يمكن الحصول على نسخة الكترونية من هذه الملزمة من المؤلف بعد موافقته
وأي اقتباس أو استخدام للملزمة يجب أن يكون بموافقة المؤلف

Copyright © 2013 Mohamed Baobeid

تطبيقات الرسم بالحاسوب

الفصل الأول

مقدمة

أظهر الحاسوب إمكانيات ضخمة في العديد من المجالات المختلفة في شتى فروع العلوم ، الهندسة ، الصحافة ، الإدارة و الحسابات ، و العديد من المجالات المختلفة في حياتنا .
إحدى هذه المجالات هو التعامل مع الرسوم و الصور و الأفلام من قبل الحاسب لخدمة المجالات العديدة التي قد تُستخدم فيها هذه الصور و الرسوم و الأفلام بمختلف أنواعها .
إن تطور الحاسوب و الثورة التقنية الهائلة في صناعة الحواسيب التي أدت إلى إدخال الصور و الرسوم إلى الحاسوب قد غير من طريقة تعاملنا مع الحاسوب و قربت جميع الناس سواء المتخصصين أو غير المتخصصين من الحاسوب بشكل كبير جداً ، و أصبح معظم الناس لا يستغني عنه في حياته اليومية ، و أصبحت الصور و الرسوم في الحاسوب جزء أساسي من نظام التشغيل و من التطبيقات و البرامج التي تتعامل جميعها مع الصور و الرسوم كمكون رئيسي لها .
إن الإنسان يتعامل مع الصورة بطريقة أفضل من النصوص المكتوبة أو من التعبير بالكلام المنطوق ، فالرسوم تثري القطع النصية و تضعها في قالب أقرب إلى الواقع .
لقد أثار حاسوب آبل Apple ثورة هائلة عند نزوله إلى الأسواق بسبب نظام الماكنتوش Macintosh الذي كان يمتلك أول واجهة رسومية Graphical Interface معروفة و سمي بصديق المستخدم User friendly ، مما أدى إلى تغير الكثير من أنظمة التشغيل و تحولها من الواجهة الكتابية إلى الواجهة الرسومية مثل نظام الويندوز الذي طور بعد ذلك هذه الواجهة بشكل كبير دفع المجتمع إلى تغيير نظرته نحو الحاسوب بشكل أفضل و فعال .
كما ساعد تطور استخدام الصور و الرسوم في تطور مجالات كثيرة مهمة و فتح آفاق أوسع لاستخدام الحواسيب و تسهيل العديد من المهام التي كانت حتى وقت قريب صعبة التطبيق أو حتى لا يمكن تخيلها أو مستحيلة بواسطة الحاسوب .

بعض من مجالات استخدام الصور و الرسوم في الحاسوب :

1- الصحافة و طباعة المجلات و الصحف و الكتب .
2- التصميم الإنشائي (الرسم الهندسي في مجال العمارة ،الإنشاء و البناء) .
3- التصميم الهندسي – تصميم الماكينات ، السيارات و الطائرات و الأجهزة الميكانيكية المختلفة .
4- التصميم الهندسي الكهربائي و الالكتروني – تصميم الأجهزة الكهربائية والدوائر الالكترونية المختلفة ، و صناعة العناصر الالكترونية مثل الدوائر المتكاملة و المعالجات .
5- الطب – أجهزة التشخيص مثل أجهزة التصوير الطبي مثل التصوير المقطعي ، الأشعة الفوق صوتية ، المناظير الطبية ن الخ ...
6- إنتاج المواد الإعلانية و الدعائية التجارية مثل دعايات التلفزيون ، اللوحات الإعلانية الثابتة و المتحركة ، الخ ..
7- إنتاج الأفلام الطويلة و القصيرة الدرامية و غيره ، و تصويرها .
8- إنتاج الأفلام التعليمية و الأفلام التوضيحية و الدراسية باستخدام رسومات الكارتون و غيره من الرسوم الثنائية و الثلاثية الأبعاد الثابتة و المتحركة .
9- مجال المحاكاة و الواقع الافتراضي و خاصة في التدريب و التأهيل في قيادة الطائرات و السفن و السيارات و رواد الفضاء ، و إجراء التجارب العلمية .

10- الرياضيات و استخدام الحاسوب في صنع نماذج للمعادلات و القوانين الرياضية .
11- مجال الألعاب المختلفة عبر الحاسوب .
و العديد من المجالات الأخرى التي قد لا يتسع المجال هنا لذكرها .

البرامج و التطبيقات المستخدمة في الرسم بالحاسوب :

برامج الرسوم و معالجة الصور :

تقدم برامج الرسوم و الصور وسيلة هامة لمساعدة المختص - سواء كان فنان ، مهندس، مصور، صحفي ، مبرمج - على بناء و تصميم الرسوم و معالجة و تحرير الصور . فهذه البرامج تحتوي على كافة الأدوات و المستلزمات لتصميم و إنشاء الرسوم الهندسية و الرسوم الحرة الكترونياً و بدلاً من استخدام القلم و الورقة . كما تتوفر في هذه البرامج كل ما يلزم من أدوات تمكن المستخدم من تخزين الصور و الرسوم ، ثم تعديلها أو تغيير حجمها ، و معالجتها مثل دمج الصور ، تلوينها و تغيير ألوانها ، التحكم بدرجات الإضاءة و التباين الخ ،، .
توجد بعض البرامج التطبيقية الخاصة بالتعامل مع الصور و الرسوم الثنائية أو الثلاثية الأبعاد مع إمكانية تحريكها ، أو تحريك أجزاء منها ،و كذا إضفاء العديد من المؤثرات عليها .
برامج و تطبيقات الرسوم و الصور لا تعد و لا تحصى لكثرتها في الأسواق ، و تتراوح من البرامج البسيطة مثل البرامج المخصصة للرسوم و الصور المستخدمة من قبل الأطفال أو المبتدئين ، و البرامج المخصصة للاستخدام من قبل المستخدم العادي المتوسط المقدرة و غير المحترف ، و كذا البرامج التخصصية للاستخدام من قبل المتخصصين في مجالاتهم ، و هي أكثر تعقيداً و سعرها غالي و تحتاج لأجهزة بمواصفات و مقدرات خاصة.

يمكننا أن نقسم البرامج و التطبيقات الخاصة بالرسوم و الصور إلى المجالات التالية :

1- **برامج الرسوم الحرة و التصميم بواسطة الحاسب CAD :**

و هي برامج تسمح بإمكانية الرسم الحر عن طريق مجموعة من الأدوات اللازمة للرسم و التلوين الحر و التي تشبه أدوات الرسام الحقيقية و لكن لديها إمكانيات كبيرة في الحاسوب و تسهل من عملية الرسم و الدقة في العمليات الفنية المختلفة .
تتراوح هذه البرامج من البرامج البسيطة مثل برامج الرسم و التلوين للأطفال إلى البرامج الأكثر تعقيداً و هي البرامج التخصصية ، مثل برامج معالجة الصور و إنشاء الرسوم الاحترافية ، برامج التصميم الهندسي CAD في المجالات الهندسية المختلفة ، و برامج التصميم المعماري و الإنشائي ، و جميعها تحتاج إلى عمليات حسابية و هندسية و فنية خاصة معقدة مثل تصميم الجسور ، المباني ، الطائرات ، السيارات ، الأجهزة الالكترونية ، الماكينات ، الخ ،،،،

2- **برامج معالجة الصور Photo Processing :**

و هي البرامج و التطبيقات المستخدمة في معالجة الصور المختلفة التي تأتي من الكاميرا الرقمية أو من الماسح الضوئي .
تسمح هذه البرامج بمعالجة الصور و تحريرها و القيام بعمليات مختلفة عليها مثل حفظها ، تغيير حجمها و دقة عرضها ، دمج الصور ، تغيير السطوع و الإضاءة في الصورة ، كما يمكن تعديل أو تغيير الألوان في الصور لتظهر بألوان غير ألوانها الأصلية ، كما يمكن إجراء العديد من عمليات التلاعب بالصور بواسطة هذه البرامج و التي أصبحت منتشرة و صار العديد من المستخدمين غير المحترفين قادرين على التعامل مع هذه النوعية من البرامج .

3- برامج الواقع الافتراضي Virtual Reality :

و هي برامج حديثة تستخدم تقنيات مختلفة مثل الرسم و بعض التقنيات الحديثة مثل النظارات و الشاشات الثلاثية الإبعاد على الجدران ، أجهزة التحسس و الفأرة الخاصة ، و بعض الأدوات التفاعلية المختلفة . جميع هذه التقنيات معتمدة على ثلاثة أشياء و هي الغمس ، التفاعل و التخيل للمستخدم ، بحيث تتكامل جميعها ليشعر المستخدم و كأنه منغمس كلياً في عالم افتراضي جديد يتفاعل معه و يشعر به و كأنها حقيقة ملموسة .

تستخدم هذه النوعية حالياً بكثرة في إنتاج العديد من التطبيقات العلمية مثل المحاكاة ، المختبرات الافتراضية ، و كذا إعادة إنتاج بعض الأمور العلمية الصعبة التخيل و التي لا يمكن للإنسان أن يتخيلها دون مساعدة الحاسوب .

بعض الأمثلة في المحاكاة ، محاكاة قيادة الطائرات و اختبار الطيارين في حالة حدوث حالات طارئة أثناء التحليق و كيف يمكن للطيار أن يتصرف في مثل هذه الحالات دون تعريض البشر للمخاطر .

أيضاً محاكاة قيادة السيارات و السفن .

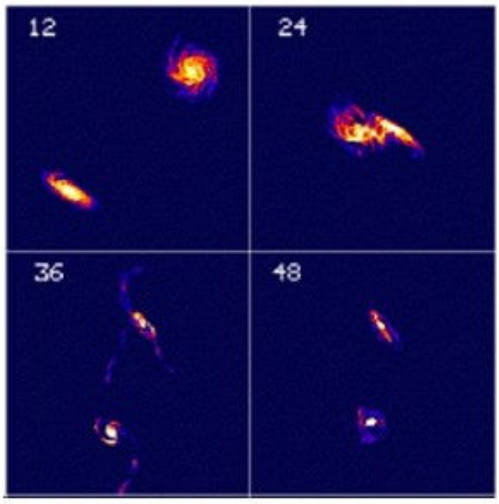
استخدام المختبرات الافتراضية في إجراء بعض التجارب الكيميائية و الفيزيائية و خاصة الخطيرة منها و التي قد تسبب أضرار عند حدوث خطأ ما عند إجرائها . كما يمكن أن تمثل المختبرات الافتراضية وسيلة رخيصة لطلاب المدارس و الكليات العلمية حيث يتمكن الطالب و الباحث من إجراء أي تجربة و هو في منزلة إما عن بعد أو عبر برنامج المختبر الافتراضي على جهازه .

كما يستطيع الحاسوب أن يعيد صياغة و تخيل بعض الصور الافتراضية للنجوم و الكواكب و الكون و التي تأتي بياناتها من الفضاء أو من التلسكوبات المختلفة .

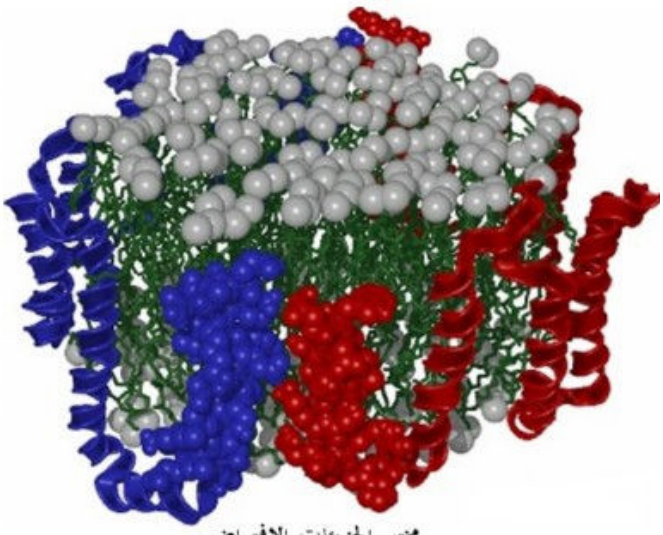
تستخدم العديد من نوعيات هذه البرامج أيضاً في الطب مثل إجراء الكشافات و التشخيص و إجراء العمليات بواسطة المناظير و استخدام أجهزة المسح المقطعي للمخ و لجسم الإنسان دون الحاجة للقيام بعمليات معقدة للتشخيص .

كما تستخدم في العاب الكمبيوتر أو الفيديو الثنائية و الثلاثية الأبعاد التفاعلية .

تستخدم هذه النوعية من البرامج حديثاً في العشرات من المجالات المختلفة ، حيث ساعدت في التغلب على الكثير من المشاكل و تسهيل العديد من الصعوبات التي كانت تعترض هذه المجالات .



صور المجرات و النجوم



مختبر الجزيئات الافتراضي

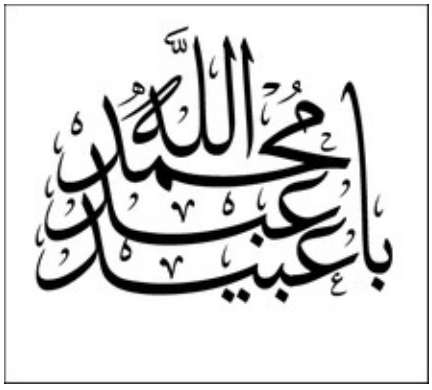
العاب الحاسوب ثلاثية الابعاد التفاعلية

المسح المقطعي للدماغ CT SCAN

4- برامج الرسوم و الصور المتحركة وإنتاج الأفلام :

يُستخدم الحاسوب هذه الأيام بكثرة في إنتاج الرسوم المتحركة سواء للأطفال أو للمجالات التعليمية و العلمية ، كما يُستخدم في إنتاج الإعلانات التجارية و الأفلام التسجيلية و الدرامية الطويلة و القصيرة ، حيث أصبحت جميع الأفلام يتم تحريرها و عمل المونتاج لها بواسطة الحاسوب ، حيث يضفي الحاسوب على الفلم العديد من المؤثرات العالية الدقة و الجودة ، و أصبح من السهل الدمج في مشهد واحد بين شخصيات الأفلام الحقيقية و الكارتونية في عالم افتراضي -غير موجود في الواقع- و لكن استخدام الحاسوب يضفي على العمل الدقة بحيث تجعل المشاهد يعتقد أن كل ما يراه حقيقي .

إنتاج الأفلام و المؤثرات المختلفة عليها



الفصل 2

شاشاتCRT و مفاهيم أساسية

2-1 - شاشات عرض أنبوبة الكاثود Cathode Ray Tube (CRT) :

تعتمد أنبوبة الكاثود في عملها على الظاهرة الفيزيائية و هي أن مادة مثل الفسفور تشع ضوء إذا تم قصفها بسيل من الالكترونات و التي تمتلك السرعة و الجهد الكافيين لتحفيز الكترونات مادة الفسفور و إعطائها الطاقة اللازمة لكي تنطلق و تتحرر من حزمة التكافؤ إلى حزمة الطاقة الأعلى ، و أثناء عملية الانطلاق إلى حزمة أعلى فإنها تطلق مجموعة من الفوتونات و التي تمثل الضوء المنبعث .

2-1-1- المكونات :

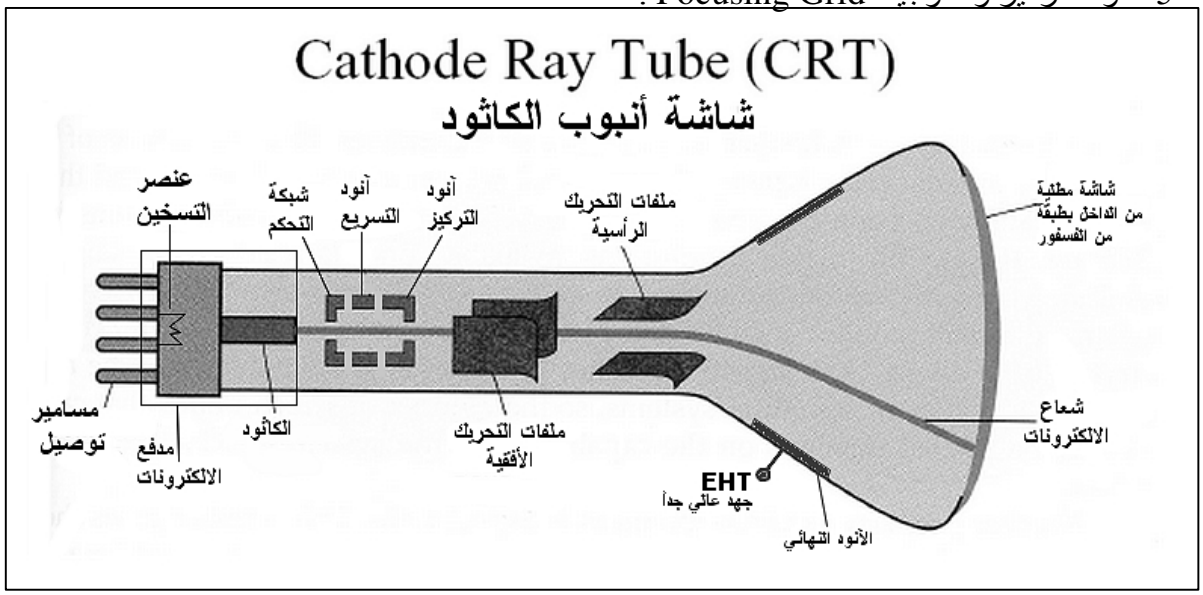
تتكون شاشة أنبوب أشعة الكاثود ، الشكل(1) ، من أنبوبة مصنوعة من الزجاج الشفاف ، مفرغة من الهواء، و لها طرفين ، الطرف الكبير (الواسع) يمثل الشاشة (Screen) ، و الشاشة مطلية من الداخل بطبقة متجانسة من مادة خاصة من الفسفور كما يوجد الآنود النهائي حول طبقة الفسفور . أما الطرف الآخر من الأنبوبة يتكون من جزئين أساسيين و هما:

1- مدفع الالكترونات Electron Gun .
2- ملفات تحريك شعاع الالكترونات Deflection Coils .

