطباعيون رسم مناظر من الحياة اليومية؛ ولهذا غالبًا ما كانوا يعملون في الخارج، ولم يخلطوا الألوان مثل الفنانين العظماء، ولكنهم استخدموا الدهان بضربات الفرشاة القصيرة والألوان النقية بدلًا من ذلك؛ ما أدى إلى إيجاد تأثيرات قوية لتموُّجات الألوان، وقد ركز الرسامون الانطباعيون على التأثيرات الانطباعية الكلية بدلًا من التفاصيل، وغالبًا ما كانت رسومهم تتوهج مع الضوء.

وقد استُعمل الرسم بالزيت طوال القرن التاسع عشر، وكان على الرسامين الانتظار حتى بداية القرن العشرين لاختراع نوع جديد من الدهان وفَّر لهم خيارات أكثر في أساليب رسومهم.

كان الرسام فنسنت فان كوخ فنانًا عظيمًا في استخدام الألوان والقماش، كما تظهر الصورة إلى اليسار، ليلة النجوم التي رسمها عام 1889م.

الرسم بالشمع (الأكريليكي)

يُعدُّ استعمال الدهان الشمعي (الأكريليكي) أسهل من استعمال الدهانات الأخرى وأكثر امانًا منها، فهو قد يشبه الألوان الزيتية أو المائية، ويمكن غسله بالماء والصابون.

تعد الدهانات الشمعية (**الأكريليكية**) واحدة من أحدث التطورات في مواد الدهان، وقد شاعت هذه الدهانات بسرعة كبيرة فور تطويرها في خمسينيات القرن العشرين.

وفي بداية القرن العشرين، استخدم فنانان مكسيكيان يدعيان ديغو ريفيرا وجوزيه كليمنت أورزوكو، تقنية رسم جديدة، تُسمَّى اللوحات الجِصِّيَّة (**فريسكو**). استخدم الجِصُّ أول مرة على يد فناني **عصر النهضة**. وكانت هذه اللوحات المسماة فريسكو تُرسم فوق سطح رطب من **البلاستر** أو **الجصّ**.

ومن الأمثلة على الرسم بالجص، ما رسمه الفنان الإيطالي مايكل أنجلو على سقف كنيسة البابا سيستين في بداية القرن السادس عشر.

وفي بداية عشرينيات القرن الماضي، استخدم الفنانان ريفيرا وأوروزكو تقنيات الفريسكو في رسم **جداريَّات** (murals)، أو لوحات على السقوف، غير أن هناك عوامل في المكسيك؛ كأشعة الشمس، والمطر، والهواء الرطب أدت إلى تشقق الدهان وتقشره.

ونظرًا إلى محدودية المواد المتوافرة لدى رسامي الجداريات المكسيكيين وإحساسهم بالإحباط، فقد بداؤا بتجربة دهانات صُنعت من مواد مختلفة، وفي عام 1936م نظم الفنان المكسيكي ديفيد سيكيروس ورشة فنية في مدينة نيويورك لتجربة الدهانات **الصناعية** (التي صنعها الإنسان).

وفي منتصف خمسينيات القرن العشرين، طوَّر الباحثون في الولايات المتحدة الأمريكية طريقة لخلط نوع من اللدائن (البلاستيك) يُسمَّى (راتنج الأكريليك) بمذيب لإنتاج الدهان الأكريليكي، ولهذه الدهانات الأكريليكية فوائد كثيرة؛ فهي على عكس الدهان الزيتي، لا تتفاعل مع سطوح الدهان، وهذا

يعني عدم الحاجة إلى وضع دهان الأساس قبل البدء بالرسم.

يمكن أيضًا استعمال الدهان الأكريليكي على أي سطح تقريبًا، وهو صلب جدًّا، ويجف بسرعة كبيرة، وبجفافه يصبح مقاومًا قويًّا للماء، ويمكن استعماله في كثير من أساليب الرسم؛ فمثلًا، يستطيع الفنان استعمال الدهان الأكريليكي لرسم رسوم تكاد تكون متطابقة مع الرسوم الزيتية، ويستطيع الرسام أيضًا تخفيف الدهان الأكريليكي بالماء لرسم رسوم تشبه رسوم الألوان المائية.

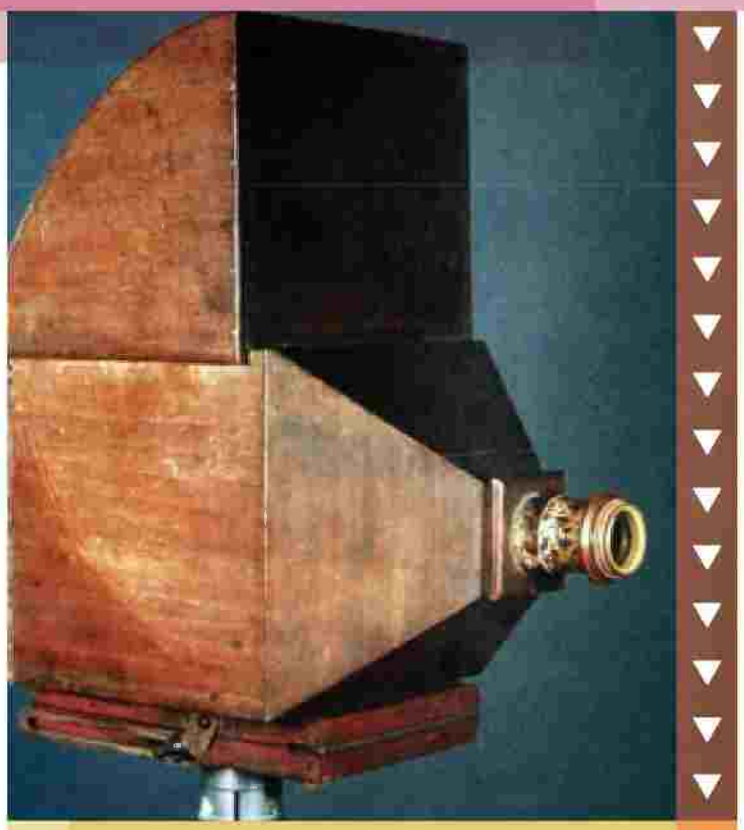
ونظرًا إلى أن الدهانات الأكريليكية تعتمد على الماء، فإنها أقلُّ خطرًا من الدهانات الزيتية بكثير، ويستطيع الرسام تنظيف الفرشاة بالماء بدلًا من المذيبات الأخرى الضرورية لإزالة الدهان الزيتي عنها.

صورة للفنان ريفيرا، أُخذت عام 1943م، الذي اشتهر بلوحاته الجدارية التي تمثل الحياة والتاريخ المكسيكي.

ويستطيع الناس اليوم اختيار دهانات التيمبرا، أوالزيتية، أوالأكريليكية لتتناسب مع الطريقة التي يرغبون في استعمالها في رسومهم، وعلى الرغم من عدم تغير المواد المستعملة في الدهان بصورة كبيرة، فإنها استعملت بطرق لا تحصى في إبداع رسوم عظيمة وفريدة من نوعها.

استعمل الفنان البرتغالي باولو ريغو عام 1988م الدهان الأكريليكي لرسم الضوء والظلال في لوحة الرقص.

آلة التصوير (الكاميرا) ذات الثقب



هذه الكاميرا ذات الثقب صندوق غير منفذ للضوء، وبداخله عدسة ومرآة.

صوَّر الناس منذ عصور ما قبل التاريخ العالم من حولهم من خلال الفن؛ ففي البداية رسموا الرسوم على جُدُر الكهوف، ولكنهم طوَّروا في وقت لاحق رسومًا وتقنيات رسم جديدة.