مدفع الالكترونات Electron Gun :

يتكون مدفع الالكترونات من الأجزاء الأساسية التالية :

1- عنصر تسخين Heating Element .
2- كاثود Cathode .
3- شبكة تحكم Control Grid .
4- آنود التسريع Acceleration Anode .
5- آنود التركيز و التوجيه Focusing Grid .



الشكل(1) تركيب شاشة أنبوب الكاثود

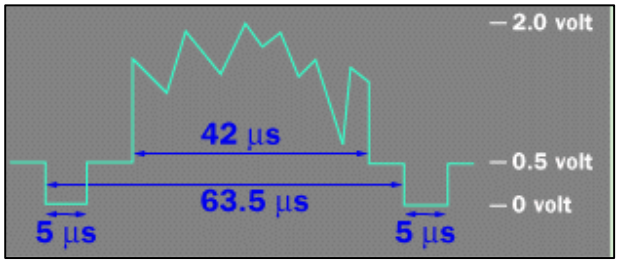
2-1-2- مبدأ العمل :

يقوم عنصر التسخين بتسخين الكاثود حيث تبدأ الالكترونات بالتحرر من سطح الكاثود و تبدأ بالانطلاق في اتجاه آنود التسريع مروراً عبر شبكة التحكم ، بعد ذلك تنطلق الالكترونات مسرعة نحو آنود التركيز الذي يقوم بتركيز الشعاع و توجيهه في شكل شعاع الكترونات منطلق بسرعة هائلة نحو الشاشة .

يقع الشعاع المنطلق نحو الشاشة تحت تأثير مجال كهرومغناطيسي ناتج عن ملفات تحريك الشعاع و التي تقوم بزحزحة و تحريك شعاع الالكترونات في شكل خطوط أفقية و رأسية على الشاشة .

عند وصول الشعاع إلى السطح الداخلي من الشاشة يقوم بالاصطدام بطبقة الفسفور في نقطة محددة ، ونتيجة لخاصية الفسفور الفيزيائية فإن نقطة اصطدام الشعاع سوف تضيء ، هذه النقطة يطلق عليها بكسل Pixel .

تقوم شبكة التحكم بالتحكم بعدد الالكترونات و كثافتها ضمن الشعاع ، و يتم تغذية شبكة التحكم بإشارة الفيديو المطلوب إظهارها على الشاشة الشكل(2) يوضح نموذج لها . فإذا كانت إشارة الفيديو صغيرة تكون شبكة التحكم واقعة تحت جهد سلبي أقل مما يؤدي إلى انطلاق عدد كبير من الالكترونات ، و هذا يجعل التوهج على الشاشة عالي .



شكل(2) نموذج لإشارة الفيديو لخط أفقي واحد

أما إذا كانت إشارة الفيديو كبيرة تكون شبكة التحكم واقعة تحت جهد سلبي أكبر، و هذا يؤدي إلى منع مرور الالكترونات، و بالتالي تقليل عدد الالكترونات المنطلقة نحو الشاشة، مما يجعل النقطة التي يصطدم بها شعاع الالكترونات معتمة أو أقل توهجاً.

يتحرك الشعاع على الشاشة بطريقة المسح الكامل للشاشة بخطوط أفقية تملأ الشاشة رأسياً أي من الأعلى إلى الأسفل ، مما يكون نقاط متوهجة و أخرى معتمة على الشاشة .

تتكون الصورة على الشاشة نتيجة النقاط المتوهجة و المعتمة على الشاشة ، و تتمكن العين البشرية من تمييزها إذا تم التقاطها من بعد معين ، و ذلك بفضل خاصية تمتلكها العين البشرية و هي المقدرة على تمييز الصور من مسافة محددة .

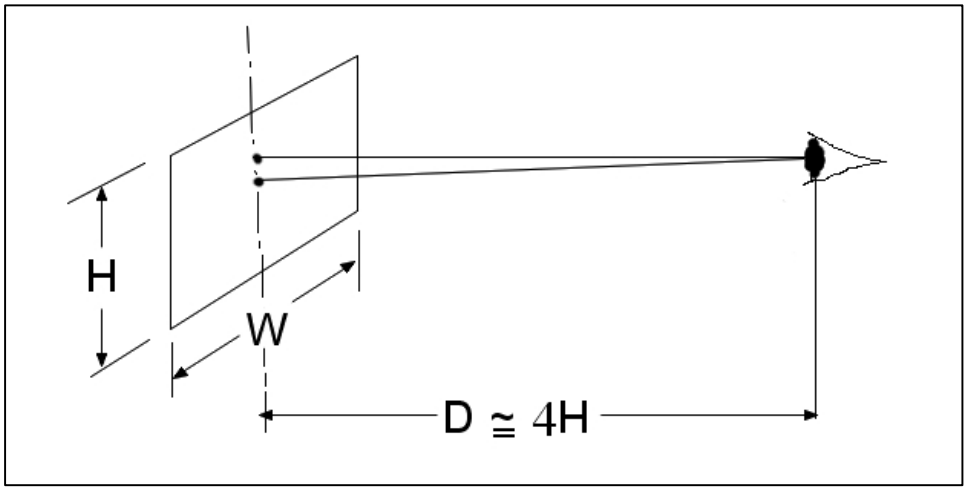
تُميز العين البشرية الصور و النقاط المتوهجة و ذلك بحسب تركيب قرنية العين و مستوى الإضاءة في الصورة .

لقد تم تحديد البعد الأمثل (في حالة التلفاز) للمشاهدة و تمييز نقطتين متلاصقتين ، و بإضاءة معقولة و بأقل بعد عن الشاشة بالعلاقة الآتية :

$$\frac{\mathbf{D}}{\mathbf{H}} \approx \mathbf{4}$$

حيث D ، هي المسافة بين العين و الشاشة .
و H ، هو ارتفاع الشاشة .
أي أن المسافة الأقل و التي يمكن للمشاهد تمييز صورة على الشاشة و بإضاءة معقولة هي :

$$\mathbf{D \cong 4H}$$



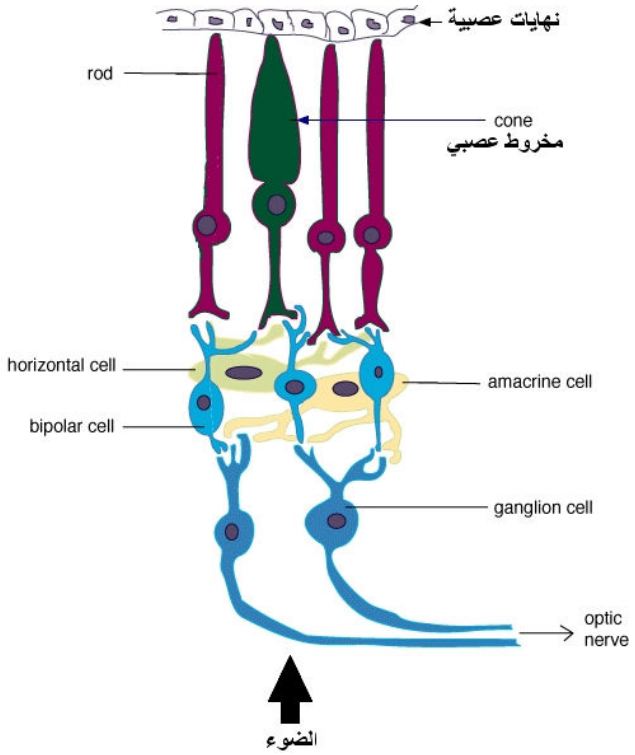
الشكل(3) :البعد الأمثل لمشاهدة الشاشة (التلفاز)

أما في حالة الحاسوب فان البعد الأمثل سوف يعتمد على معايير أخرى مثل دقة الشاشة و نوعها أيضاً كما سنرى لاحقاً.

فيما يتعلق بشكل و حجم شاشة CRT ، فإن جميع الشاشات الموجودة هي مستطيلة الشكل ، و بشكل عام يمكن اعتبار الحجم الأصلي لشاشات CRT يتفق مع النسبة (3 : 4) و هي نسبة (الارتفاع : العرض).
الشاشات المستطيلة هي الأفضل دائماً للعين لمشاهدة الصور سواء الثابتة أو المتحركة ، لان معظم الأحداث تقع في المحور الأفقي و بالتالي من الضروري أن يكون العرض أكبر من الارتفاع .

3-1-2- تكون الصور على الشاشة (مسح الشاشة) Raster :

يجب أن تكون الصور التي تشاهدها العين على الشاشة مستمرة، و أي حركة ضمن هذه الصور يجب أن تتم بنعومة و بتغير مستمر دون ملاحظة أي اهتزاز أو تقطع و كأن المشهد طبيعي .
من أجل الحصول على صور و مشاهد بحركة طبيعية وناعمة استطاع العلماء أن يستغلوا و يستفيدوا من خاصية هامة جداً تمتلكها العين البشرية و هي Image Persistence Property خاصية (بقاء أو حفظ الصورة).
توجد في العين البشرية الألاف من الأعصاب البصرية تسمى المخاريط Cones و العصيات rods ، و التي تتحفز و تتهيج عند استقبال الضوء الساقط عليها ثم تقوم بإرسال إشارات عبر النهايات العصبية إلى الدماغ والذي يترجم هذه الإشارات إلى صورة ملونة ثلاثية الأبعاد و بطريقة معقدة تدل على عظمة الخالق سبحانه و تعالى ، و ما يهمنا هنا هو أن الضوء الساقط على العين و الواصل إلى أطراف المخاريط العصبية cone receptors ends يسبب تحفيزها و استثارتها و هذا التحفز و الاستثارة تستمر حتى بعد توقف الضوء الساقط و لمدة (1/16 جزء من الثانية) ، أي أن الصورة التي تم استقبالها في العين تبقى مطبوعة في النهايات العصبية للمدة المذكورة أعلاه .



الشكل (4) الأطراف و النهايات العصبية لمخاريط العين

لذلك يجب أن يكون معدل مسح وعرض الصور على الشاشة (Raster) أكبر من 16 صورة في الثانية الواحدة حتى تستطيع العين أن تشاهد الصورة بشكل طبيعي و مستمر و بدون تقطع .
في الأفلام السينمائية يتم التقاط 24 صورة في الثانية للمشهد ، و يتم عرضها بنفس المعدل أي بسرعة 24 صورة في الثانية الواحدة .
وفي بدايات التلفزيون الأولى تمت الاستفادة من نفس فكرة الأفلام السينمائية ، و تم استخدام 25 إطار صورة Frame في الثانية الواحدة (للنظام الأوروبي) ، و 30 إطار صورة Frame في الثانية الواحدة للنظام الأمريكي . و إطار الصورة Frame في التلفزيون يتم عرضة على الشاشة

عن طريق مسح الشاشة بشعاع الالكترونات أفقياً و رأسياً بطول و عرض الشاشة ، و هذا ما يسمى تقنياً باسم Raster .

عند استخدام 25 أو 30 إطار في الثانية الواحدة في بدايات التلفزيون ظهرت الكثير من المشاكل و العيوب التقنية التي نتج عنها عدم وضوح و قلة الجودة للصور و المشاهد المعروضة مثل الاهتزاز و التقطع في الحركة ، و وجود الظل أو شبه الاهتزاز في الصورة . و كان احد الأسباب الرئيسية التقنية لهذه المشاكل هو سوء نوعية المادة الفسفورية المستخدمة لطلاء الشاشة بها ، حيث كانت بعض النقاط الفسفورية المتوهجة ضمن الإطار على الشاشة تختفي قبل أن يتم الانتهاء من مسح الإطار كاملاً .
و لذلك و من اجل التغلب على مشكلة الصورة الرديئة بسبب سوء نوعية المادة الفسفورية ، و كذا بسبب عدد الإطارات القليل (25-30) إطار في الثانية ، استطاع العلماء ابتكار تقنية جديدة لمسح الشاشة ، و هذه التقنية تسمى المسح المتداخل Interlaced Scanning .
كما توجد تقنية أخرى تسمى المسح المتتالي Progressive Scanning و سيتم مناقشتها لاحقاً.

2-1-4- المسح المتداخل Interlaced Scanning :

تقوم فكرة تقنية المسح المتداخل على رسم الإطار الواحد 1Frame على مرحلتين :
المرحلة الأولى يتم رسم أو مسح الخطوط الأفقية الزوجيةEven (2, 4, 6,…)
المرحلة الثانية يتم رسم أو مسح الخطوط الأفقية الفردية Odd (1, 3, 5, …)
و عند الانتهاء من مسح المرحلتين يكون الإطار قد اكتمل.

كل مرحلة من هذه المراحل تسمى (حقل) (Field) .
و مسح الحقلين (2Fields) ينتج إطار واحد (1 Frame) .
أي أن 2 Fields = 1 Frame .

في النظام الأوروبي يوجد 50 حقل في الثانية أي 25 إطار في الثانية (50Fields=25Frames).
في النظام الأمريكي يوجد 60 حقل في الثانية أي 30 إطار في الثانية (60Fields=30Frames).

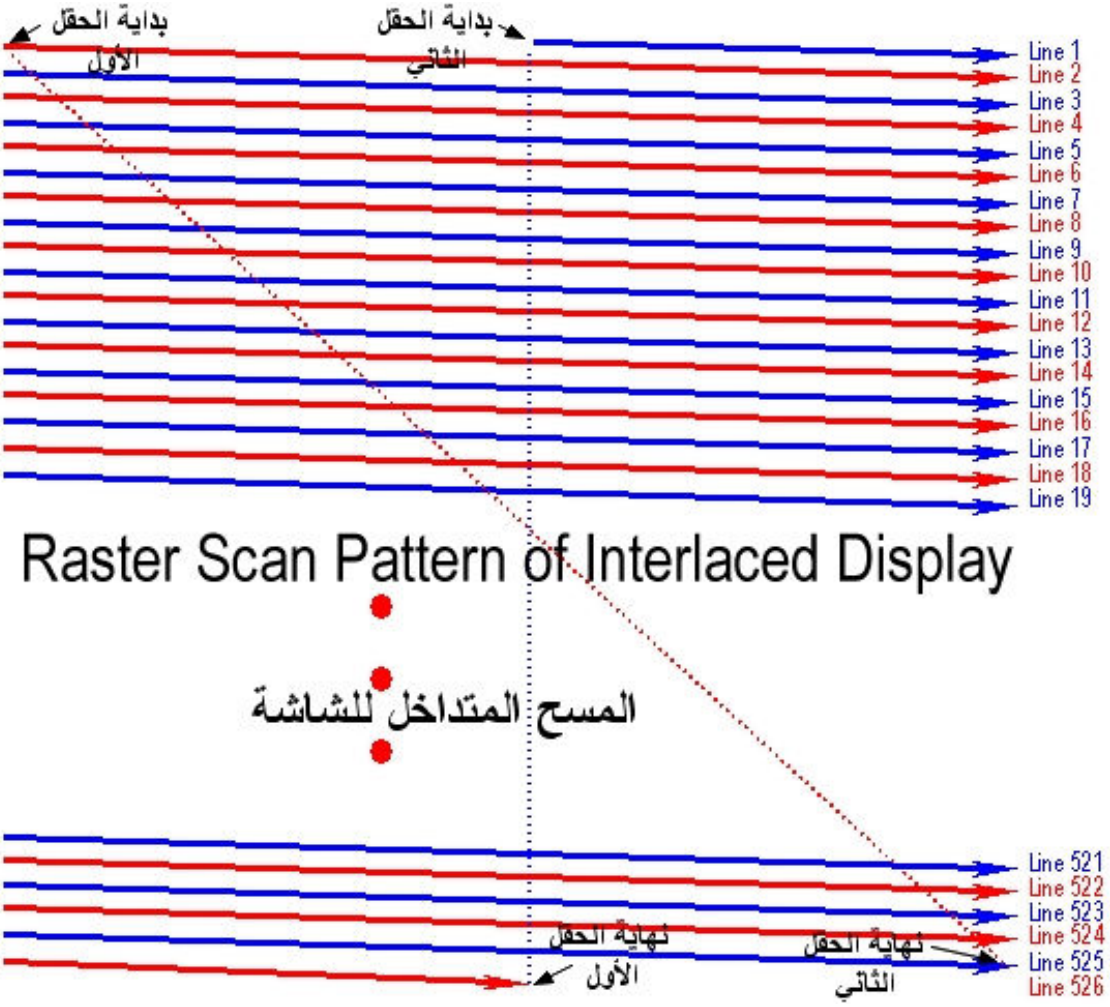
عدد الخطوط التي يتم مسحها على الشاشة يبلغ 625 خطاً في النظام الأوروبي ، يتم مسح 312.5 خطاً في الحقل الأول (الخطوط الزوجية) ، ثم يتم مسح 312.5 خطاً في الحقل الثاني (الخطوط الفردية) .

في النظام الأمريكي يبلغ عدد الخطوط التي يتم مسحها على الشاشة 525 خطاً ، يتم مسح 262.5 خطاً في الحقل الأول (الخطوط الزوجية) ، ثم يتم مسح 262.5 خطاً في الحقل الثاني (الخطوط الفردية) .

تبدأ عملية مسح الحقل الأول بإعداد مدفع شعاع الالكترونات ليبدأ مسح الخط الأفقي الزوجي الأول من الحقل الأول ابتدءا من الركن العلوي الأيسر للشاشة .أنظر الشكل (5).

السرعة التي يتم بها رسم خط أفقي واحد تسمى التردد /أو معدل التحديث الأفقي Horizontal Refresh Rate Frequency . وتقاس بالكيلوهرتز (KHz) .

عندما يصل شعاع الالكترونات إلى نهاية الخط الأفقي فانه يتوقف للحظة صغيرة جداً تسمى فترة الخمول /أو الإعتام الأفقية Horizontal Blanking Interval ، ثم يُعاد بعدها إعداد مدفع الشعاع لكي يبدأ برسم الخط التالي الجديد ، و هكذا تستمر العملية حتى آخر خط أفقي ضمن الحقل الأول .
حينها يتوقف شعاع الالكترونات للحظة تسمى فترة الخمول /أو الإعتام الرأسية Vertical Blanking Interval ، يُعاد بعدها مدفع الشعاع إلى أعلى الشاشة ليبدأ بمسح الخط الأفقي الفردي الأول من الحقل الثاني ، و هكذا تستمر عملية مسح الخطوط الأفقية حتى آخر خط ، يكون عندها الشعاع قد قام بمسح حقلين ليكون إطار واحد على الشاشة .
السرعة التي يتم بها رسم حقل واحد تسمى التردد /أو معدل التحديث الرأسي Vertical Refresh Rate Frequency . و تقاس بالهرتز (Hz) .

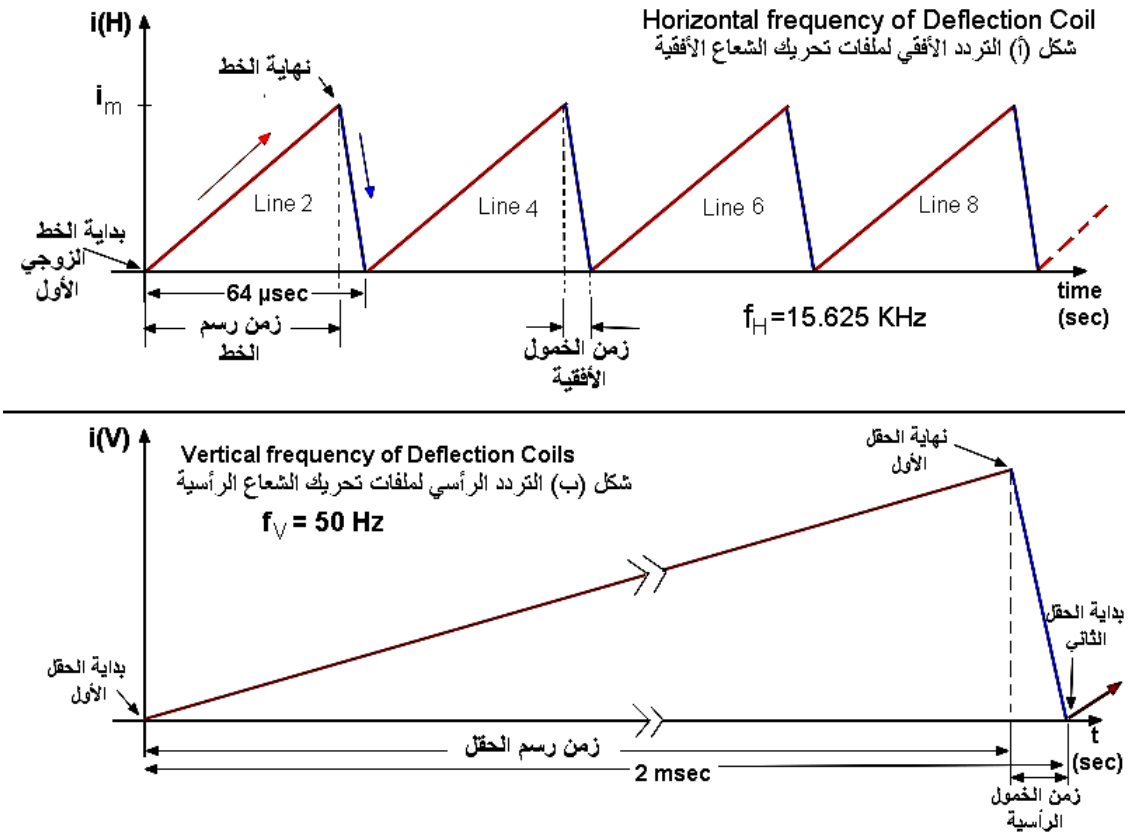


شكل (5) المسح المتداخل للشاشة Interlaced Scanning

نظام التلفزيون	عدد الخطوط / إطار	عدد الخطوط/ حقل	معدل التحديث الأفقي HF	معدل التحديث الرأسي VF
الأوروبي	625	312.5	15.625 KHz	50 Hz
الأمريكي	525	262.5	15.750 KHz	60 Hz

جدول(1) ملخص بأهم بمعايير نظامي التلفاز الأوروبي و الأمريكي

جدول(1) فيه ملخص بأهم معايير أنظمة التلفاز الأوروبي و الأمريكي . و الشكل (6) يوضح الأشكال الموجية للترددات الأفقية و الرأسية التي يتم تغذيتها إلى ملفات التحريك Deflection Coils و المطلوبة لتحريك الشعاع أفقياً و رأسياً .



شكل(6) - (أ) شكل التردد الأفقي لملفات تحريك الشعاع الأفقية اللازمة لمسح الخطوط الأفقية .
-(ب) شكل التردد الرأسي لملفات تحريك الشعاع الرأسية اللازمة لمسح الحقول .

2-2- شاشات أنبوبة الكاثود الملونة Color CRT :

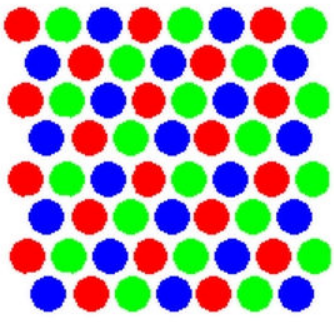
تستخدم شاشات CRT الملونة نفس المبدأ الذي تستخدمه الشاشات أحادية اللون (الأبيض و الأسود) Monochrome ، و لكنها أكثر تعقيداً لما يتطلبه إظهار الصور، سواء كانت ثابتة أو متحركة بالألوان و بالنسب الصحيحة وكذا إظهار حدة و إضاءة الصورة الملونة بشكل دقيق .
بشكل عام تختلف تقنيات الشاشات الملونة عن الشاشات الأبيض و الأسود في ثلاث نقاط هامة :

1- الشاشات الملونة ليست مطلية بطبقة واحدة من الفسفور و إنما نجد أن فيها طبقة فسفور مرتبة بطريقة هندسية دقيقة جداً عبارة عن قطاعات أو نقاط مكونة من ثلاث أنواع من الفسفور الملون بالألوان الأحمر ، الأخضر ، و الأزرق "RGB" (Red, Green, Blue) ، هذه النقاط الثلاثية الملونة يطلق عليها Triads ، و يتم ترتيبها بدقة هندسية عالية جداً و بحسب تقنيات معينة سوف نشرحها لاحقاً .
2- توجد في الشاشات الملونة ثلاثة مدافع للالكترونات بدلاً من مدفع واحد في الشاشات العادية ، كل مدفع من هذه المدافع يطلق شعاع الكترونات مختص بلون محدد من الألوان الثلاثة RGB ، بحيث يتم خلط أشعة الالكترونات المنبثقة من الثلاثة المدافع RGB بنسب متفاوتة أثناء سقوطها على النقاط الثلاثية Triads على الشاشة و ذلك من أجل الحصول على جميع الألوان الأخرى . هذا الخلط يتم عن طريق تغيير كثافة توهج كل لون من هذه الألوان على طبقة الفسفور بواسطة تغيير كثافة و سرعة شعاع الالكترونات المقابل لكل لون .
3- إن إظهار الصور في الشاشات الملونة يتطلب الدقة العالية جداً في التحكم بمدافع لالكترونات و ملفات التحريك الكهرومغناطيسية الأفقية و الراسية من أجل أن تصوب أشعة الالكترونات الثلاثة في النقاط المحددة على الشاشة و بدقة عالية جداً مع منع الانتشار الزائد للون خارج المنطقة المحددة . و لضمان ذلك توصل العلماء و المهندسون إلى تقنيتين أساسيتين لتحقيق هذه الأهداف و هي :

1- تقنية قناع الظل Shadow Mask أو نمط الدلتا Delta Pattern .
2- تقنية الحاجز المثقب Aperture Grill أو نمط الأشرطة Stripe Pattern.

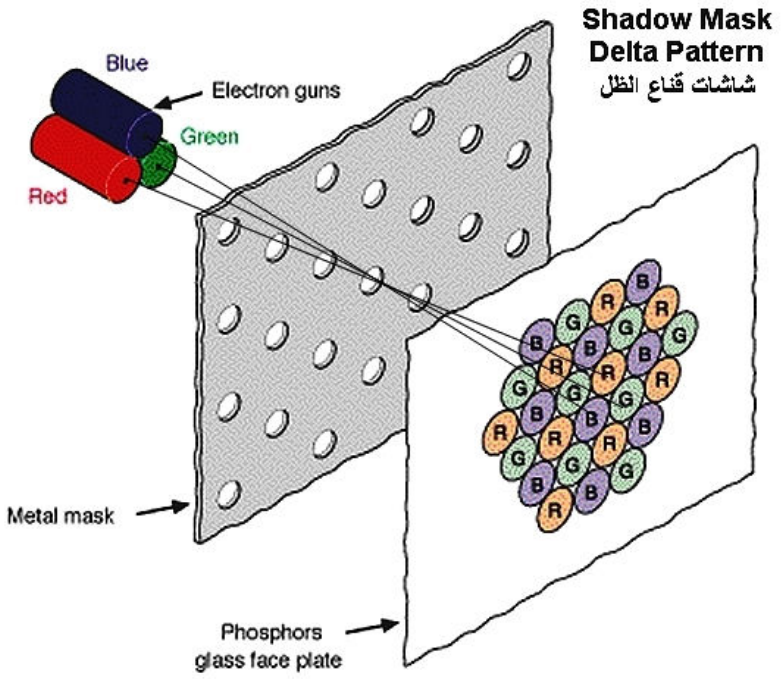
2-2-1- تقنية قناع الظل Shadow Mask أو نمط الدلتا Delta Pattern :

في هذا النوع من الشاشات توضع ذرات الفسفور الملونة في طبقة الفسفور في شكل دوائر صغيرة جداً ، لتكون أشكال سداسية تسمى Hexagonal Triads ، أنظر الشكل (7)



شكل(7) Hexagonal Triads

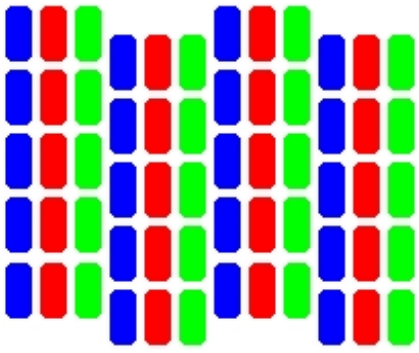
في هذا النوع من الشاشات يتم وضع لوحة معدنية مثقبة أمام طبقة الفسفور الملون مصنوعة من معدن خاص يسمى Invar ، و تسمى هذه اللوحة المعدنية قناع الظل Shadow Mask ، هذه اللوحة بها ثقوب صغيرة جداً متناسقة مع النقاط الفسفورية على الشاشة ، شكل(8) ،يسمح هذا القناع للأشعة إن تمر عبر الثقوب و أن تُصوب إلى أماكنها المحددة بدقة على الشاشة، وعندما يريد التلفاز إظهار اللون الأحمر يتم توجيه الشعاع الأحمر إلى النقاط الفسفورية الحمراء و نفس الشيء يحدث بالنسبة للون الأخضر و الأزرق . اللون الأبيض ينتج عند توجيه الأشعة الثلاثة كلٍ إلى نقطته الفسفورية المخصصة له في وقت واحد ، أما اللون الأسود ينتج عند حجب الأشعة بكل ألوانها و منعها من الوصول إلى الشاشة .



شكل (8) تقنية قناع الظل المستخدمة مع الشاشات الملونة

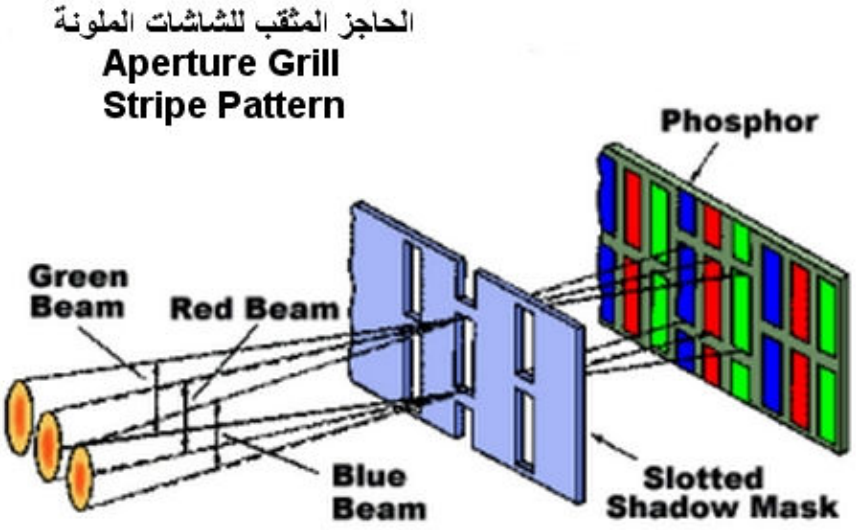
2-2-2- تقنية الحاجز المثقب Aperture Grill أو نمط الأشرطة Stripe Pattern:

في هذا النوع من الشاشات توضع ذرات الفسفور الملونة في طبقة الفسفور في شكل خطوط أو أشرطة رأسية (Stripes) دقيقة جداً مكونة من الألوان الثلاثة RGB ، الشكل(9) .



شكل(9) النقاط الملونة الثلاث مرتبة بتقنية الحاجز المثقب أو الأشرطة

في هذا النوع من الشاشات يتم وضع لوحة معدنية شبيهة بالشبكة أمام طبقة الفسفور الملون ، هذه الشبكة وظيفتها تحديد النقاط على الشاشة وتسهيل تصويب الأشعة الإلكترونية بدقة بحيث يصل كل شعاع إلى النقطة الفسفورية المحددة له بدقة بينما تمنع الأشعة الغير مصوبة بدقة من العبور إلى الشاشة ، الشكل (10) .



شكل (10) تقنية الحاجز المثقب المستخدم مع الشاشات الملونة

2-3- شاشات CRT المستخدمة مع الحاسوب :

شاشات CRT المستخدمة مع الحاسوب يجب أن تمتلك خصائص عامة محددة من أهمها :

1- أن تكون ذا دقة عالية في عرض الصور و بوضوح .
2- المقدرة على إظهار أكبر عدد ممكن من الألوان و درجات الألوان و بشكل نقي و صحيح .
3- مقدرة كبيرة في عرض النصوص Texts بأحجام تتفاوت من الصغير جداً إلى الكبير و بدقة و حدة عالية جداً ، وكذا عرض الصور و النصوص في نفس الإطار دون تشويش أو اهتزاز و بالألوان الحقيقية .
4- أن تكون إضاءة الشاشة مناسبة للمستخدم دون أن تضر شدة الضوء المنبعث منها بعين المستخدم ، الذي سيكون قريب منها .

لتحقيق هذه الخصائص يجب أن تمتلك شاشات الحاسوب مواصفات تقنية كالتالي :

1- تمايز أو دقة عرض (Resolution)عالي جداً ، أي أن الشاشة يجب أن تكون مطلية بعدد كبير جداً من النقاط الفسفورية الملونة (Pixels-Triads) ، و هذا يعني أن تكون المسافة بين نقاط الشاشة صغير جداً (Dot Pitch<0.28mm) ، وأن يكون الطلاء الفسفوري من نوعية و جودة عالية .

2- زمن بقاء توهج الفسفور و كمية التوهج و الإضاءة المنبعثة عن الشاشة يجب أن تكون مناسبة و غير مضرة بعين المستخدم و ذلك باستخدام المادة الفسفورية المناسبة وكذا النوعية المناسبة من الزجاج الشفاف المضاد للتوهج (anti-glare) ، و يُفضل أن تكون الشاشة مسطحة Flat للحصول على زوايا مشاهدة أفضل ..