وعلى الرغم من أن فن الرسم يعود إلى آلاف السنين، فإن **فن التصوير الضوئي (الفوتوجرافي)**، وفن **الصور المتحركة**، يُعدان من الفنون الحديثة العهد نسبيًّا.

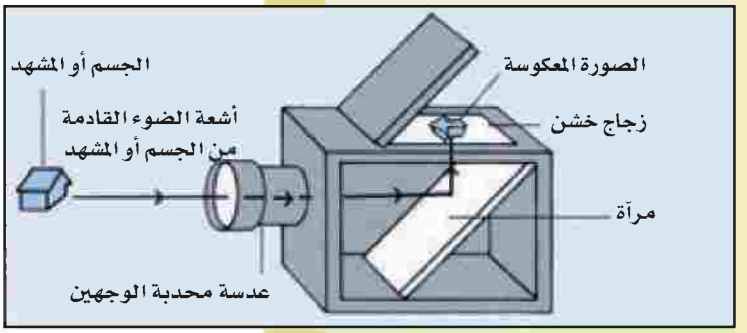
يعود تاريخ التقاط الصور إلى ما قبل ألفي سنة، وكان أحد أهم الاختراعات في ذلك **الكاميرا ذات الثقب**، وهي صندوق يمكنه إعادة تكوين صورة الشيء باستعمال الضوء.

ففي القرن الخامس قبل الميلاد، اكتشف فيلسوف صيني يدعى مودي اكتشافًا مهمًّا جدًّا، فقد لاحظ أنه عندما ينعكس الضوء عن جسم، ويمر هذا الضوء المنعكس من خلال ثقب دبوس (ثقب صغير جدًّا)، يتكون للجسم صورة معكوسة على جدار مجاور.

وفي عام 330 قبل الميلاد تقريبًا، لاحظ الفيلسوف اليوناني أرسطو الشيء نفسه في أثناء حدوث كسوف الشمس؛ الذي يحدث عندما تبدو الشمس معتمة ويمر القمر بين الأرض والشمس. فعندما كان أرسطو جالسًا تحت شجرة في أثناء حدوث الكسوف، لاحظ مجموعة من صور الشمس على الأرض، حيث تسببت حركة أوراق الشجرة في تكوين فتحات صغيرة عملت عمل الثقوب الصغيرة بالنسبة إلى أشعة الشمس.

نظرة عن قرب

تعد الكاميرا ذات الثقب الجيلَ السابق للكاميرا الحالية، وكانت مكونة من صندوق غير منفذ للضوء يوجد عند أحد طرفيه ثقب صغير، وكان الضوء، المنعكس عن الجسم يدخل الكاميرا من خلال عدسة تركز أشعة الضوء على شكل صورة داخل الصندوق، وتحدِّد أشعةُ الجزء العلوي من الجسم الجزءَ السفلي من الخيال، أو الظل، في حين تحدّد أشعةُ الجزء السفلي من الجسم الجزءَ العلوي من الخيال، أو الظل؛ لذا تبدو صورة الجسم مقلوبة.

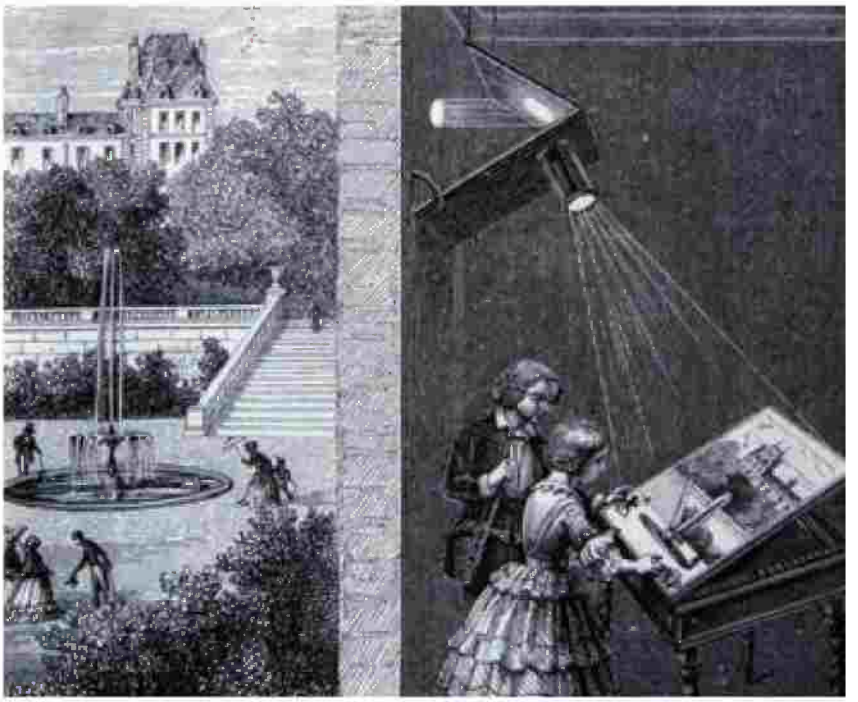


وبعد اكتشاف أرسطو هذه الملاحظة، أجرى تجارب بتمرير أشعة الشمس من خلال ثقب مربع خلفه أرضية سوداء، فوجد أن صورة الشمس بقيت مستديرة، وقد مهَّد وصفه لهذه التجربة الطريق أمام الكاميرا ذات الثقب.

استطاع المخترعون في نهاية المطاف صناعة صناديق يمكنها **عرض الصور**. وفي القرن السادس عشر، أضيفت المرآة والعدسات إلى الكاميرا لعكس الصورة وجعلها معتدلة، وأصبح بالإمكان التحكم في حجم الثقب أيضًا.

ولسوء الطالع، لم يكن بإمكان هذه الكاميرا سوى عرض الصور فقط، غير أن الناس توصلوا في القرون الثلاثة اللاحقة إلى تطوير أساليب مكَّنتهم من جعل هذه الصور دائمة.

تظهر الصورة المأخوذة عام 1887م طفلين يشاهدان منظرًا من الخارج بوساطة الكاميرا ذات الثقب.



آلة التصوير (الكاميرا)

كانت طريقة ألواح الفضة أول طريقة عملية شعبية في التصوير الضوئي (الفوتوجرافي)، حيث شاعت صورها ما بين الأربعينيات والخمسينيات من القرن التاسع عشر.

في عام 1717م، توصل عالم ألماني يدعى جوهان شولتز إلى اكتشاف مهم جدًّا، فقد لاحظ أن أملاح الفضة كانت تَسْوَدُّ عند تعرضها للضوء، وبعد خمسين سنة من هذا الاكتشاف، توصل عالم سويدي يدعى كارل شييل إلى أنه بالإمكان جعل التغيرات التي تحدث لأملاح الفضة دائمة عند تعرضها للضوء بالمعالجة الكيميائية، وقد أدت هذه الاكتشافات إلى تطور التصوير **الفوتوجرافي**.

وفي عام 1826م، ابتكر عالم فرنسي يدعى جوزيف نيبس طريقة لالتقاط صور دائمة داخل **الكاميرا ذات الثقب**؛ فقد أخذ لوحة معدنية وطلاها بمادة كيميائية حساسة للضوء لتعمل عمل **الفيلم** الذي ستتكون عليه الصورة التي ستُلْتقط بالكاميرا، ثم وضع نيبس اللوحة في الكاميرا، وظهرت–بعد ثماني ساعات–صورة المنظر المقابل للشباك، فكانت أقدم صورة في العالم مازالت موجودة حتى الآن.

بعدئذٍ، طوَّر فنان فرنسي يدعى لويس داغير عملية نيبس؛ فوضع في ثلاثينيات القرن التاسع عشر صفيحة من النحاس مطلية بالفضة داخل الكاميرا ذات الثقب، ثم أخذ الفيلم وظهَّر الصورة عليه ببخار الزئبق الساخن (فلز سائل)، ثم عالج الصورة في آخر خطوة بملح الطعام كي لا تتلاشى.

سُمِّيت صور داغير بصور (**داغيروتيب**)، احتاجت تلك الصور في البداية إلى **التعرض للضوء** داخل الكاميرا مدة (5–40) دقيقة، وقد جرى في وقت لاحق تحسين العملية ما أدى إلى خفض الحاجة إلى التعرض للضوء إلى أقل من دقيقة.

وفي عام 1839م، أعلن مخترع إنجليزي يدعى وليام هنري فوكس تالبوت عن تطويره ورقًا حسَّاسًا للضوء، وكان هذا الورق ينتج صورًا **سالبة** تُظهِر أماكن الظل والضوء بصورة معكوسة، ثم يُصار إلى الحصول على الصورة الموجبة الفعلية بعد ذلك.

وقد سمَّى أحد أصدقاء فوكس تالبوت اختراعه (photography) التصوير، ويعني باليونانية (الكتابة أو الرسم بالضوء)، واقترح صديق تالبوت أيضًا استعمال مادة كيميائية لجعل الصورة دائمة، فأخذ داغير وفوكس بالنصيحة واستعملا المادة الكيميائية لتثبيت صورهما.

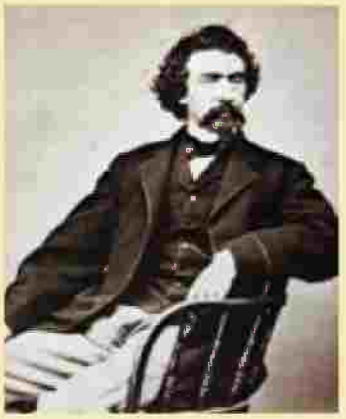
أنتجت طريقة داغير صورًا أفضل من ورق تالبوت الحسَّاس للضوء، وعلى الرغم من ذلك أصبحت طريقة فوكس تالبوت في تحويل الصور السالبة إلى صور موجبة أساسًا للتصوير الحديث، وكان من فوائدها إمكانية طباعة صور عدَّة من الصورة الواحدة عند تعريض الفيلم للضوء مرة واحدة بحيث يصبح بالإمكان وضع هذه الصور في الكتب، أو في أي مواد مطبوعة أخرى.

وفي السنوات اللاحقة، تطورت تقنية الكاميرا في كثير من المجالات؛ فقد أدى التصميم الجديد للعدسات، وأساليب تثبيت الصور، إلى جعل عملية التصوير أكثر بساطة.

يظهر في الجزء الأيمن البعيد، وليام هنري فوكس تالبوت، وهو يعد الكاميرا للتصوير.

وقد حسَّن اختراع الكاميرات **الرقمية**، في منتصف القرن العشرين أساليب التصوير بصورة أفضل. (انظر الصفحتين 42–43)

ماثيو برادي



كان ماثيو ب. برادي (1823–1896م) مصوّرًا أمريكيًّا مشهورًا، فقد عُرف واشتُهر بالتقاط صور الحوادث والشخصيات التاريخية. وقد افتتح مشغلاً (أستديو للتصوير) في مدينة نيويورك عام 1844م.

ومع حلول عام 1851م، ضعفت قوة إبصاره إلى درجة كبيرة، و لم يعد قادرًا على استعمال الكاميرا والتقاط الصور؛ لذا استأجر مصوّرين لمساعدته، ويُذكر أنه استأجر في أثناء الحرب الأهلية مئة مصور التقطوا آلافًا من صور ساحات المعارك والحياة في المخيمات، وبالإضافة إلى ذلك اشتهر برادي أيضًا بصوره التي التقطها للرؤساء الأمريكيين.

تظهير الشريط التصويري (الفيلم)

حتى عام 1871م، كان على المصورين حمل غرفة تظهير الأفلام معهم أينما ذهبوا.

في منتصف القرن التاسع عشر، بدأ مصور بريطاني يدعى فريدريك س. أرتشر بتحسين عملية التقاط الصور، أو التصوير؛ فقد رغب في الحصول على صور واضحة تنتج **بأسلوب داغير**، وفي الوقت نفسه رغب في إمكانية الحصول على الصور من الصور السالبة الأصلية.

غطى أرتشر صفيحة من الزجاج بمادة جعلتها حساسة للضوء، ثم وضع الصفيحة داخل الكاميرا وعرَّضها للضوء، ومن ثمَّ ظهَّر الصورة، في الرقت الذي كانت فيه الصفيحة مازالت رطبة، فكانت النتيجة صفيحة زجاجية عليها صورة **سالبة** واضحة جدًّا ودائمة، يمكن استعمالها بسهولة للحصول على الصور الإيجابية، وقد عرفت هذه التقنية فيما بعد **بتظهير الصفيحة الرطبة**.

كان على المصوِّرين الذين يستخدمون هذه التقنية تظهير الصورة مباشرة بعد القيام **بعملية التصوير**؛ لذا كانوا في حاجة إلى غرفة معتمة للضوء ليحافظوا على الصفيحة رطبة خلال عملية التصوير والتظهير، وقد كان بعض المصورين يحملون غرفهم المعتمة معهم على عربة تجرها الخيول أينما ذهبوا.

وفي عام 1871م، اخترع طبيب بريطاني يدعى ريتشارد مادوكس طريقة جديدة لتظهير الصور؛ حيث استعمل مستحلبًا جيلاتينيًّا يجف على لوحة التصوير قبل تعرُّضه للضوء، وقد عرفت هذه الطريقة لاحقًا **بطريقة الصفيحة الجافة**.

لذا، مكَّنت هذه الطريقة الجديدة المصورين من الانتظار قبل تظهير الصور؛ أي عدم الحاجة إلى حمل الغرف المعتمة أينما ذهبوا.

وقد غيرت طريقة الصفيحة الجافة تصميم الكاميرا؛ فقبل اختراع هذه الطريقة كان على المصورين توفير الصفيحة السالبة والموجبة من الحجم نفسه.

كاميرا الكوداك الظاهرة في هذا الإعلان الذي يعود تاريخه إلى عام 1889م، جعلت عملية التصوير شائعة بين الهواة.

كاميرا الكوداك

«اضغط على الزر، وعلينا الباقي»

(أو بإمكانك القيام بهذا بنفسك)

هذه الكاميرا الوحيدة التي يمكن استعمالها دون الحاجة إلى تعليمات استعمال. اطلب كُتيب التعليمات والتشغيل، إنه مجاني. كاميرا الكوداك معروضة للبيع في محال التصوير ومستلزماته جميعها.

شركة إيستمان للأفلام والصفائح الجافة.

السعر ($25.00) تحتوي على أفلام لتصوير مئة صورة. وسعر إعادة تعبئتها ($2.00).

روتشستر، نيورك

أما الآن، فقد أصبح باستطاعة المصورين تكبير الصور **بإسقاط** الصورة **السالبة** على الورق المغطى بالجيلاتين، وهذا يعني أن بالإمكان تصغير الصورة السالبة، الأمر الذي أدى إلى تصغير حجم الكاميرات.

ومع نهاية القرن التاسع عشر، توصل مخترع أمريكي يدعى جورج إيستمان إلى اختراع أول **فيلم** ملفوف داخل علبة. وعلى العكس من الصفيحة الجافة، فقد كانت لفة الفيلم مرنة وخفيفة الوزن، إضافة إلى أن بإمكان الصفيحة الجافة تصوير صورة واحدة، في حين كان بإمكان لفة فيلم إيستمان تصوير نحو مئة صورة.