3- أكبر عدد ممكن من الخطوط الأفقية التي يتم مسحها من قبل شعاع الالكترونات لتكوين الإطار و بمعل تحديث أفقي (75KHz – 125KHz) .

4- أكبر عدد ممكن من الإطارات المعروضة في الثانية و بمعدل تحديث رأسي في حدود (60Hz-95Hz) .

5- أن تكون معدلات المسح الأفقية و الرأسية للشاشة متوافقة مع معدلات المسح التي يتم إنتاجها بواسطة بطاقة الشاشة / بطاقة الفيديو أو العرض Video Card ، و في حالة عدم التطابق ستحدث مشاكل في ظهور الصور على الشاشة بالمواصفات المطلوبة و بشكل غير صحيح و مناسب ، و في بعض الحالات قد يسبب هذا تعطل الشاشة أو تقليل عمرها أو تعطيل بطاقة الشاشة .

و لذلك نجد أن معظم الشاشات الحديثة لديها نطاق واسع من معدلات (ترددات) التحديث الأفقي و الرأسي ، و لديها القدرة على التعامل مع معظم بطاقات الشاشات / الفيديو /العرض المختلفة و التي تستخدم في الحاسبات .

تسمى الشاشات التي لديها نطاق واسع من معدلات التحديث بشاشات العرض المتعددة التردد Multi-frequency Monitors ، كما يمكن أن نجد أسماء مختلفة لها مثل :

Multi-sync Monitors
Multi-scan Monitors
Auto-sync Monitors
Auto-tracking Monitors

Resolution (pixels)	V. Refresh Rate (Hz)	H. Refresh Rate (KHz)	No. of Lines/frame
1024x768	85	85	1000
1280x1024	85	95	1117.5
1600x1200	85	107	1259
1600x1200	92	115	1250
1856x1392	85	125	1470.5

جدول(2) يبين عدد الخطوط الأفقية لكل إطار و معدلات التحديث الأفقي و الرأسي و التمايز لبعض النماذج من شاشات الحاسوب

2-4- التمايز أو دقة العرض Resolution :

المصطلح Resolution يُقصد به تمايز أو دقة العرض على الشاشة ، و بمعنى آخر دقة تمييز النقاط المعروضة على الشاشة و بهذا يمكن تمييز أصغر عنصر على الشاشة بحسب دقة العرض للشاشة .

كما أن هذا المصطلح يُطلق على العدد الكلي لعناصر الشاشة أو النقاط (Pixels) أفقياً و رأسياً .

2-5- حجم شاشات الحاسوب CRT:

تقاس أحجام شاشات الحاسوب من نوع CRT بنفس الطريقة التي تقاس بها شاشات التلفاز من نوع CRT و ذلك عن طريق قياس طول القطر لهذه الشاشات .

فمثلاً عند شراء شاشة مقاس 17 بوصة فإن هذا المقاس يشمل القطر الكلي للشاشة الزجاجية + الغلاف / الإطار البلاستيكي للشاشة ، و في العادة يكون قطر الشاشة الزجاجية (الحجم المرئي من الشاشة) فعلياً أقل من الحجم الكلي المسجل على الشاشة عند الشراء ، في مثالنا الحالي قد يكون قطر الشاشة الزجاجية في حدود (16.25بوصة – 16.5 بوصة) .

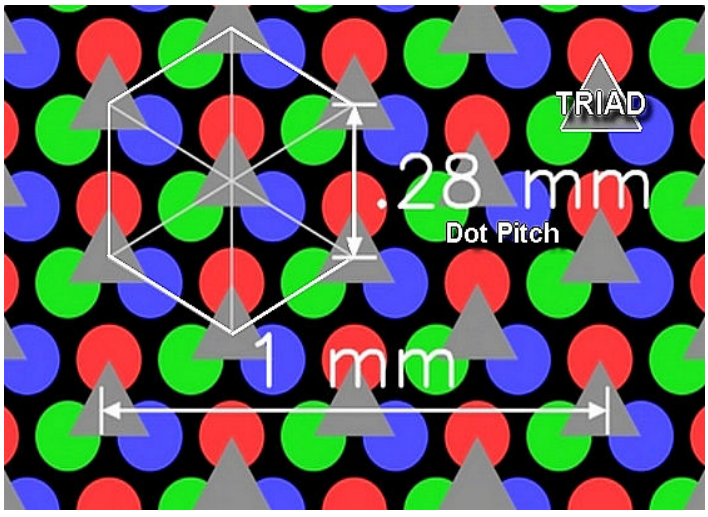
كما إن نسبة (الارتفاع : العرض) لمعظم الشاشات هو (4:3) ، كما توجد حالياً شاشاتCRT بنسب أخرى أهمها (5:4) .

دقة عرض شاشات بنسبة حجم 5:4 (بالبكسل)	دقة عرض شاشات بنسبة حجم 4:3 (بالبكسل)
640×512	640×480
800×640	800×600
1024×320	1024×768
1280×1024	1280×960
1600×1280	1600×1200

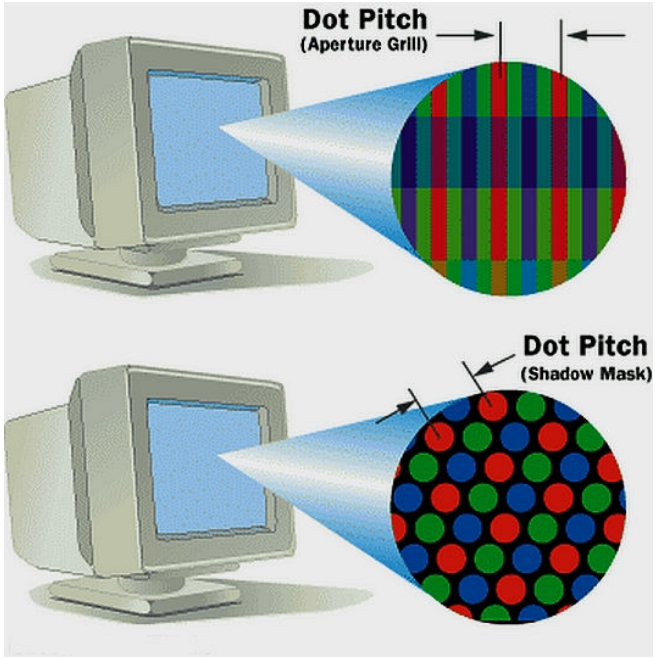
الجدول (3) يوضح نسب أحجام بعض الشاشات المستخدمة مع دقة العرض أو التمايز لها

2-6- المسافة بين نقاط الشاشة Dot Pitch :

المسافة بين نقاط الشاشة الموجودة على طبقة الفسفور تسمى Dot Pitch . و بالنسبة لشاشات CRT الملونة فهي المسافة بين مركزي مجموعتين متجاورتين من النقاط الفسفورية الثلاثية RGB أو Triads . و هذه المسافة تحدد أصغر التفاصيل الممكن عرضها أو تمييزها على الشاشة .



شكل(11) طريقة قياس المسافة بين نقاط الشاشة Dot Pitch



شكل (12) المسافة بين نقاط الشاشة Dot Pitch للشاشاتCRT الملونة

كما إن المسافة بين نقاط الشاشة Dot Pitch تحدد أعلى قيمة يمكن الحصول عليها للتمايز Resolution أو دقة عرض الشاشة . و بشكل عام ، فإن أعلى قيمة ممكنة للتمايز في أي شاشة هي عندما لا يستطيع المستخدم تمييز أي تفاصيل أصغر من المسافة بين نقاط الشاشة Dot Pitch أو المسافة بين فتحات قناع الظل .

أفضل القيم الجيدة للمسافة بين نقاط الشاشة هو (0.2 – 0.3 mm) .

7-2- العلاقة بين Pixels و Triads :

رأينا سابقاً أن النقاط الفسفورية الثلاثية الملونة هي العناصر التي تكون طبقة الفسفور في الشاشات الملونة و يطلق عليها Triads .

إن أي صورة Image تتكون من مصفوفة مستطيلة من النقاط (البكسلات) ذات بعدين تسمى Rectangular Array of Pixels ، أي أن أصغر عنصر للصورة هي النقاط Pixels ، بينما أصغر عناصر الشاشة الملونة هي النقاط الفسفورية الثلاثية Triads ، و بالتالي فإنه من الواضح أن العلاقة بين البكسل و Triads لا يمكن أن تكون علاقة (واحد لواحد) بسبب الترتيب السداسي لنقاط الشاشة المختلف عن مصفوفة نقاط الصورة المستطيلة .

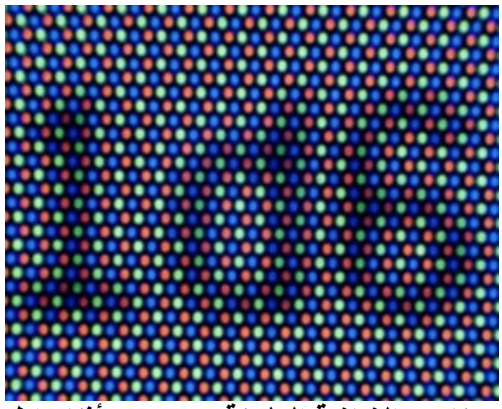
إن نقاط الشاشة الثلاثية Triads هي تقنية تستخدم في شاشات CRT الملونة و هي صغيرة جداً و لا يمكن ملاحظتها من قبل المستخدم و يستطيع المشاهد أن ينسى وجودها لصغرها ولاندماجها كوحدة واحدة لعرض الصورة والألوان على الشاشة .

أما البكسلات التي تكون عناصر الصورة فيمكن توصيفها كقيم رقمية Digital Values تمثل الصورة ، بحيث أن كل بكسل يحمل قيمة رقمية خاصة بموقعه على الصورة ، لونه و درجة تشبعه، و شدة الإضاءة لهذه النقطة على الصورة .

كل خط أفقي من الصورة يمكن تمثيله بسلسلة متواصلة من البكسلات و التي يتم تمثيلها بسلسلة مقابلة من القيم الرقمية التي يتم تحويلها في جهاز التحكم بالعرض Display controller ، كما سنرى في فصل قادم ، إلى إشارات فيديو تماثلية Analog Video Signals تستخدم لتنغيم و تعديل

تيار أشعة الالكترونات RGB و بالتالي تعديل كثافة و سرعة الالكترونات لكي يعرض هذا الخط الأفقي على الشاشة تماماً مثل الصورة الأصلية .

حركة أشعة الالكترونات الأفقية و الرأسية من الممكن أن يتم إنتاجها من قيم البكسلات الرقمية للصورة و بغض النظر عن موقع و اتجاه و عدد النقاط الفسفورية على الشاشة Triads فإن الصورة تظهر بكل وضوح و دقة .



شكل(13) عناصر الشاشة الملونة Triads أثناء إظهار صورة

الفصل الثالث
شاشات اللوح المسطح
Flat Panel Screens

1-3 – شاشات عرض الكريستال السائل LCD : (Liquid Crystal Display)

تعتبر شاشات LCD من أكثر الشاشات شهرة و انتشارا و أكثر منافسة لشاشات CRT .

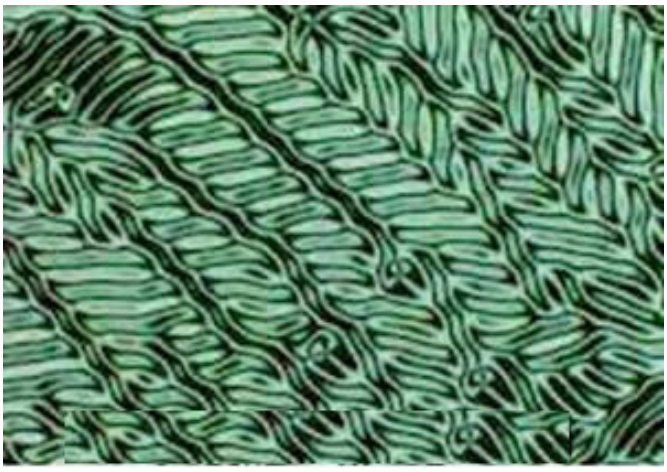
الأساس العلمي:

الكريستال السائل أو البلورات السائلة هي عبارة عن مادة كيميائية تتواجد في حالة وسيطة بين الحالة الصلبة و الحالة السائلة . حيث تحافظ جزيئات المادة على اتجاه ترتيبها كما في جزيئات المادة الصلبة ولكن في نفس الوقت تتحرك مثل جزيئات الحالة السائلة، وهذا يعني أن البلورات السائلة هي ليست حالة صلبة وليست حالة سائلة ولكن بين الحالتين معا .

تتصرف جزيئات البلورات السائلة في معظم الأحيان كمادة سائلة ، و هي حساسة للحرارة و الجهد ، حيث إنه عند أي ارتفاع طفيف في درجة الحرارة أو عند تطبيق أي جهد ميكانيكي أو قوة ضغط حتى لو كان ضعيفة، أو عند تطبيق جهد كهربائي عليها يحولها إلى سائل ، ومن هنا جاءت التسمية بالبلورات السائلة.

تتواجد البلورات السائلة في عدة أطوار مختلفة تعتمد على درجة الحرارة وطبيعة المواد التي تصنع منها والنوع المخصص لصناعة الشاشات هو من الطور الدوار أو المتحرك nematic phase ، ويمتاز هذا الطور في أن البلورات السائلة تتأثر بالجهد الكهربائي .

و هناك نوع محدد من البلورات السائلة ذات الطور الدوار يستخدم في شاشات العرض هو الطور الدوار الملتوي nematic twisted ويرمز له TN. عندما تتعرض البلورات ذات الطور الدوار الملتوي إلى جهد كهربي فإنها تصبح غير ملتوية ، وتعتمد درجة الالتواء على مقدار الجهد الكهربي. تستخدم تكنولوجيا شاشات البلورات السائلة هذه الخاصية (خاصية الالتواء) في التحكم في مرور الضوء من خلالها.

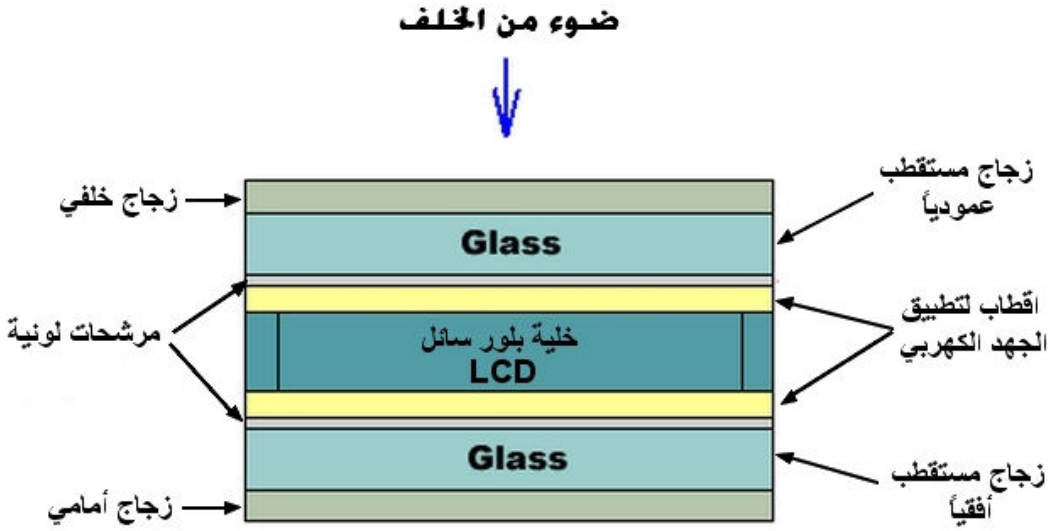


شكل (13) جزيئات البلور السائل LCD

تمتلك البلورات السائلة خاصية مفيدة و هي أنها تقوم بتغيير استقطابية الضوء عندما لا يكون هناك جهد أو مجال كهربائي يؤثر على التواء أو دوران جزيئات المادة ، أما إذا تم تسليط جهد أو مجال كهربائي على البلورات فإنها تصطف في اتجاه هذا المجال و تسمح بمرور الضوء من خلالها دون أي استقطاب .

طريقة عمل شاشات LCD :

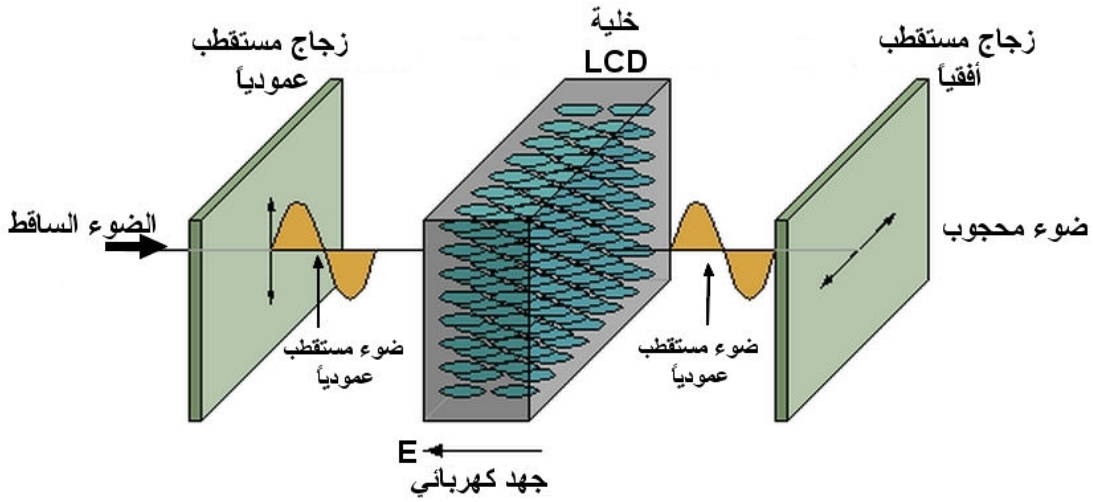
يمكن توضيح طريقة عمل شاشاتLCD من خلال افتراض وجود خلية من الكريستال السائل موصل بها أقطاب شفافة لتطبيق الجهد الكهربائي عليها ، كما يوجد خلف الخلية زجاج شفاف يستقطب الضوء الخلفي عمودياً ، و يوجد أمام الخلية زجاج شفاف ذو استقطاب أفقي ،كما توجد مرشحات لونية حول الخلية ، الشكل (14) يوضح تركيب خلية بلور سائل مبسطة لتوضيح مبدأ عمل شاشات LCD.



شكل (14) خلية بلور سائل مبسطة لتوضيح مبدأ عمل الشاشات

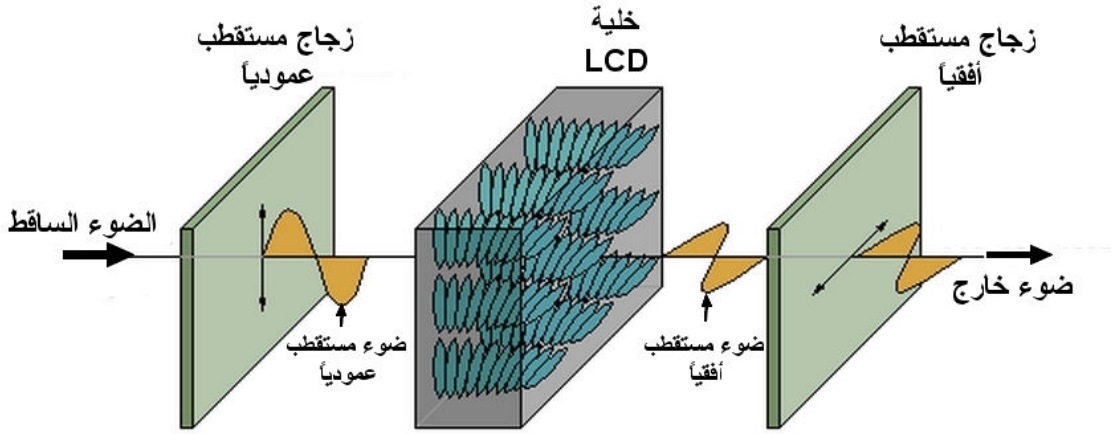
يأتي الضوء من خلف الخلية ليسقط على الزجاج المستقطب استقطاباً عمودياً و يصبح الضوء الداخل إلى الخلية البلورية ضوء مستقطب استقطاباً عمودياً .

والآن سوف نأخذ الحالة الأولى وهو عندما يكون هناك جهد كهربائي E مطبق على الخلية ، شكل (15) ، سنجد أن جزيئات البلور السائل تصطف بطريقة مرتبة في اتجاه الجهد المطبق عليها لتسمح بمرور الضوء المستقطب عمودياً من خلالها و بالتالي يمر إلى الزجاج المستقطب أفقيا ، و هذا الزجاج لا يسمح بمرور أي ضوء عدا الضوء المستقطب استقطاباً أفقيا ، أي أن الضوء المستقطب عمودياً لا يمر من خلاله ، لذا سنجد أن الضوء الخارج سوف يُحجب تماماً عند الزجاج الأمامي .



شكل(15) خلية LCD عند تطبيق الجهد – يتم حجب الضوء

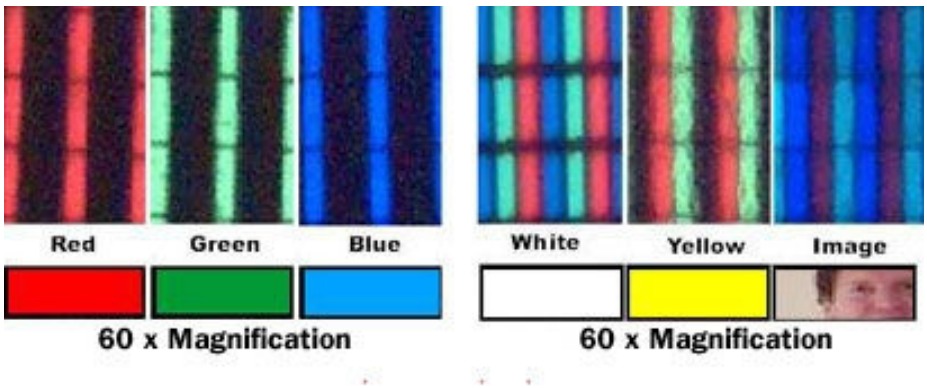
في الحالة الثانية ، أي عندما لا يكون هناك جهد كهربائي مطبق على خلية الكريستال، الشكل (16) ، سنجد إن جزيئات المادة تبقى في وضعها الطبيعي أي ملتوية ، و بالتالي فإن الضوء الساقط على الخلية و هو المستقطب عمودياً سوف يمر عبر الخلية و يحدث له التواء أو دوران بزاوية 90 ، و هذا يجعل الضوء المستقطب عمودياً يتحول إلى ضوء مستقطب أفقياً و متوافق تماماً مع الطبقة التالية من الزجاج المستقطب أفقياً مما يسمح لهذا الضوء بالمرور عبره و منه إلى الزجاج الأمامي.



شكل (16) خلية LCD تسمح بمرور الضوء عندما لا يوجد جهد مطبق عليها

خلايا الكريستال التي يُطبق عليها الجهد سوف تظهر على الشاشة كمناطق داكنة أو مظلمة ، بينما الخلايا التي لم يطبق عليها الجهد سوف تظهر مضيئة ونحصل كنتيجة لذلك على نظام يمنع مرور الضوء في بعض الأماكن، ويسمح بمروره في أماكن أخرى، مشكلاً الصورة المطلوبة على الشاشة .

نحصل على الألوان في شاشات البلورات السائلة من خلال استخدام ثلاثة طبقات مرشحة filter للألوان الأساسية وهي الأحمر والأخضر والأزرق RGB ، وبتحكم دقيق لكمية الشحنة (الجهد الكهربائي) المطبق على الخلايا يمكن الحصول على 256 درجة مختلفة لكل لون، وبدمج كافة الدرجات لكل الألوان يمكن أن نحصل على 16.8 مليون لون مختلف وهي عبارة عن حاصل ضرب 256 درجة للون الأحمر في 256 درجة للون الأخضر في 256 درجة للون الأزرق.



شكل (17) استخدام مرشحات الألوان الثلاثة RGB للحصول على الألوان في شاشات LCD

شاشات الكريستال السائل ليست شاشات باعثة للضوء أو مولدة للضوء و إنما هي تقوم إما بتمرير الضوء أو حجبه ، لذلك اعتمادا على طريقة حصول هذه الشاشات على الضوء يمكننا تقسيمها إلى نوعين هما:

1- شاشات LCD المزودة بإضاءة خلفية Backlight/Transmissive LCD: و فيها يتم استخدام نوع من أنواع الإضاءة الصناعية الخلفية وتكون متواجدة خلف الشاشة .

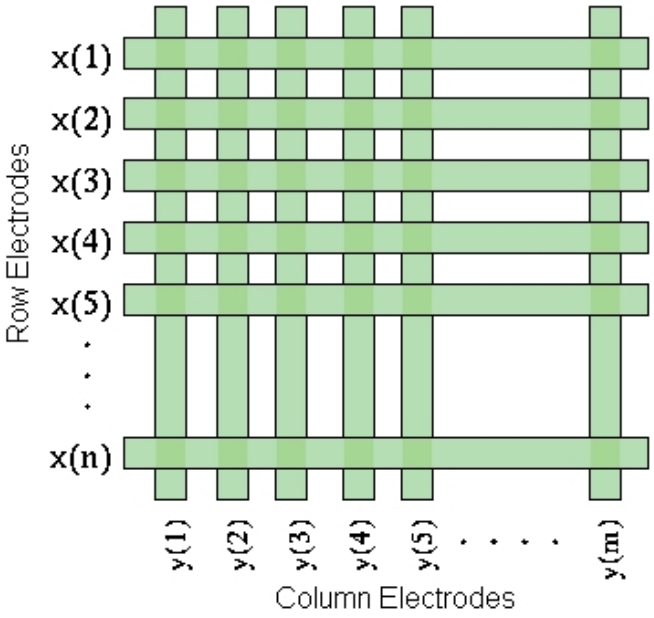
2- شاشات LCD العاكسة للضوء Reflective LCD : و فيها يتم استخدام الإضاءة الخارجية مثل ضوء الغرفة أو ضوء الشمس أو الضوء الخارجي المحيط بالشاشة من أجل إظهار محتويات العرض على الشاشة .

أهم عيوب النوع الأول هو استهلاك كمية أكبر من الطاقة و بالتالي فان إضاءة الشاشة تستهلك معظم الطاقة و خاصة إذا كانت الشاشة في جهاز يستخدم البطارية مثل جهاز اللابتوب أو الهاتف المحمول ، كما انه إذا كان الضوء الخارجي المحيط بالشاشة أقوى من الإضاءة الخلفية للشاشة عندها يُصبح من الصعوبة مشاهدة محتويات الشاشة و يصبح العرض على الشاشة باهت جداً .

بالنسبة للنوع الثاني من الشاشات و هي العاكسة للضوء ، فهي تمتاز بأنها تستهلك كمية من الطاقة أقل بكثير جداً من النوع الأول لعدم وجود الإضاءة الخلفية مما يطيل عمر البطارية المستخدمة مع الجهاز ، و من عيوبها انه لا يمكننا مشاهدة محتويات الشاشة إذا كان الضوء المحيط بالشاشة مظلم أو بإضاءة خافتة مثال في الغرفة ليلاً .

أنواع شاشات LCD :

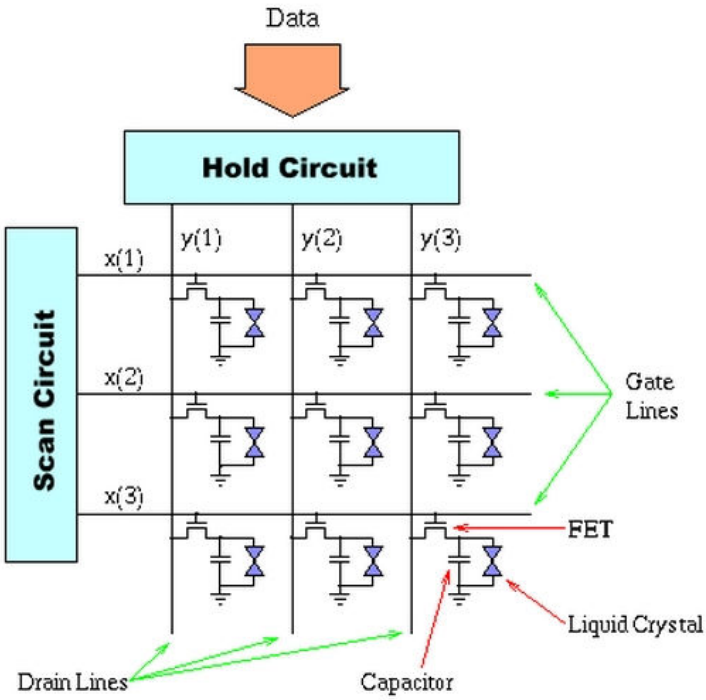
يمكن تقسيم شاشات LCD حسب نوع التقنية المستخدمة فيها إلى نوعين رئيسيين :
النوع الأول استُخدم مع بدايات ظهور هذه الشاشات و يعتمد على تقنية المصفوفة غير الفعّالة Passive -matrix و تقنية المسح الثنائي dual-scan .
النوع الثاني و هو الأحدث ويعتمد على تقنية المصفوفة الفعّالة active-matrix و يطلق عليها أيضاً شرائح الترانزستورات الرقيقة TFT thin-film transistor .
تعتمد شاشات المصفوفة غير الفعالة Passive-matrix ، على شبكة من النواقل العمودية والأفقية ،شكل(18) ، و تحتوي على خلايا LCD مستقلة موضوعة عند تقاطعات هذه النواقل . و تقوم دوائر التحكم الالكترونية بإرسال أشارات التحكم أو التيار الكهربائي إلى الخلايا عبر النواقل الأفقية و العمودية و بشكل متسلسل . ولإطفاء بكسل Pixel معين، يتم فتح الاتصال مع الناقل الأفقي و العمودي المعني بهذا البكسل ، مما يسمح للتيار بالمرور عبر الخلية ، و هذه الطريقة تسمى عنونة البكسلات ، و تعتمد العنونة على طريقة مسح الشاشة ، و في كل الأحوال تستهلك هذه الطريقة من العنونة التسلسلية وقتاً طويلاً نسبياً، وتعتبر إحدى العوامل التي تسبب بطء زمن استجابة شاشات المصفوفة غير الفعّالة .
أما تقنية المسح الثنائي dual-scan ، فهي نسخة محسنة من تقنية المصفوفة غير الفعّالة، تنعش الشاشة بسرعة أكبر، عن طريق تقسيمها إلى نصفين. و يتم إنعاش كل نصف بشكل مستقل عن النصف الآخر، لكن الإنعاش يتم في وقت واحد.



شكل(18) النواقل الأفقية و العمودية في تقنية المصفوفة غير الفعالة Passive-matrix

أما بالنسبة للنوع الثاني و هي تقنية المصفوفة الفعّالة ، المعروفة أيضاً، باسم شاشات "شرائح الترانزستورات الرقيقة" TFT thin-film transistor، فقد كان التركيز الرئيسي في السنوات القليلة الماضية عليها في تصنيع شاشات LCD .
تقوم هذه التقنية بوضع ترانزيستور واحد على الأقل عند موقع كل بكسل ، شكل (19) ، وتتحكم الترانزستورات بكل بكسل بشكل مستقل، وتحتاج هذه التقنية ، لذلك ، إلى كمية أصغر من التيار

الكهربائي لتغذية البكسلات، و من أهم مزاياها الجيدة انخفاض زمن إضاءة وإطفاء البكسلات ، مما ساعد في الحصول على استجابة أسرع ، وظلال أقل ، أو شبه معدومة.
تفوق شاشات TFT شاشات المصفوفة غير الفعّالة، سرعة ووضوحاً، لكنها أيضاً أكثر تكلفة من حيث الإنتاج. ومن السهل معرفة السبب في ذلك، إذ تحتاج الكثافة النقطية 600× 800 إلى أكثر من 1.4 مليون ترانزستور(800 × 600 × 3 ، حيث يمثل العدد 3 الألوان الأساسية الثلاثة RGB) ، بينما تتطلب الكثافة النقطية 768 × 1024 أكثر من 2.3 مليون ترانزستور. و هنا تحتاج عملية تصنيع الشاشات مع ترانزستوراتها إلى دقة عالية جداً و يجب عدم ترك أي مجال لحدوث أي خطأ مهما كان صغيراً، لأنه في حال تعطل أحد الترانزستورات فإن البكسل المعني سيبقى عاطلاً عن العمل بشكل دائم، ويبقى ذلك الموقع من الشاشة دائم الإضاءة . ولذلك، تضع بعض الشركات الصانعة ترانزستورات احتياطية عند كل خلية، لكن هذا يزيد من تكاليف التصنيع بشكل كبير.



شكل(19) تقنية المصفوفة الفعالة أو TFT thin-film transistor

في شاشات المصفوفة الفعّالة ، يحتل الترانزيستور جزءاً من المساحة الواقعة في أعلى خلية الكريستال السائل ، مما يحجب نسبة أكبر من الضوء . ومع ازدياد الكثافة النقطية للشاشات ، يزداد عدد ترانزستورات الشاشة وتزداد نسبة المساحة المستخدمة بين الخلايا ، مما يحجب المزيد من الضوء.
ونتيجة لما سبق، فإن معظم شاشات LCD تمتص 95 بالمائة، أو أكثر، من الضوء الذي تتلقاه ، ويلعب هذا دوراً مهماً في شاشات الأجهزة المحمولة اللابتوب أو الهواتف النقالة ، حيث أن زيادة كمية الضوء المطلوبة من قبل الإضاءة الخلفية تؤثر على وزن وعمر البطاريات.