وفي عام 1888م، عرض إيستمان كاميرا كوداك التي كانت على صورة صندوق، وكانت محملة بلفة الفيلم الجديد، وعندما ينتهي المصور من التقاط صوره، يرسل الكاميرا إلى مختبر تظهير الصور، ثم تُعاد الكاميرا مع الصور إلى صاحبها، وقد وُضِعَ فيها لفة فيلم جديد.

لقد حقَّقت كاميرا كوداك نجاحًا مباشرًا، إضافة إلى أنها ألغت الحاجة إلى قيام الشخص بتظهير أفلامه بنفسه، بحيث جعل عملية التصوير ممكنة لأي شخص.

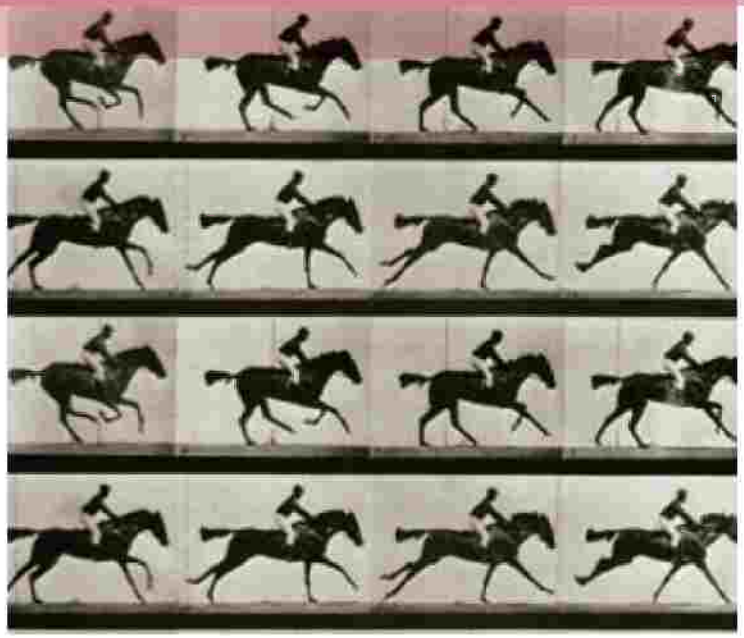
وأخيرًا، أدَّى تطور الكاميرات ومواد الأفلام إلى بروز نوع مهم وجديد من الفنون، سُمِّي **الصور المتحركة**.

جورج إيستمان

كان جورج إيستمان (1854-1932م) مخترعًا ورجل أعمال أمريكيًّا، وقد انتقل عام 1860م إلى روتشستر في نيويورك، ثم طوَّر بعد ذلك صفيحة التصوير الجافة، ما أدَّى إلى تصنيعها عام 1880م.

وفي عام 1888م، عرض الكاميرا التي تستعمل أسطوانة من الفيلم الجيلاتيني. وفي بداية القرن العشرين، أصبحت شركة إيستمان كوداك أكبر شركة منتجة للكاميرات وأفلام التصوير.

الصور المتحركة



في عام 1878م استعمل إدوارد مايبريديج صفًّا من الكاميرات لالتقاط صور متحركة لحصان يعدو في مضمار.

بعد تطور **التصوير** في القرن التاسع عشر، خطر ببال المخترعين تطوير تقنية تجعل بالإمكان إنتاج صور متحركة على **الفيلم**، سرعان ما ولدت بعد ذلك صناعة **الصور المتحركة**.

أما عملية الصور المتحركة، فهي تمرير مجموعة من الصور التي تبدو متحركة عندما تمرر من خلال **عارض الأفلام**، أو عارض الصوت والصورة (الفيديو)، وقد سبق أن سجلت هذه الصور فوق فيلم يسمى سيليولود.

كان إدوارد مايبريديج مصورًا بريطانيًّا يعمل في كاليفورنيا في نهاية القرن التاسع عشر، وقد أنتج أول مجموعة صور متحركة بنجاح ما بين العامين 1877م و 1878م، ثم التقط مجموعة من الصور لحصان يركض، بوضع صف من الكاميرات يتصل بمصراع كل منها خيط لفتح العدسة وإغلاقها أمام الفيلم داخل الكاميرا، ويستعمل المصراع لتغيير مدة **تعرض** الفيلم للضوء، وعندما كان الحصان يمر أمام الكاميرا، كان يسحب الخيط، ومن ثمَّ يعرِّض الفيلم لضوء الحركة.

ألهم نجاح مايبريديج المخترعين في بلدان عدَّة للقيام بتطوير آلة تسجل الصور المتحركة، ثم عرضها مرة أخرى، وقد أثمرت جهودهم في اختراع نماذج مختلفة من كاميرات، وعارضات الصور المتحركة في منتصف تسعينيات القرن العشرين.

وفي عام 1893م، صنع المخترع الأمريكي توماس أديسون وشركته أول آلة لعرض الصور المتحركة **تجاريًّا**، وقد أطلق أديسون على آلته اسم (كانيتوسكوب)، وكانت هذه الآلة بصورتها الأساسية علبة فيها ثقب صغير يستطيع المشاهد من خلاله مشاهدة مجموعة من الصور من الأفلام باللونين الأبيض والأسود.

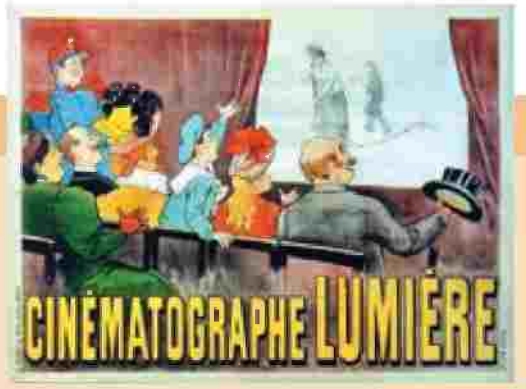
وقد افتتحت قاعات الكانيتوسكوب في مدن عدَّة، ولكن سرعان ما حلت أجهزة عرض الصور الكبيرة مكانها، وقد مكَّنت هذه القاعات عددًا كبيرًا من الجمهور من مشاهدة الفيلم في الوقت نفسه.

وأصبحت مشاهدة الأفلام مناسبة اجتماعية للاستمتاع بوقت الفراغ فبدأ **عارضو الأفلام السينمائية** بالترحال إلى البلدات والمدن الصغيرة لعرض أفلامهم، وعرض الحكايات الشعبية في قالب تمثيلي وإعادة عرض مجريات الأحداث في الأخبار.

لم تتضمن الأفلام الأولى تسجيلات صوتية، وغالبًا ما كان يصاحب العرض **عازف بيانو**، أو من يحكي أحداث الفيلم، وكان أبطال الفيلم في أفلام أخرى يصفون الأحداث خلال عرض خاص، وفي وقت لاحق طُبعت الأحداث، أو وُصفت في سطور أسفل الشاشة، وكان من السهل ترجمة هذه السطور إلى لغات أخرى من أجل عرض الفيلم عالميًّا.

تحقق الأفلام السينمائية الحديثة مجموعة من الأهداف، منها أن الناس يشعرون بالسعادة عند تسجيلهم أفلامًا تسجل الحوادث **بكاميرات صغيرة**، في حين تستطيع الأفلام الوثائقية أيضًا عرض المعلومات التربوية بطريقة تمثيلية ومسلية في الوقت نفسه، أما محطات التلفزة وشركات التلفاز السلكي، فتوظِّف الأفلام السينمائية لتثقيف الجمهور والمشاهدين والترفيه عنهم، وقد تطورت **صناعة السينما** في الوقت الحاضر بصورة كبيرة جدًّا ومتنامية.

كانت الكانيتوسكوب آلة محدثة مبهرة، وكانت أعجوبة عام 1894م فيلم مدته خمس ثوانٍ لرجل يعطس!



نظرة عن قرب

اخترع علماء العالم أداة تلتقط الصور السينمائية وتعرضها، ومن هؤلاء المخترعين: توماس أرمات، توماس أديسون، س. فرانسيس جنكنز، وودفيل لاثام وجميعهم من الولايات المتحدة، وكان من بين هؤلاء المخترعين: وليام فريزي غرين، ووروبرت و. بول من بريطانيا، وضمت قائمة المخترعين أيضًا: إتني جولي ماري، وإخوة لويس جان، وأوجست لوميير من فرنسا. وفي الثامن والعشرين من ديسمبر عام 1895م، عرض الإخوة لوميير فيلمًا سينمائيًا في مقهى بباريس، وتجدر الإشارة إلى أن توماس أديسون اقتبس فكرة عارض الأفلام من أرمات، وعرض فيلمًا سينمائيًا أول مرة في قاعة الموسيقى في مدينة نيويورك في الولايات المتحدة في الثالث والعشرين من أبريل عام 1896م.

الرسوم المتحركة

ومع ازدياد شعبية **الصور المتحركة**، بدأ صُنَّاع الأفلام والفنانون البحث عن تقنيات جديدة لإيجاد الحركة في **الأفلام**. وكان من إحدى هذه التقنيات **الرسوم المتحركة** التي أصبحت فنًّا قائمًا بذاته، وقد مكنت هذه التقنية صُناع الأفلام من إظهار ما لم يكن باستطاعتهم عرضه في الأفلام الحية.

في بداية القرن التاسع عشر، ابتكر المخترعون في العالم أجهزة متنوعة لعرض الرسوم المتحركة؛ مثل، phenakiscope الصورة العلوية، و praxioscope الصورة السفلية.

وقد اخترع عالم بلجيكي، يدعى جوزيف أنطون بلاتو في نهاية القرن التاسع عشر، أولَ مثال على الرسوم المتحركة، وقد سبق بذلك الأفلام المتحركة بوقت طويل.

وكان قد اخترع عام 1832م، لعبة تسمى (phenakistoscope)، التي كانت مكوَّنة من قرص به ثقوب ويُحمل باليد، وكانت على أحد جانبيه سلسلة من الرسوم التي تبدو متحركة عندما يوضع القرص أمام مرآة ويدار، وقد كان هذا الجهاز وغيره من الأجهزة المشابهة المقدمات لأفلام الرسوم المتحركة.

كان صُنَّاع الرسوم المتحركة في أيامهم الأولى يرسمون سلسلة من الرسوم أو الأشياء صورة صورة، وكان مكان الجسم يُغيَّر بمقدار بسيط لكل **إطار** جديد على الفيلم، وعندما يعرض شريط الفيلم بوساطة **عارض** الصور، كانت الصور تظهر كأنها تتحرك.

وفي عام 1914م، بدأ مخترع أمريكي يدعى جون راندولف براي تغيير طريقة إنتاج الرسوم المتحركة، حيث وظَّفت مشاغل (ستديوهات) التصوير عددًا كبيرًا من الموظفين للعمل تحت إشرافه؛ لتصبح عملية رسم الرسوم كأنها **خط تجميع** يكون فيه كلُّ عامل مسؤولًا عن جزء محدد من الفيلم.

عمل براي مع راسم الرسوم المتحركة إيرل هوري الذي طور تقنية

لفصل الرسوم المتحركة عن خلفيتها، وكان من شأن هذه التقنية أن تتيح المجال لاستعمالها مرات عدَّة ومتكررة، فما على رسامي الرسوم المتحركة سوى رسم الأجسام أو الأشكال، ومن ثَمَّ توفير الجهد والمال والوقت.

ومع تحسن صناعة الرسوم المتحركة، بدأت مشاغل (ستديوهات) السينما الأمريكية ابتكار شخصيات كرتونية تظهر بصورة منتظمة في أفلام الرسوم المتحركة، ولكن ونظرًا إلى شعبية التلفاز في منتصف خمسينيات القرن العشرين، فقد تناقص الاهتمام بأفلام الرسوم المتحركة الطويلة حتى ستينيات القرن نفسه.

ثم استعادت أفلام الرسوم المتحركة شعبيتها ما بين سبعينيات وتسعينيات القرن العشرين من خلال أفلام، مثل: من الذي احتجز أرنب روجر؟ الحسناء والوحش، الأسد الملك، الحورية الصغيرة، وتعد أفلام الكرتون اليوم أكثر الأفلام السينمائية رواجًا.

ومنذ ثمانينيات القرن الماضي، أنتجت حواسيب الرسوم الكرتونية أكثر الأفلام إثارة على الإطلاق؛ حيث يستطيع منتجو الأفلام إنتاج الفيلم كله بوساطة الحاسوب فقط، ويمكن إضافة الرسوم اليدوية، وكذلك المقاطع الحية إليه أيضًا.

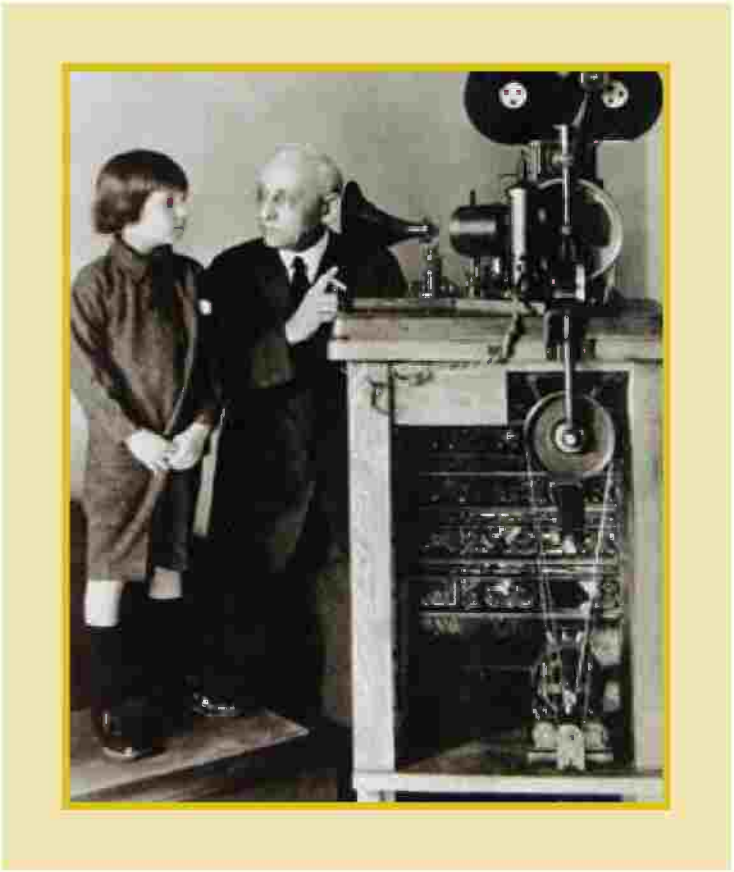
يمكن أن تكون رسوم الحاسوب الحديثة المتحركة نابضة بالحياة تقريبًا.

والت ديزني

كان والت ديزني (1901-1966م) واحدًا من أشهر منتجي الرسوم المتحركة، فقد اخترع الشخصيات الكرتونية المشهورة، مثل: ميكي ماوس، وميني ماوس، ودونالد دك، وجوفي وبلوتو.