تقوم العديد من الشركات حالياً بالتطوير المستمر لشاشات LCD و التي أدت إلى إنتاج شاشات بأحجام كبيرة جداً أو صغيرة جداً و بسماكة صغيرة جداً ، ويمكنها أن تتجاوب بشكل سريع مع

تغييرات التيار الكهربائي، مما يؤمن للشاشة زمن استجابة كافياً لعرض تطبيقات الصور المتحركة، مثل الأفلام السينمائية و بألوان رائعة و زاهية و شبة طبيعية .
كما تم تطوير تقنية جديدة و هي تقنية الكريستالات الكهربائية الحديدية ferroelectric crystals ، التي تمتلك معدلات استجابة أعلى ، وزاوية رؤية أكبر. و قد تم تطوير شاشة LCD بكثافة نقطية عالية قد تصل إلى أكثر من 500 بكسل في البوصة الواحدة ، والتي لا تختلف بالنسبة للعين البشرية، عن دقة صفحة مطبوعة.
كما تم تطوير و إنتاج العديد من أنواع الشاشات المستخدمة مع التلفزيون العالي الدقة High Definition –HD-TV ، و بأسعار مقبولة جداً للمستخدم العادي .
و ظهر في العامين الأخيرين ما يسمى بشاشات التلفاز ثلاثي الأبعاد 3D – TV الذي يعتمد على تقنيات عالية جداً ، إلا انه يتطلب وجود نظارات خاصة يلبسها المشاهد لرؤية ما يُعرض في شكل ثلاثي الأبعاد مما يشكل عائق تقني تقوم الشركات المنتجة حالياً بمحاولة التغلب عليه ، و بالرغم من هذا فان التلفاز ثلاثي الأبعاد يعتبر أكبر انجاز يتم حتى الآن في تطوير و إنتاج شاشات التلفاز المسطحة LCD .

مقارنة بين شاشات LCD و شاشات CRT :

إيجابيات شاشات CRT :

1- استجابة سريعة و دقة عرض عالية .
2- ألوان كاملة و مشبعة (نطاق عالي من درجات الألوان يمكن الحصول عليها) .
3- زاوية نظر عريضة من مختلف الجهات .
4- إضاءة عالية ، و تباين عالي في الصورة .
5- تقنية موثوق بها ، و إصلاح الأعطال فيها سهل و غير مكلف .
6- سعر رخيص .

سلبيات شاشات CRT :

1- حجم كبير و وزن كبير ، كلما كبر مقاس الشاشة .
2- استهلاك أعلى من الطاقة في حدود >140watt .
3- و جود مجال كهرومغناطيسي محيط بالشاشة .
4- قد يحدث تشويش أو تقطع في الصورة عند التداخل مع ترددات معينة.
5- معظم الشاشات المصنوعة تقبل الإشارات التماثلية وقليل منها يقبل الإشارة الرقمية (شاشات الحاسوب) .
6- وجود تشوهات هندسية في الصورة عند الأطراف إذا كان زجاج الشاشة مقوس و ليس مسطح .

ايجابيات شاشات LCD :

1- حجم أقل يعادل 1/6 حجم شاشات CRT من نفس المقاس .
2- وزن أقل يعادل 1/5 وزن شاشات CRT من نفس المقاس .
3- استهلاك أقل للطاقة 1/4 استهلاك شاشات CRT من نفس المقاس .
4- شاشة مسطحة تماماً دون وجود تشوهات هندسية في الصورة .
5- صورة رقمية نقية و ألوان منتظمة و بدقة عالية .
6- لا توجد أي إشعاعات كهرومغناطيسية حولها .
7- شاشات كبيرة بمقاسات أعلى من 23" و بمساحة صغيرة و يمكن تعليقها على الجدران .
8- شاشات صغيرة جداً بمقاس 3" و بجودة و وضوح و دقة ألوان عالية .

سلبيات شاشات LCD :

1- زاوية نظر ضيقة نسبياً .
2- إضاءة أقل و سطوع أقل مقارنة بشاشات CRT .
3- سعر أعلى نسبياً .
4- إصلاح الأعطال فيها مكلف و قد تكون صعبة .

شكل(20) شاشات LCD و شاشات CRT

2-3- شاشات البلازما Plasma Display Panels :

ظهرت فكرة شاشات البلازما منذ العام 1964 و لكنها لم تكن قابلة للتطبيق عملياً إلا بعد تطور الإلكترونيات الرقمية و ظهور العالم الرقمي حيث ظهرت شاشات مسطحة و بمساحات كبيرة تصل إلى 60 بوصة و بسمك صغير يصل إلى 15 سم و يمكن تعليقها على الجدار .

مبدأ العمل :

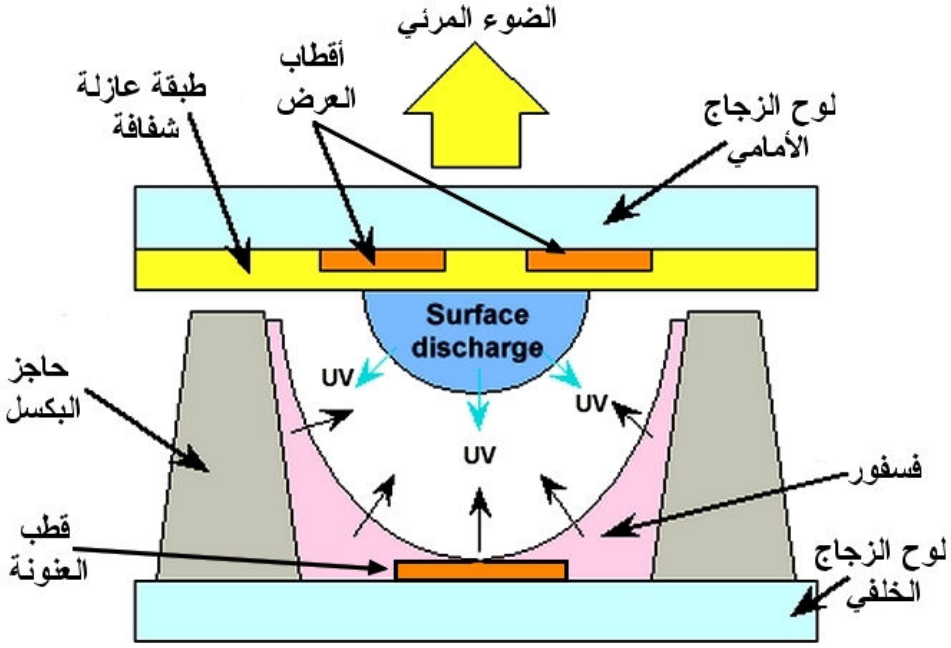
فكرة عمل شاشات البلازما مشابهة لمبدأ عمل مصباح الفلورسنت العادي ، حيث يتم توليد ضوء الفلورسنت من خلال البلازما ، والبلازما هي غاز متأين حيث تكون ذرات الغاز منزوعة منها الكتروناتها ويصبح الغاز مكون من ايونات موجبة الشحنة والكترونات سالبة الشحنة. وبالطبع هذا الغاز (البلازما) يحدث في ظروف خاصة مثل أن يكون الغاز داخل مجال كهربي كبير ناتج عن فرق جهد عالي مما يؤدي إلى انجذاب الالكترونات إلى الطرف الموجب والأيونات إلى الطرف السالب فتصطدم الالكترونات مع الايونات مما يؤدي إلى أثارة ذرات الغاز في البلازما وينتج عن هذه الإثارة تحرر طاقة في صورة فوتونات ضوئية كما هو الحال في المصابيح الفلوريسنت التي نستخدمها للاضاءة.

يتم في شاشات البلازما استخدام غاز مكون من ذرات النيون و ذرات الزينون وعند إثارة هذا الغاز بالطريقة سابقة الذكر نحصل على فوتونات في مدى الترددات الفوق بنفسجية التي لا ترى بالعين المجردة ولكن هذه الفوتونات تستخدم لإثارة ذرات الفسفور للحصول على فوتونات ضمن المدى المرئي.

تركيب و عمل شاشات البلازما :

تتكون شاشات البلازما من الآف الأنابيب الزجاجية و المفرغة من الهواء و المملؤة بمركب من الغازات الخاملة القابلة للتأين مثل He , Ne , Xe . هذه الأنابيب (الخلايا) مطلية من الداخل بطبقة من الفسفور الملون (الأحمر للخلية الحمراء ، الأخضر للخلية الخضراء ، و الأزرق للخلية الزرقاء). تكون الخلايا محصورة بين لوحي الزجاج الأمامي و الخلفي للشاشة ، شكل (21) ، و يتصل اللوح الأمامي بأقطاب العرض ، و اللوح الخلفي بأقطاب العنونة ، وبالتالي تصبح كل خلية مملؤة بغاز متأين و محاطة بأقطاب العرض من الأمام و أقطاب العنونة من الخلف .

تتم عملية تأين الغاز في داخل أية خلية عن طريق كمبيوتر خاص للشاشة يتحكم في عملها ، حيث يتحكم في توجيه الشحنة الكهربية إلى القطبين المتعامدين (قطب العرض و قطب العنونة) فيحدث التفريغ الكهربائي Electrical Discharge في تلك الخلية التي تحتوي الغاز فيتأين ويتحول إلى بلازما وتنطلق نتيجة لذلك أشعة فوق بنفسجية UV-rays.

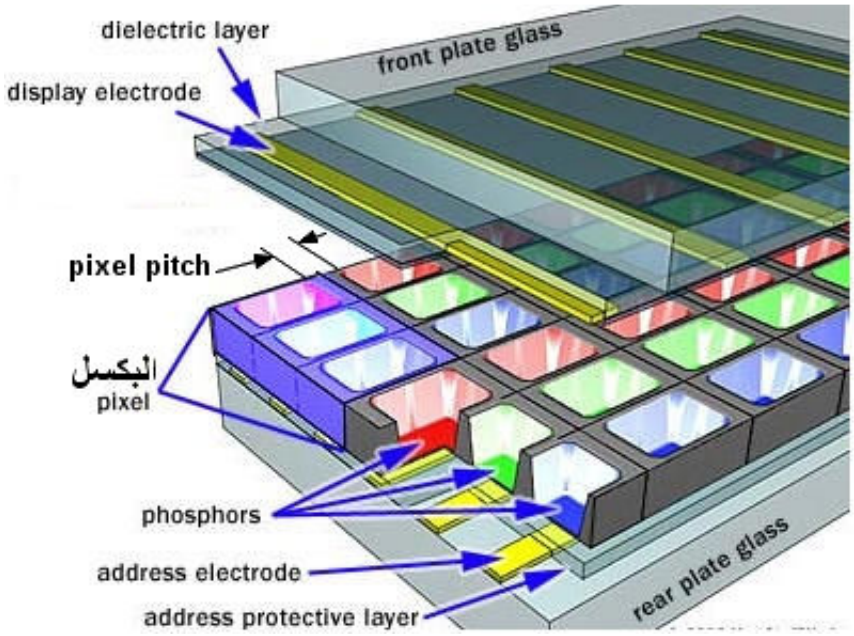


شكل(21) رسم توضيحي مبسط لخلية من خلايا شاشة البلازما

تعمل الأشعة الفوق بنفسجية UV المنطلقة من البلازما على إثارة المادة الفسفورية المطلية بها الخلية ، حيث تمتص الكترونات ذرات الفسفور الأشعة فوق البنفسجية UV ، مما يحفزها و يستثيرها و هذا يجعل الالكترونات تنتقل أو تقفز إلى مستويات طاقة أعلى ، و لكن سرعان ما تعود الالكترونات المثارة إلى مستوى طاقتها الأصلي و عند عودتها تعطي هذه الالكترونات الطاقة الزائدة في شكل فوتونات ضوء في المدى المرئي و بلون مادة الفسفور .

كما ذكرنا سابقا فإن كل بكسل مكون من ثلاث خلايا ضوئية وكل خلية ضوئية مغلفة من الداخل بمادة فسفورية تعطي ضوء أحمر والثانية تعطي ضوء أخضر والثالثة تعطي الضوء الأزرق (أي أن هناك ثلاث أنواع مختلفة من الفسفور لكل خلية ليعطي الألوان الأساسية).شكل(22) .

و بالتحكم بشدة تيار النبضات الكهربية الموجهة بواسطة الكمبيوتر إلى الخلايا الضوئية المختلفة يمكن الحصول على خليط من الألوان الأساسية لتعطي في المحصلة كل الألوان الممكنة. و حيث أن التحكم يصل إلى كل بكسل فإن الصورة الناتجة من الشاشة ذات دقة عالية مهما كانت الزاوية التي ننظر إليها إلى الشاشة.



شكل(22) تركيب شاشة البلازما

ميزات شاشات البلازما:

1. يمكن تصنيع شاشات عرض بإحجام عملاقة للساحات و المسارح و الميادين .
2. وزن الشاشة خفيف ومسطحة تماماً وسمكها لا يزيد عن 15 سنتيمتر مما يجعل تعليقها على الجدران ممكن.
3. مدى رؤية كبير يصل إلى 160 درجة وصورة واضحة و ألوان زاهية ودقة عالية.
4. لا تتأثر بالمجالات المغناطيسية حولها وبالتالي يمكن تثبيت نظام سمعي عالي الجودة دون القلق على التأثير المغناطيسي للسماعات على الشاشة.

عيوب شاشات البلازما :

1. تواجه صناعة شاشات البلازما مشاكل تقنية من أهمها التقليل من المسافة بين عناصر الشاشة البكسلات Pixel Pitch حيث أن هذه المسافة أكبر من 1mm و هذا يجعل من الصعب تصنيع شاشات صغيرة الحجم مثل شاشات LCD .(Pixel Pitch في شاشات LCD و CRT أقل من 0.2mm) .
2. مشكلة تقنية أخرى و هي تصنيع الأنابيب الفسفورية أو الخلايا الضوئية الممتلئة بالغاز المتأين ، حيث أن هذه الأنابيب تحتاج إلى ضغط عالي أثناء عملية تفريغ الهواء منها و ملئها بالغاز المتأين ، و هذا يؤدي إلى زيادة سماكة الزجاج المستخدم في تصنيع الخلايا و البكسلات و بالتالي تزداد المسافة بين عناصر الشاشة Pixel Pitch .

3. توجد مشكلة أخرى و هو وجود عمر افتراضي لهذه الشاشات بسبب تآكل طبقة الفسفور الموجود في الخلايا ، و هذا التآكل هو بسبب قصف أيونات الغاز المتأين لهذه الطبقة مما يسبب في تآكلها .
4. شاشات البلازما بقطر 40 بوصة تستهلك طاقة 300 وات بينما شدة السطوع و الإضاءة المتحصل عليها تعادل ثلث السطوع المتحصل علية من شاشة CRT تستهلك 150 وات .
5. تكلفتها عالية و خاصة للشاشات الصغيرة الحجم أقل من 21 بوصة ، بينما نجد إن الكلفة تقل كلما كبر حجم الشاشة .

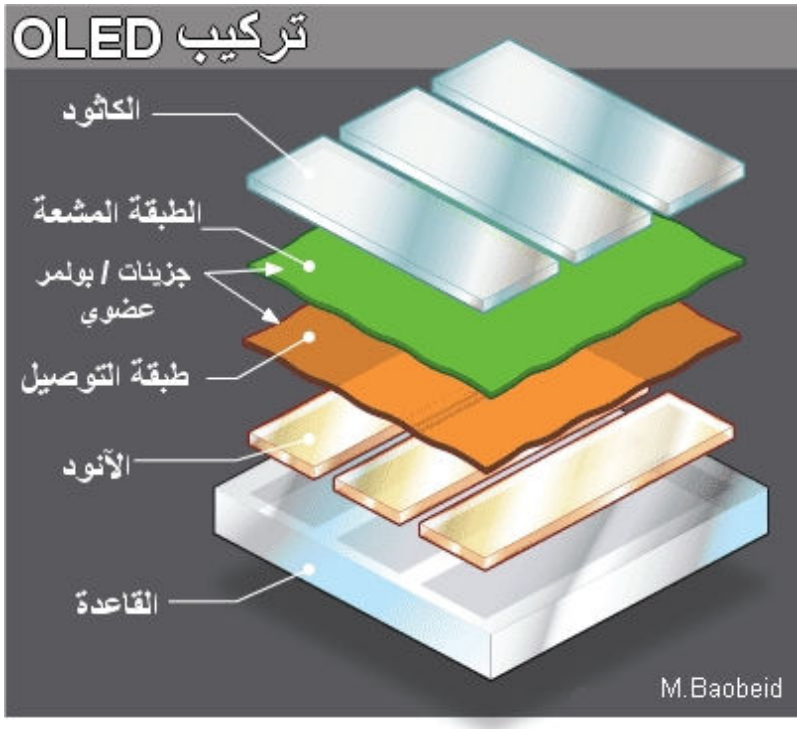
تطورت صناعة شاشات البلازما في الوقت الحاضر و استطاع المصنعون أن يتغلبوا على الكثير من المشاكل التقنية في الماضي ، مما جعل شاشات البلازما حاليا منافساً محترماً للشاشات المسطحة الأخرى و بأسعار معقولة و جودة عالية .

3-3- شاشات LED / OLED المسطحة :

تعتبر شاشات OLED من أحدث أنواع الشاشات التي تعتمد على تقنية حديثة جداً و هي تقنية الثنائي العضوي الباعث للضوء Organic Light Emitting Diode (OLED) .