أسس ديزني مشغلاً خاصًا به لرسومه المتحركة عام 1923م، وفي عام 1928م، أنتج أول فيلم كرتوني مرفق **بالموسيقى التصويرية**. ومما يُذكر أن ستديوهات والت ديزني أنتجت أعظم الأفلام الكرتونية، ومن ضمنها: دومبو، بامبين وسندريلا. وفي عام 1937م، أصبح فيلمه الكرتوني سنو وايت والأقزام السبعة، أكثر الأفلام شعبية على الإطلاق في تاريخ صناعة السينما.

مسارات الأصوات



المخترع شارل هـوواكـس، يشرح للطفل الممثل كيفية تسجيل صوته على (آلة تسجيل الصوت) عام 1923م.

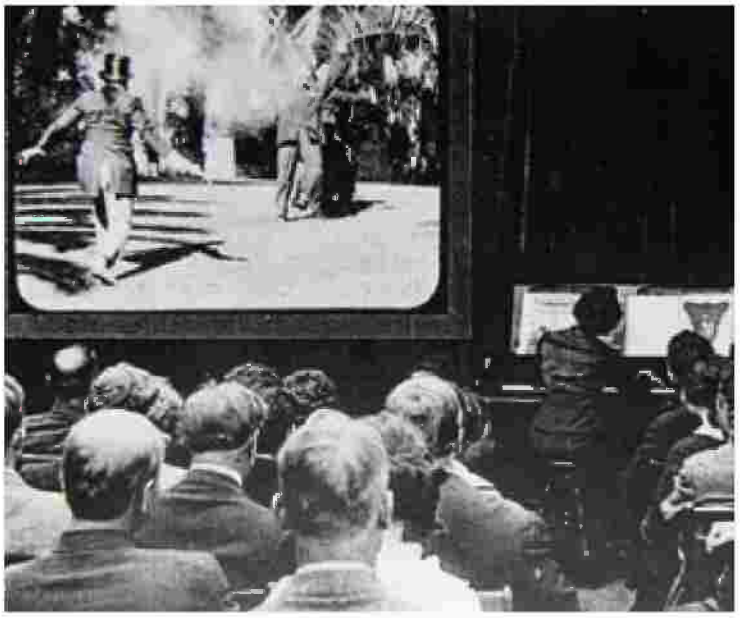
مع ازدياد شعبية **الصور المتحركة**، بحث صُنَّاع الأفلام عن طرق جديدة لتحسين **أفلامهم**، فكانت إحدى الطرق الجديدة إضافة **مسارات الصوت** (**الموسيقى التصويرية**)، فقد كانت الأفلام الأولى صامتة، أو مصحوبة بالموسيقى أو الحديث المباشر، فأصبحت هذه الأفلام الصامتة من الماضي.

ومع بداية القرن العشرين، عمل **المهندسون** في كل من الولايات المتحدة وألمانيا على تطوير طريقة تُضاف بوساطتها تسجيلات الصوت إلى الفيلم. ومع منتصف عشرينيات القرن العشرين، ظهرت الأفلام السينمائية المصحوبة بالصوت المسجل في دور عرض الأفلام.

كان فيلم (مغني الجاز) 1927م، أول فيلم مصحوبًا بالصوت وقد جلب انتباه المشاهدين جميعهم. وعلى الرغم من وجود بعض المناظر المصحوبة بالصوت، فقد دُهش الناس لسماع صوت (آل جولسون) فنان الترفيه الشعبي، وهو يغني ويتحدث في الوقت نفسه، وقد سجل صوت الفيلم على أسطوانة خارجية، وضبطت آليًّا لتتحرك بسرعة الفيلم نفسه.

سرعان ما استبدل نظام الصوت المسجل **بإشارات إلكترونية**، فاستُخدمت هذه الإشارات في تسجيل الصوت مباشرة على شريط الفيلم نفسه، وفي عام 1929م، أصبح نظام استعمال الصوت على شريط الفيلم شائع الاستعمال.

ومع إضافة الصوت إلى الصورة، تعيَّن على صُنَّاع الأفلام تغيير أساليب صناعة الأفلام؛ لذا أصبح من الضروري وضع آلات التصوير في صناديق عازلة



ساعد عازفو البيانو على توفير جو المتعة والانسجام في أثناء عرض الأفلام الصامتة.

يبين الجزء الأيسر من شريط الفيلم مسارات تسجيل صوت الفيلم.

للصوت كي لا تلتقط الضجيج المصاحب لتصوير الفيلم.

يحتاج مخرجو الأفلام إلى تعلم استعمال الصوت بفاعلية، وقد تمكَّن العاملون في **صناعة الأفلام السينمائية** من إدخال مثل هذه التعديلات بسرعة.

غيَّرت تقنية الصوت مدينة **هوليود**؛ إذ أصبحت الأفلام في حاجة إلى كتَّاب حوار، وممثلين، ومدرِّبين على استعمال الأصوات؛ لذا عانى عدد من ممثلي الأفلام الصامتة المشكلات الناجمة في أثناء مدَّة الانتقال من الأفلام الصامتة إلى الأفلام الناطقة، واكتشف بعضهم أنهم غير مرغوب فيهم بسبب عدم تناسق أصواتهم مع مظهرهم.

في عام 1940م، كان فيلم والت ديزني الكرتوني (Fantasia) أول فيلم سينمائي يستعمل نظام صوت الخلفية، الذي يُعدُّ من المعايير الأساسية في قاعات عرض الأفلام هذه الأيام وعادةً ما توضع السماعات في هذا النظام في صورة دائرة حول المشاهدين، وكانت قبل ذلك توضع أمام شاشة العرض فقط، وبوجود هذا النوع من أنظمة الصوت، يحس المشاهدون بالصوت قادمًا إليهم من الاتجاهات جميعها.

تعد جودة صوت الفيلم هذه الأيام جزءًا أساسيًا من جودة الفيلم.

آلات التصوير الرقمية

مع توافر التصوير الرقمي يتأكد الناس لديهم من جودة صورهم حال التقاطها.

مع نهاية القرن العشرين، طوَّر العلماء الكاميرات **الرقمية للتصوير العادي والتصوير السينمائي**؛ حيث تخزن هذه الكاميرات الصور على هيئة رموز رقمية وليس على شريحة فيلم، على نحو ما كان معروفًا في الماضي.

لقد استخدم العلماء التصوير الرقمي منذ خمسينيات القرن العشرين، ولكن في عام 1975م، اخترع مهندس أمريكي يدعى ستيفن ساسون أول **كاميرا رقمية للصور الثابتة**، وقد عمل ساسون مع شركة إيستمان كوداك التي صنعت **كاميرا** على صورة صندوق بداخله لفة فيلم في عام 1888م.

تستعمل كاميرات الصور الرقمية الثابتة شريحة **إلكترونية** لتخزين الصور، ثم يمكن تحميل الصور على الحاسوب أو شاشة التلفاز، ومشاهدتها ثم طباعتها.

كانت الكاميرات **الرقمية الأولى** غالية الثمن، ولم تكن صورها واضحة وضوح صور الأفلام العادية؛ لذا لم تكتسب شعبية كبيرة، ولكن مع تطور التقنية وانخفاض الأسعار، ارتفعت مبيعات الكاميرات الرقمية بصورة لافتة، وفي منتصف تسعينيات القرن العشرين تحول معظم مصوري الأخبار إلى الكاميرات الرقمية، ثم تبعهم المصورون التجاريون.

ومع منتصف تسعينيات القرن العشرين، أصبحت الحواسيب الشخصية شائعة في المنازل، وكان كثير من هذه الحواسيب مزوَّدًا ببرمجيات رسوم لتحري الصور الرقمية وتخزينها.

وأصبحت **كاميرات الصوت والصورة (الفيديو) الرقمية** في تسعينيات القرن الماضي متوافرة لاستعمال الأشخاص العاديين والمحترفين، وتحول بعض صُنَّاع الأفلام إلى الكاميرات الرقمية أيضًا على الرغم من استمرار وجود الكاميرات العادية.

يُعدُّ التصوير الرقمي تقنية مثيرة للمصورين، وتساعدهم برمجيات الحواسيب على إدخال كثير من التعديلات على الصور الرقمية بطرق لا تحصى؛ حيث يمكن إضافة

أصبح حجم كاميرات الفيديو الرقمية الحديثة بحجم كاميرات الصور الثابتة تقريبًا.

جزء من صورة إلى صورة أخرى، ويمكن تغيير الألوان، أو التصرُّف بها.

وعلى الرغم من هذه المزايا كلها، فإن بعض المصورين يفضلون كاميرات الأفلام التي تتمتع بمزاياها الخاصة، التي لا تتوافر في الكاميرات الرقمية؛ فمثلًا، توفر الكاميرات العادية مدًى حيويًّا ديناميكيًّا أوسع مما توفره الكاميرات الرقمية، والمدى الديناميكي هو القدرة على التقاط التفاصيل الساطعة والمعتمة جدًّا في الوقت نفسه وعلى الفيلم نفسه، وهذا ما لا توفره الكاميرات الرقمية.

نظرة عن قرب

توفر الكاميرات الرقمية مزايا عدة لا توفرها كاميرات الأفلام؛ فهي توفر للمصور الاطلاع على الصور فور التقاطها، وإذا كانت الصورة غير مناسبة، فبإمكان المصور مسحها ببساطة وإعادة التقاط الصورة مرة أخرى، فضلًا على أن الكاميرات الرقمية أقل كلفة من الكاميرات العادية؛ إذ لا يحتاج صاحب الكاميرا إلى شراء لفة الفيلم، أو تظهير الصور، إضافة إلى أنه يمكن إرسال الصور الرقمية بوساطة البريد الإلكتروني، وتحميلها على شبكة الاتصالات (الإنترنت)، أو حتى طباعتها في البيت، زد على ذلك أن الكاميرات الرقمية تُمكّن المصورين من تحميل الصور على الحاسوب، ثم تحريرها، في حين أن كلًّا من هذه التعديلات يحتاج إلى لفة فيلم جديدة في كل حالة عند استعمال الكاميرات العادية.

تواريخ مهمة في الفنون

- **قبل 30.000 سنة ق.م. تقريبًا**، عُثر أول مرة على رسوم الكهوف في أستراليا، وفرنسا، وإسبانيا، وإيطاليا، والبرتغال.
- **قبل 10.000 سنة ق.م. تقريبًا**، صنع الناس القيثارة من العظام الجوفاء.
- **قبل 200 سنة ق.م. تقريبًا**، صمَّم المهندس اليوناني ستيسيبيوس آلة الهيدرليس.
- **قبل 400 سنة ق.م. تقريبًا**، اكتشف الفيلسوف الصيني مو دي الصور المقلوبة.
- **قبل 330 سنة ق.م. تقريبًا**، وصف الفيلسوف اليوناني أرسطو أول كاميرا ذات الثقب.
- 1300م اختراع الهاربسيكورد.
- 500م استعمل الفنانون الأوروبيون الدهان الزيتي بوصفه الوسيلة المفضلة للرسم.
- 1500م أُضيفت مرآة وعدسة إلى الكاميرا ذات الثقب.
- 1709م اخترع الموسيقار الإيطالي بارتولميو كريستوفوري البيانو فورتي.
- 1826م صوَّر المخترع الفرنسي جوزيف نبسي أول صورة ضوئية (فوتوجرافية).
- 1832م اخترع العالم البلجيكي جوزيف أنطوان بلاتو آلة الفيناكيستكوب.
- 1830م طوَّر الفنان الفرنسي لويس داغير طريقة تصوير سُمِّيت باسمه.
- 1839 طوَّر المخترع البريطاني وليام فوكس تالبوت أوراق التصوير الحساسة للضوء.
- 1851م اخترع المصور البريطاني فريدريك س. أرتشر طريقة الصفيحة الرطبة في التصوير الضوئي (الفوتوجرافي).
- 1871م اخترع الطبيب البريطاني ريتشارد ل. مادوكس طريقة التصوير الضوئي (الفوتوجرافي) بالصفيحة الجافة.
- 1875م اخترع الرسام الأمريكي ألكسندر جراهام بل الأسكتلندي المولد، الهاتف ولاقط الصوت الميكروفون.
- 1877م اخترع توماس أديسون أول حاكٍ (فوجوغراف) عملي.
- 1888م اخترع المخترع الأمريكي جورج إيستمان كاميرا كوداك ذات الصندوق.
- 1896م عرض توماس أديسون أول فيلم للصور المتحركة في الولايات المتحدة.
- 1898م اخترع المهندس الدنماركي فالدمار بولسين مسجل الأشرطة.
- 1932م عرض والت ديزني أول فيلم كرتوني ملون.
- في خمسينيات القرن العشرين، طور الباحثون في الولايات المتحدة الدهانات الأكريليكية.
- 1958م اختُرعت مسجلات وتسجيلات الأصوات المضخمة (الستيريو).
- 1975م طوِّرت أول كاميرا لا تحتوي على فيلم.
- 1982م شاع استعمال الأقراص المدمجة في كل من اليابان وألمانيا.
- 2000م توقفت معظم شركات كاميرات التصوير عن صنع الأفلام.

مسرد المصطلحات

الانطباعية: نقل انطباع الرسام عن المنظر المشاهد بعيدًا عن الدقة والتفاصيل.

الإرسال الإذاعي: ما يمكن إرساله بوساطة المذياع أو التلفاز، برنامج إذاعي أو تلفازي.

الإطار: إحدى الصور المنفردة على شريط فيلم الصور المتحركة.

الأكريليكي: نوع من أنواع الدهان المصنوعة من مواد كيميائية من صنع الإنسان.

الإلكتروني: له علاقة بالإلكترونات.

الإلكترونيات: أجهزة تستخدم الطاقة الكهربائية والترانزستورات، مثل الجوال، والحاسوب، والتلفاز.

شبكة الاتصالات العالمية (الإنترنت): شبكة واسعة من الحواسيب تربط بين الشركات والأعمال والناس حول العالم.

الأُرْغن: آلة موسيقية مصنوعة من أنابيب مختلفة الأطوال، ينتج الصوت فيها عن طريق نفخ الهواء.

موجات الصوت: الموجات التي تنتج من اهتزاز الأجسام.

براءة الاختراع: الحصول على وثيقة حكومية تمنح المخترع الحق المطلق في اختراعه مدة محدودة.

البيانو: آلة موسيقية وترية، يُعزف عليها بضرب الأوتار بمطارق صغيرة.

البيانو الكهربائي: آلة موسيقية كهربائية، يُضخَّم صوت البيانو الكهربائي بوساطة السماعات.

التجاري: له علاقة بالتجارة والأعمال.

تحريك الرسوم: إعداد رسوم كرتونية تبدو متحركة.

التعريض: الوقت الذي يتطلبه تسجيل الصورة الفوتوجرافية على لوحة الفيلم.

التلغراف: آلة تستعمل لإرسال الرسائل بوساطة الأسلاك والتيار الكهربائي.

التيار الكهربائي: حركة الشحنات الكهربائية أو سيرها.

الجداريات: الصور المرسومة على الجُدُر والحيطان.