التركيب:

يعتبر الثنائي العضوي الباعث للضوء هو الوحدة الأساسية المكونة لشاشات OLED ، وتتكون هذه الثنائيات العضوية من طبقات من أغشية رقيقة جداً مكونة من مواد عضوية شبة موصلة تسمى البلمرات العضوية Organic Polymers ، و هي مركبات عنصرها الرئيسي هو عنصر الكربون Carbon. هذه الأغشية قد تتكون من طبقتين أو ثلاث و لا يزيد سمكها عن 500 نانومتر ($1\text{nanometer} = 1 \times 10^{-9}\ \text{m}$) أي 200 مرة أصغر من سمك شعرة الإنسان .



شكل(23) تركيب الثنائي العضوي OLED المكون من طبقتين

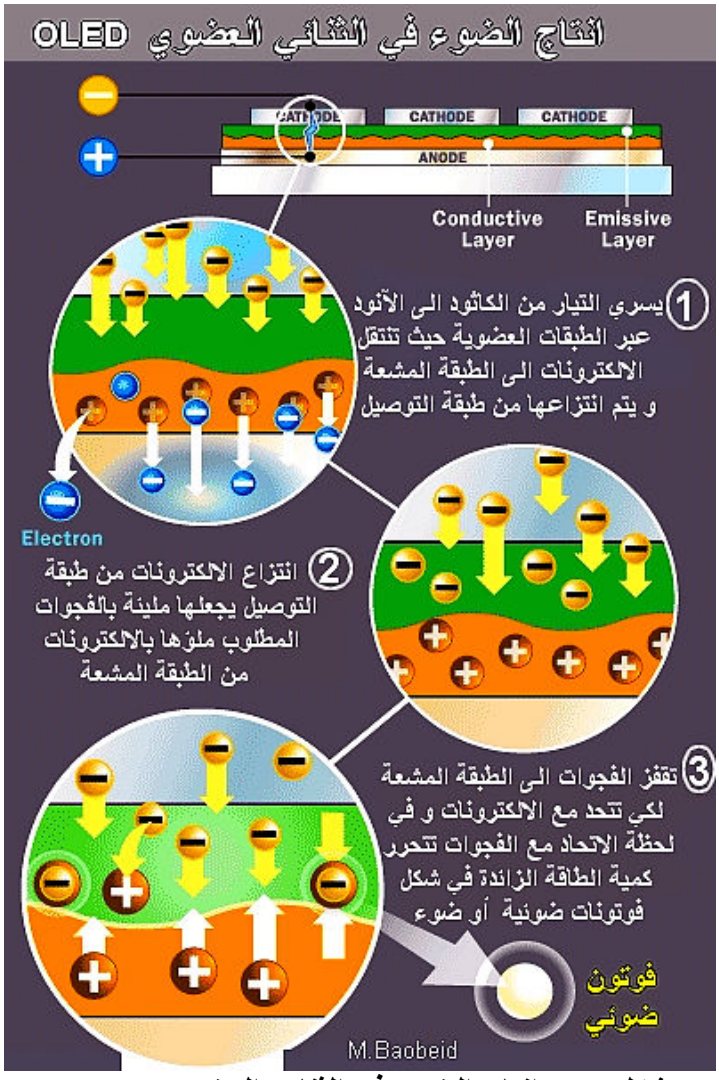
يتكون الثنائي العضوي الباعث للضوء ، في الشكل(23) من التالي :

1- القاعدة Substrate : تتكون من طبقة رقيقة جداً من الزجاج ، البلاستيك ، أو شريحة معدنية ، و هي تستخدم كدعامة أساسية تقوم عليها بقية المكونات .
2- الآنود Anode : و هي طبقة شفافة وظيفتها استقبال الالكترونات+ (الفجوات) الحرة المرسلة من الكاثود عند مرور التيار الكهربائي .
3- طبقات المادة العضوية Organic Layers : و هي عبارة عن طبقتين رقيقتين مكونة من جزيئات عضوية أو بوليمر عضوي . و هذه الطبقات هي :
طبقة التوصيل Conducting Layer : وظيفتها نقل الفجوات من الآنود ، و هي مكونة من جزيئات أو بوليمر عضوي مثل بولي انيلين Polyaniline .
الطبقة المشعة Emissive layer : وظيفتها نقل الالكترونات من الكاثود ، و في

هذه الطبقة ينطلق الضوء (الفوتونات الضوئية) من المادة العضوية المكونة لهذه الطبقة و هي مثل البولي فلورين polyfluorene .

4- الكاثود Cathode : يقوم الكاثود بإدخال (حقن) الالكترونات عند مرور التيار الكهربائي ، وقد تكون هذه الطبقة شفافة أو غير شفافة حسب نوع الثنائي OLED.

مبدأ العمل:



شكل (24) إنتاج الضوء في الثنائي العضوي OLED

الشكل(24) يوضح طريقة إنتاج الضوء في الثنائي العضوي ، و يمكن تلخيصه كالتالي :

1- عند تطبيق فرق الجهد على طرفي الشريحة OLED ، يتدفق التيار الكهربائي من الكاثود إلى الآنود مروراً بالطبقات العضوية .

2- يقوم الكاثود بحقن الطبقة العضوية المشعة بالالكترونات فتصبح مليئة بالالكترونات ، بينما يقوم الآنود بانتزاع الالكترونات من طبقة التوصيل العضوية فتصبح مليئة بالفجوات.

3- عند الحدود الفاصلة بين طبقة التوصيل و الطبقة المشعة تندمج الالكترونات مع الفجوات ، و نتيجة لهذا الاتحاد تتحرر الطاقة الزائدة التي اكتسبتها الالكترونات في شكل فوتونات .
4- هذه الفوتونات هي فوتونات ضوئية ضمن المدى المرئي ، و لون هذا الضوء يعتمد على نوعية المادة العضوية المصنوع منها الطبقة المشعة ، و يمكن تكوين عنصر شاشة ملونة Triad و ذلك عن طريق إنتاج الألوان الأحمر و الأخضر و الأزرق و هي الألوان الأساسية اللازمة لصنع شاشة OLED .
5- يعتمد شدة الضوء و سطوعه على شدة التيار المطبق ، فكلما زادت شدة التيار المار بين الطبقات العضوية كلما زادت شدة الضوء الناتج عن التنائي العضوي الباعث للضوء OLED .

أنواع شاشات OLED :

يوجد عدد من الأنواع المختلفة لشاشات OLED و ذلك بحسب التقنية المستخدمة للتصنيع و نوع الاستخدام ، و من أهم الأنواع الحالية هي :

1- **Passive matrix OLED :** و تستخدم في تصنيع الشاشات الصغيرة مثل شاشات الهاتف المحمول ، و شاشات العاب الفيديو ، و شاشات الكمبيوتر الكفي المحمول الصغيرة .

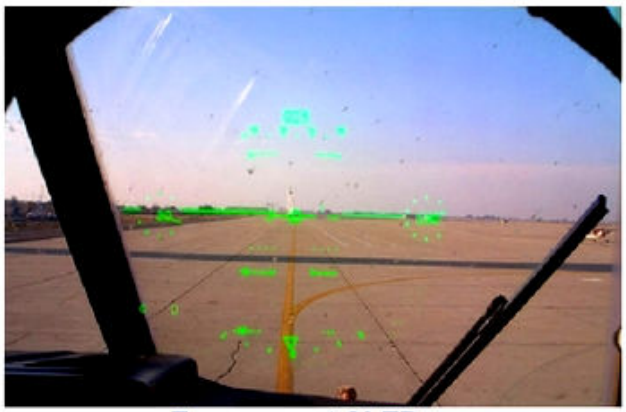
2- **Active matrix OLED** : و يستخدم في تصنيع الشاشات الكبيرة مثل شاشات الحاسوب و شاشات التلفاز الكبيرة الحجم .

3- **Transparent OLED** : جميع الطبقات في هذه الشاشة شفافة ، و بالتالي يمكن دمجها ضمن زجاج السيارة ، أو زجاج الطائرة الأمامي ، و في زجاج خوذات الطيارين و رواد الفضاء .

4- **Foldable OLED** : تكون طبقة القاعدة مكونة من مادة بلاستيكية مرنة و خفيفة الوزن . و يستخدم هذا النوع في الشاشات المحمولة لتجنب تعرضها للكسر، و هي قابلة للطي و غير قابلة للكسر، كما يمكن تصنيعها بشكل مدمج مع بعض أنواع الأقمشة، لتدخل ضمن الملابس.

5- **White OLED** : و لا تُستخدم كشاشات إنما تُستخدم في أنظمة الإضاءة الحديثة ، حيث يمتاز الضوء الناتج بشدة عالية و توزيع أكثر انتظاماً ويمتاز هذا النوع من المصابيح بخفة الوزن ، و السماكة الصغيرة جداً و بأقل طاقة مستهلكة مقارنة بجميع أنواع الإضاءة التقليدية مثل إضاءة أنابيب الفلورسنت، و من المتوقع أن يتم استخدامها قريباً و بشكل كبير جداً في إضاءة المنازل و الصالات و القاعات و لمختلف الأغراض الأخرى.

Foldable OLED


Transparent OLED

شكل(25) أنواع من شاشات OLED

شكل(26) شاشة OLED هي الأقل سماكة بين الشاشات على الإطلاق

أهم ايجابيات شاشات OLED :

1- الثنائيات العضوية OLED هي مشعة للضوء بذاتها و لا تحتاج إلى إضاءة خلفية مثل شاشات LCD ، مما يقلل من سماكة هذه الشاشات .
2- تحتاج إلى جهد منخفض ولا تحتاج لجهد عالي مثل شاشات CRT و LCD و البلازما .
3- استهلاكها للطاقة منخفض جداً مما يطيل عمر البطارية المستخدمة لفترات أطول من شاشات LCD .
4- ألوان كاملة بكافة الدرجات الممكن تخيلها أو التي يمكن الحصول عليها.
5- إضاءة و سطوع رائع و ممتاز .
6- تمايز و دقة عالية جداً .
7- أسهل في التصنيع (ترسيب البخار في الفراغ ، طباعة الأغشية) مقارنة بشاشات البلازما و LCD .
8- يمكن تصنيعها كشاشات ذات مقاييس كبيرة جداً ، أو مقاييس صغيرة جداً و بسماكة صغيرة جداً .
9- تمتلك زاوية عرض (نظر) View Field Angle كبيرة جداً قد تصل إلى 170 درجة و هي أكبر من زاوية النظر لشاشات LCD .
10- استجابة سريعة لعناصر الشاشة Pixel ، أقل من 1µsec .

عيوب شاشات OLED :

1- هذه الشاشات تمتلك عمر افتراضي قد يصل إلى ما بين (80000 – 120000) ساعة عمل ، و هذا بسبب خصائص المواد العضوية المصنوع منها الطبقات العضوية لهذه الشاشات و خاصة طبقة اللون الأزرق الأقل عمراً من بين بقية الطبقات. و لكن في الأعوام الأخيرة تم التغلب على هذه المشاكل التقنية بسبب التطور الهائل الحاصل في علم البولمرات العضوية وعلم النانوتكنولوجي.
2- يشكل الماء خطر كبير على هذه الشاشات (إذا وصل إلى الطبقات العضوية).
3- سعرها مكلف بعض الشيء في بداية إنتاجها حالياً، و من المتوقع أن تنخفض أسعارها كثيراً خلال الأعوام القليلة القادمة عند بدء انتشارها على نطاق واسع و إنتاجها بشكل كبير .

الفصل الرابع
جهاز التحكم في العرض Video Display Controller

1-4- أساسيات جهاز التحكم في العرض :

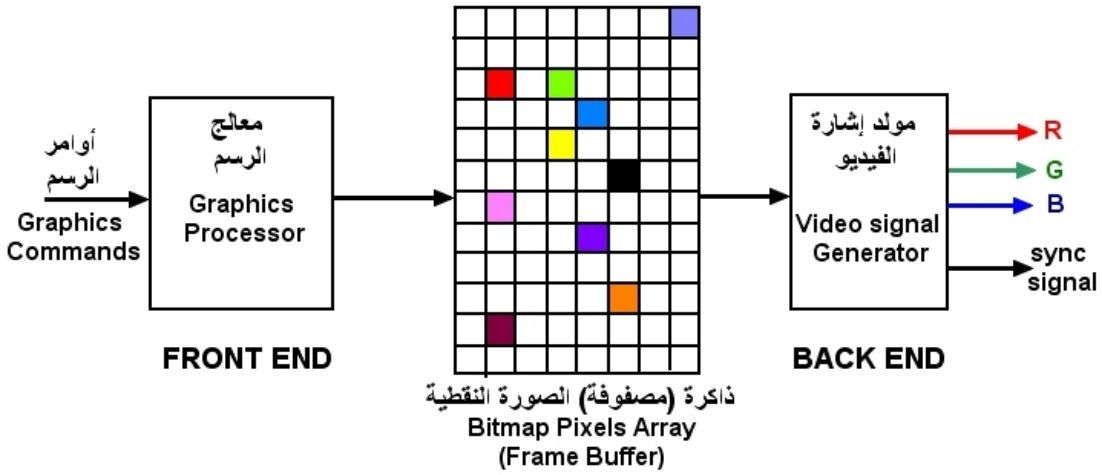
جهاز التحكم في العرض هو أحد أهم الأجهزة الرئيسية الموجودة في الحاسبات و في الشاشات الرقمية الحديثة. يطلق عليه أيضاً تسميات مختلفة منها بطاقة العرض ، بطاقة الشاشة ، أو بطاقة الفيديو Display / Monitor / Video Card .

فكرة الجهاز :

يقوم هذا الجهاز باستقبال أوامر الرسم Graphic Commands من المعالج ، و من ثم يقوم بتنفيذها و معالجتها و تحويلها إلى إشارات فيديو يمكن عرضها على الشاشة .
مخرجات هذا الجهاز عبارة عن إشارات فيديو (RGB Sync) يتم تغذيتها إلى الشاشة .

يتكون جهاز التحكم في العرض من ثلاثة أقسام أساسية و هي :

1- معالج الرسومات Drawing Engine / Display Processor .
2- ذاكرة الصورة النقطية Bitmap Pixels Array / Frame Buffer .
3- مولد إشارة الفيديو Video Signal Converter /Generator .



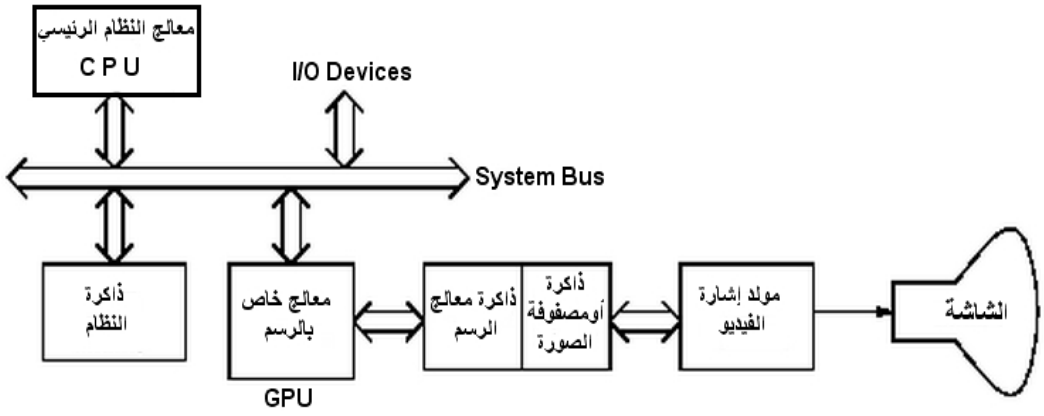
شكل(27) مخطط مبسط لمكونات جهاز التحكم في العرض

تعتبر ذاكرة الصورة النقطية أو مصفوفة عناصر الصورة Frame Buffer هي قلب جهاز التحكم في العرض ، حيث تُحفظ فيها القيم الخاصة بكل بكسل / عنصر من عناصر الصورة في هذه الذاكرة و ذلك في شكل جدول أو مصفوفة Array .
القسم لأول من جهاز التحكم في العرض يسمى الطرف الأمامي Front End و هو عبارة عن معالج الرسومات Graphics Processor /Drawing Engine .
أما القسم الآخر يسمى الطرف الخلفي Back End و هو عبارة عن مولد إشارة الفيديو المطلوبة لتغذية الشاشة Video signal Generator .

يقوم الطرف الأمامي (معالج الرسوم) باستلام أوامر الرسم من المعالج الرئيسي للحاسب ، ثم يقوم بترجمة هذه الأوامر إلى أرقام هي عبارة عن قيم كل بكسل أو عنصر من عناصر الصورة المطلوب إظهارها ، حيث تحتوي هذه الأرقام على معلومات حول الموقع البكسل ، و درجات اللون لكل من الثلاثة الألوان الأساسية (RGB) و لكل بكسل على حده ، بعد ذلك يتم إرسال هذه القيم إلى ذاكرة الصورة النقطية في شكل مصفوفة ، بحيث توضع قيمة كل بكسل في المكان المحدد لها .

تتم معالجة أوامر الرسم بطريقتين ، الطريقة الأولى و هي البسيطة وفيها يقوم المعالج الرئيسي بمعالجة أوامر الرسم ويُسمح له بعد ذلك بالقراءة و الكتابة المباشرة من و إلى ذاكرة الصورة ، و كذا القيام بحفظ قيم البكسلات /عناصر الصورة في مصفوفة الصورة في الذاكرة . و هذه الطريقة تزيد من أعباء المهام على المعالج الرئيسي ، مما تجعله يعمل ببطء و بالتالي فإن الصور تأخذ وقت طويل لكي تظهر و قد تظهر في شكل متقطع و غير متوازن أو مناسب .