الحضارة: الأمم والشعوب التي وصلت إلى مراحل متقدمة من التطور الاجتماعي.

الرقمي: المعلومات التي تُحوَّل إلى رموز عددية.

الروماني: له علاقة بروما القديمة أو عاش فيها.

السالب: صورة ضوئية (فوتوجرافية) تظهر فيها المناطق المضيئة والمعتمة معكوسة.

سكين الرسم: سكين رقيقة مرنة تستعمل لخلط ألوان الرسم وللرسم أيضًا.

الصبغة: مادة ملونة عادةً ما تكون على صورة مسحوق تمزج بالماء أو الزيت لصناعة الدهان.

الصناعة: أي فرع من التجارة أو الصناعة أو الأعمال.

الصناعي: ما صنعه الإنسان.

الصور المتحركة: مجموعة من الصور على شريط فيلم يختلف بعضها عن بعض اختلافات بسيطة في الأماكن والأشخاص.

طريقة الصفيحة الجافة: طريقةٌ تحوِّل الجلاتين على الصفيحة الفوتوجرافية إلى صورة.

طريقة اللوحة الرطبة: طريقة يُغطَّى بوساطتها لوح زجاج بمادة غروية ليصبح حسَّاسًا للضوء.

طريقة داغير: أحد أنواع التصوير الأولى التي كانت تتم على صفيحة معدنية، أو أسلوب مشابه للتصوير.

العارض: جهاز يستعمل لعرض الصور على الشاشة.

عالم الآثار: الشخص الذي يدرس الناس وعاداتهم وحياتهم في الأزمنة الغابرة.

عصر النهضة: حركة ثقافية عظيمة بدأت في إيطاليا مع بداية القرن الرابع عشر.

الفريسكو: فن الدهان بالألوان المائية على حائط أو سقف مصنوع من الجبس الرطب.

الفنون الجميلة: الفنون التي تعتمد على الإحساس العام بالجمال.

الحاكي (الفوجوغراف): آلة تعيد تسميع الأصوات المسجلة.

الفيلم: لفة أو صفيحة رقيقة مرنة من المواد، محاطة بمادة تتغير عند تعرضها للضوء.

القرص المدمج: صفيحة مسطحة مستديرة تسجل عليها الموسيقى، أو بيانات الحاسوب، أو أي معلومات أخرى برموز رقمية.

الشريط التسجيلي (الكاسيت): علبة تحتوي على شريط مغناطيسي.

آلة التصوير (الكاميرا) التلفازية: كاميرا تستخدم الكاسيت في تصغير المناظر.

كاميرا الصور الثابتة: آلة لالتقاط الصور الفوتوجرافية.

الكاميرا ذات الثقب: صندوق، أو علبة صغيرة بها ثقب واحد صغير جدًّا.

لوحة الأصوات: صفيحة رقيقة من الخشب تضخم الأنغام الموسيقية.

الليزر: أداة تنتج شعاع ضوءٍ مكثفًا وشديد الحرارة.

المذيب: سائل يمكنه إذابة المواد الأخرى.

مسار الصوت: تسجيلات الأصوات أو الكلمات أو الموسيقى على حافة فيلم الصور المتحركة.

المستحلب: مخلوط من سوائل عدة، يحتوي أحدها على جزيئات صغيرة من سائل آخر، موزعة فيه بالتساوي.

مسجل الأشرطة: آلة تسجل الأصوات والإشارات الكهربائية الأخرى مغناطيسيًّا على شريط.

مشغل الوسائط المحمولة: آلة تحمل باليد للاستماع للموسيقى أو الأحاديث، أو مشاهدة الفيديو.

المضخم: جهاز يجعل الأصوات المسجلة على الأسطوانات والفوجوغراف مسموعة.

المطرقة: إحدى الأدوات التي تطرق أوتار البيانو.

مطرقة دولسمير: أداة موسيقية وترية تشد فيها الأوتار فوق لوحة من جوانبها الأربعة.

المغناطيس الكهربائي: قطعة من الحديد، يلتف حولها ملف فتتحول إلى مغناطيس قوي عند مرور تيار في الملف.

منظم الأصوات: آلة موسيقية إلكترونية تكون عادةً متصلة بلوحة مفاتيح.

المهاجر: الشخص الذي ينتقل إلى بلد غير بلده ليعيش فيه.

المهندس: الشخص الذي يخترع، ويخطط، و يبني كاختراع الآلات وبناء الجسور والأبنية وغيرها.

الهاربسيكورد: آلة موسيقية وترية تشبه البيانو.

هوليود: مدينة صناعة الأفلام السينمائية الأمريكية.

التثبيت: معالجة الصورة الفوتوجرافية على شريط فيلم الصور المتحركة.

يضخم: يجعل الصوت أعلى أو أقوى.

العرض: إسقاط الصورة على سطح أو في فراغ.

مصادر إضافية

الكتب:

- **The Art Book for Children** by the editors of Phaidon Press (Phaidon Press, 2007).
- **Amazing Leonardo da Vinci Inventions You Can Build Yourself** by Maxine Anderson (Nomad Press, 2006).
- **Cave Paintings to Picasso** by Henry M. Sayre (Chronicle, 2004).
- **Dynamic Art Projects for Children** by Denise M. Logan (Crystal Productions, 2005).
- **Great Inventions: The Illustrated Science Encyclo– pedia** by Peter Harrison, Chris Oxlade, and Stephen Bennington (Southwater Publishing, 2001).
- **Great Inventions of the 20th Century** by Peter Jedicke (Chelsea House Publications, 2007).
- The History of the Camera by Elizabeth Raum (Heinemann Library, 2008).
- **Leonardo, Beautiful Dreamer** by Robert Byrd (Dutton, 2003).
- **So You Want to Be an Inventor?** By Judith St George (Philomel Books, 2002).
- **What a Great Idea! Inventions that Changed the World** by Stephen M. Tomecek (Scholastic, 2003)

مواقع إلكترونية:

- Art Games
  http://www.Kids.albrightknox.org

يشرف على هذا الموقع الأبرايت نوكس من متحف الفنون في بافلو من مدينة نيويورك، ويحتوي على أنشطة فنية متعددة لمرح الطلاب في الصفوف من (K – 6).

- History, Arts, and Culture
  http://www.usa.gov/Citizen/Topics/History.shtml

موقع الخدمات والمعلومات الرسمي لحكومة الولايات المتحدة، يتضمن روابط لمتاحف، ومكتبات، ومواقع تاريخية على الشبكة داخل الولايات المتحدة.

- Metropolitan Museum of Art: Explore and Learn
  http://www.metmuseum.org/explore/index.asp
  استكشف متحف نيويورك للفنون، واقرأ عن الفنانين، وتعلَّم ثقافات العالم المختلفة على هذا الموقع المخصص للطلاب.
- National Gallery of Art (London): Kids Page
  http://www.nga.gov/kids.htm
  يحتوي هذا الموقع على مجموعة من الأنشطة والمشروعات المثقفة للطلاب.
- The Renaissance Connection
  http://www.renaissanceconnection.org
  تعلَّم ما يتعلق بالاختراعات والفنانين من عصر النهضة من خلال موقع شبكة متحف فنون الألنتون التفاعلي التربوي.
- Thomas Alva Edison
  http://www.invent.org/hall_of_fame/50.htm
  يحتوي هذا الموقع على معلومات عن السيرة الذاتية لتوماس أديسون.
- Timeline of Art History
  www.metmuseum.org/toah/splash.htm
  يعرض متحف الفن في المدينة معروضات من مجموعات متنوعة جغرافيًّا وزمنيًّا على وفق لمحتواها.