الطريقة الثانية و هي الأفضل و المناسبة و التي تُستخدم حالياً ، و هي أن جهاز التحكم في العرض يستخدم معالج خاص بالرسوم يسمى Graphic Processing Unit (GPU) مع ذاكره خاصة به ، و مهمتهما هي معالجة أوامر الرسم التي تأتي من المعالج الرئيسي و من ثم إرسال قيم البكسلات إلى ذاكرة (مصفوفة) الصورة النقطية ، و هذا يساعد كثيراً في التسريع من عملية إظهار الصورة على الشاشة و كذا التخفيف من الأعباء على الذاكرة الرئيسية و المعالج الرئيسي حتى يتمكن من القيام بمهام أخرى ، شكل (28) .

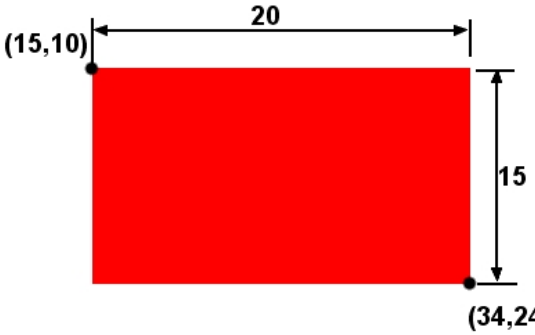


شكل(28) استخدام معالج خاص و ذاكرة خاصة بالرسم في جهاز التحكم بالعرض في الحاسب

كمثال لكيفية معالجة أوامر الرسم ، لنفترض إننا نريد رسم مستطيل لونه أحمر بعرض 20 بكسل و بارتفاع 15 بكسل في الشاشة و ابتدءا من النقطة (15, 10)حتى النقطة (24 , 34) على الشاشة ، فإن سلسلة الأوامر قد تكون كالتالي :

- Set Current Fill Color to Red
- Set Current Point to (15, 10)
- Draw Rectangle, width =20 , Height =15 .

سيقوم معالج الرسوم بترجمة هذه الأوامر إلى قيم بكسلات ، حيث سيقوم بتحديد اللون الأحمر لجميع البكسلات التي تقع بين النقاط (10 , 15) و حتى النقاط (24 , 34) و التي تشكل المستطيل المطلوب رسمه على الشاشة، شكل (29) .



شكل (29) رسم مستطيل لونه أحمر على الشاشة

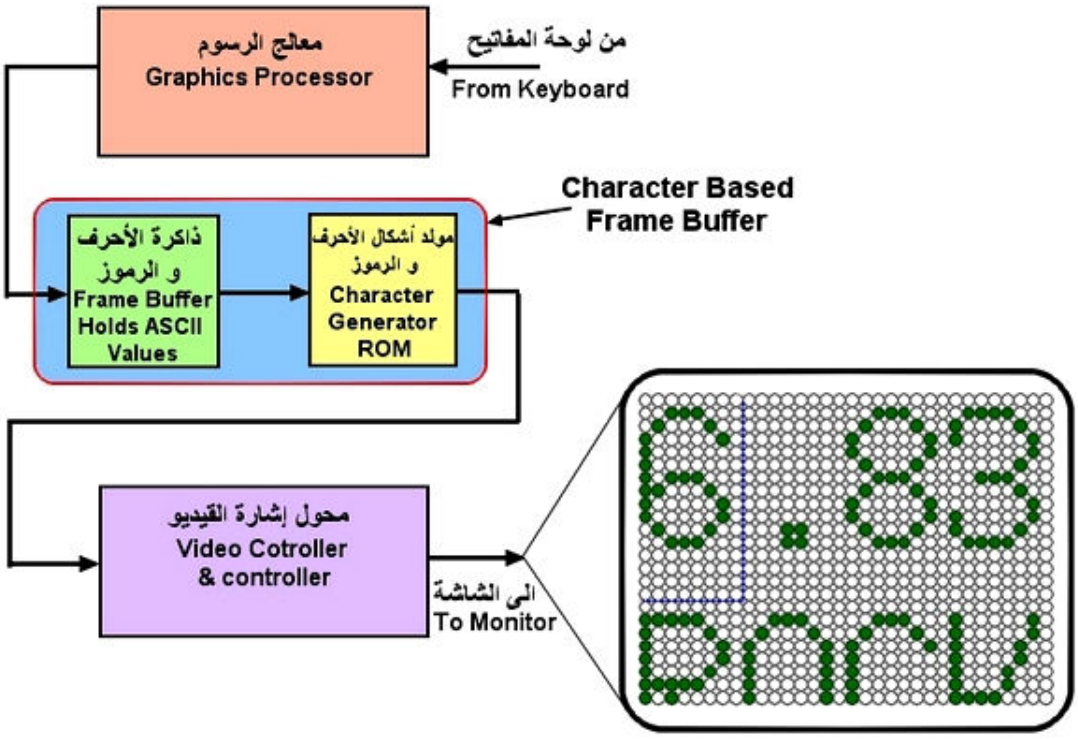
مهمة الطرف الخلفي Back End و هو مولد إشارة الفيديو هي :
ترجمة قيم البكسلات أو عناصر الصورة النقطية إلى ألوانها و تدريجات ألوانها المناسبة ، و كذا إنشاء و توليد إشارة الفيديو التي يتم تغذيتها إلى الشاشة و هي مكونة من ثلاث أشارات (RGB) ، كما يتم توليد إشارة تسمى إشارة المزامنة Sync Signal حيث تستخدم هذه الإشارة لتحديد بداية كل حقل و نهايته و بداية كل خط أفقي و نهايته .
و في كل مرة يتم تحديث الحقل أو الإطار يتم قراءة مصفوفة نقاط الصورة في الذاكرة ، وتحويلها إلى إشارات فيديو ثم ترسل إلى الشاشة لعرض الصورة المطلوبة ، و هذا من الممكن أن يحدث ما بين 60 إلى 80 مرة في الثانية .

إن أداء جهاز التحكم في العرض / بطاقة العرض يلعب دور كبير في تحديد أداء الحاسب ، فكلما كانت مواصفات جهاز التحكم في العرض عالية ، كلما كان أداء الحاسب أسرع و عملية إظهار الصور، الأفلام و الرسوم الثابتة والمتحركة يكون أسرع و بجودة عالية ، لذلك يمكننا تحديد المعايير التالية التي تحدد أداء جهاز التحكم في العرض كالتالي :

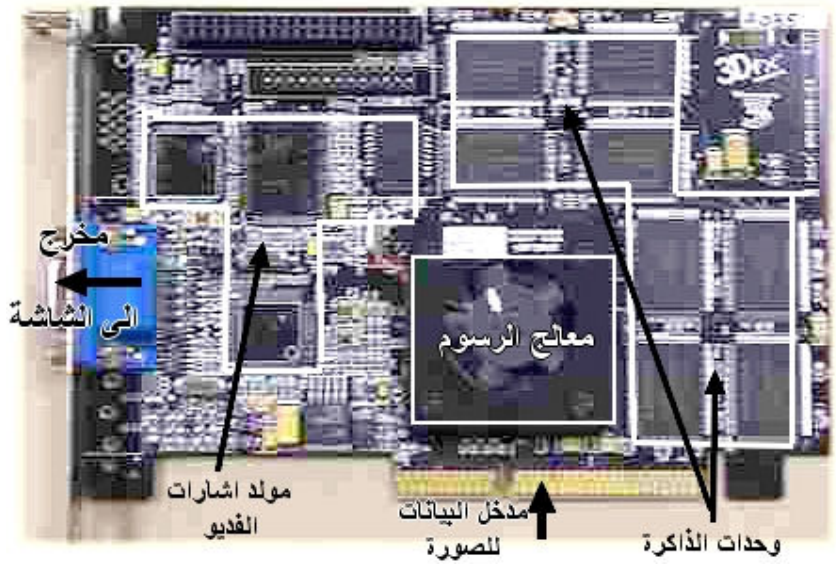
1- سرعة و نوعية معالج الرسوم Graphic Processor Unit .
2- حجم ذاكرة الصورة النقطية Frame Buffer .
3- نوع وسرعة الذاكرة المستخدمة .

4-2- التعامل مع الأحرف و الأرقام و الرموز:

من مهام جهاز التحكم بالعرض التعامل مع جميع الأحرف ، الأرقام و الرموز الخاصة و التي تأتي من لوحة المفاتيح و إظهارها على الشاشة . هذه المهمة تحتاج إلى حجز جزء من ذاكرة الصورة النقطية لهذا الغرض ، هذا الجزء يسمى ذاكرة الأحرف و الرموز Character-based Frame Buffer ، أو من الممكن أن تأتي في صورة ذاكرة مستقلة ، شكل (30) .
تتكون هذه الذاكرة من جزئين ، الجزء الأول وهي ذاكرة الأحرف و الرموز، وهي عبارة عن مصفوفة من رموز الآسكي لجميع الأحرف و الرموز ، حيث تستلم هذه الذاكرة الحرف أو الرمز من معالج الرسوم كرمز آسكي ASCII code ثم تقوم بتحويل هذا الرمز إلى قيمة ثنائية يتم إرسالها إلى الجزء الثاني و هو مولد أشكال الأحرف و الرموز Character Generator و الذي يقوم بتحديد أشكال الحروف في مصفوفة البكسلات و ذلك عن طريق تظليل البكسلات المحددة لتوليد الحروف المطلوبة . يتم بعدها إرسال هذه المصفوفة من الأحرف المتولدة في شكل مجموعة من البكسلات المظللة إلى جهاز توليد إشارات الفيديو و التي تُرسل إلى الشاشة حيث تُعرض الأحرف باللون المحدد و في المكان المحدد على السطر المطلوب .



شكل(30) إظهار الأحرف على الشاشة باستخدام Character based frame buffer



شكل (31) جهاز التحكم في العرض (بطاقة العرض) في الحاسوب

4-3- عمق الألوان Color Depth :

عمق الألوان ببساطة هو عدد الألوان الممكن عرضها على الشاشة ، و هذا يتحدد بحسب مواصفات جهاز التحكم في العرض و خاصة الذاكرة ، و كذا مواصفات و إمكانيات الشاشة .

الصورة النقطية عبارة عن عدد كبير من النقاط الصغيرة المسماة البكسل Pixel ، و كل بكسل في ذاكرة أو مصفوفة الصورة النقطية يحتفظ بقيمة ثنائية لوصف هذا البكسل ، أي يمكننا القول أن عدد البتات Bits المستخدمة لوصف البكسل يسمى عمق البكسل Pixel Depth أو عمق اللون Color Depth .

فمثلاً لو أن لدينا شاشة بلون أحادي monochrome و بعمق لون 1Bit ، سيكون لون البكسل واحد من اثنين أما أبيض أو اسود ($2^1=2$)أي أنه لوصف أي بكسل سنستخدم بت واحد فقط إما صفر أو واحد (0 أو 1) .

أما أذا كانت الشاشة بعمق لون 2Bit فيمكننا وصف البكسل بأربع حالات ($2^2=4$) و هي درجات اللونين الأبيض و الأسود .

و في حالة الصورة النقطية الملونة ، فإن كل بكسل فيها يمكن وصفة بثلاثة أرقام ثنائية مقابلة للثلاثة نقاط الملونة على الشاشة (RGB) ، و عن طريق التحكم الدقيق و تغيير الجهد المسلط على هذه البكسلات يمكننا عرض جميع الدرجات اللونية لكل بكسل .

فمثلاً إذا كانت الشاشة ملونة و بعمق لون 8Bit ، فانه يمكننا وصف البكسل برقم ثنائي واحد فقط ليعطينا 256 لون أو درجات لون ($2^8=256$) .

أما لو تم وصف البكسل بثلاثة أرقام ثنائية مقابلة لكل لون (RGB) ، فيمكننا إنتاج أكثر من 256 درجة لونية بكثير و هي 16.8 مليون لون كالتالي :

- 1 بايت للون الأحمر أي 256 درجة من درجات اللون الأحمر .
- 1 بايت للون الأخضر أي 256 درجة من درجات اللون الأخضر .
- 1 بايت للون الأزرق أي 256 درجة من درجات اللون الأزرق .

و بالتالي يصبح عدد الألوان و درجات الألوان التي يمكن عرضها :

$$256(R)\times 256(G)\times 256(B)=16.8 \text{ Million}$$

وهذا ما يسمى باللون الحقيقي (True Color) ، أي أننا احتجنا إلى 3Bytes أو 24Bit لوصف كل بكسل . أو عمق اللون اللازم لعرض الصورة باللون الحقيقي هو 24Bit .

4-4- حجم الذاكرة للصورة النقطية :

يمكن تحديد حجم الذاكرة للصورة النقطية Frame Buffer ، و هي ذاكرة عشوائية RAM ،عن طريق معرفة عدد بكسلات الشاشة أو الكثافة النقطية للشاشة (الكثافة الطولية × الكثافة العرضية) و كذا العمق اللوني ، ثم استخدام المعادلة التالية :

حجم الذاكرة اللازمة (بالبايت) = الكثافة النقطية × العمق اللوني بالبايت

مثال 1 : شاشة ابيض و أسود بكثافة نقطية 480×640 و عمق لون 8bit ما هو حجم الذاكرة اللازمة لبطاقة العرض بالكيلوبايت ؟

الحل :

عمق اللون 8bit = 1 بايت

حجم الذاكرة بالبايت = 480×640 × 1 = 307200 بايت

= 307200 ÷ 1024 = 300 كيلوبايت

إذن حجم الذاكرة اللازمة بالكيلوبايت هو 300 كيلوبايت .

مثال2 : شاشة ملونة و بكثافة نقطية 600×800 و عمق لون 24 bit للألوان الثلاثة ، ما هو حجم الذاكرة اللازمة لبطاقة العرض بالميجابايت ؟

الحل :

عمق اللون 24 bit = 3 بايت

حجم الذاكرة بالبايت = 600×800 × 3 = 1440000 بايت

= 1440000 ÷ 1024 =1406.25 كيلوبايت

= 1406.25 ÷ 1024 = 1.38 ميجابايت

إذن حجم الذاكرة اللازمة بالميجابايت (تقريباً) هو 1.4 ميجابايت .

تمارين :

1- شاشة ملونة بكثافة نقطية 1024 ×1280 ، و عمق لوني 64 bit ، كم عدد البتات اللازمة لوصف كل لون من ألوان البكسل الأساسية ، وما هو حجم الذاكرة الكلية اللازمة بالميجابت (MBit) و الميجابايت (MByte) .

2- شاشة بكثافة نقطية 768 ×1024 ، و عمق لوني 10 bit لكل لون من الالوان الثلاثة ، ما هو حجم الذاكرة اللازمة لها بالكيلوبت(KBit) والميجابت (MBit) و الميجابايت (MByte) .

4-4- أنواع ذاكرة الصورة النقطية (العشوائية) Frame Buffer RAM:

تقوم ذاكرة الصورة النقطية باستلام بيانات الصورة الرقمية من معالج الرسوم ، ثم ترسله إلى مولد إشارة الفيديو الذي يقوم بدوره بتحويل الصورة الرقمية Digital إلى إشارات فيديو تناظرية Analog تُرسل إلى الشاشة ليتم عرضها .

بعض أنواع الذواكر تستطيع الأخذ من المعالج الرسومي و الإرسال إلى مولد إشارات الفيديو في نفس الوقت و هذه هي الأفضل و الأسرع ، بينما بعض الأنواع لا يستطيع ذلك بل يأخذ بيانات الصورة النقطية كاملة من المعالج الرسومي ثم يخزنها ، بعد ذلك يرسلها إلى مولد إشارات الفيديو ، أي أن المعالج الرسومي و مولد إشارات الفيديو لا يمكنهما الوصول إلى الذاكرة في نفس الوقت ، و هذا يسبب بطء الأداء لجهاز التحكم في العرض .

أهم أنواع الذواكر للصور النقطية Frame Buffer لجهاز التحكم في العرض يمكن تلخيصها في الجدول التالي ، جدول (4) :

VRAM	**نوع ثنائي المخارج يأخذ البيانات ويعطيها في نفس الوقت وهو غالي الثمن**
EDO RAM	**يستخدم أيضاً في اللوحة الأم كذاكرة عشوائية للمعالج وهو أبطأ من VRAMوأسرع من DRAM وهو أحادي المخرج.**
DRAM	**هو نوع أحادي المخرج أي لا يأخذ البيانات ويعطيها في نفس الوقت**
WRAM	**اختصارا لـ " windows RAM " وهو مشابه لـ VRAM وسرعته أفضل بقليل لذا يستعمل بدلاً من. VRAM**
SDRAM SGRAM	**يعتبرا من أسرع وأفضل الأنواع ويوجدا في البطاقات الحديثة وعالية الأداء.**

جدول(4) أهم أنواع الذواكر للصور النقطية Frame Buffer

5-4- جداول البحث عن الألوان Color Look Up Tables (LUT) :

لقد رأينا سابقاً إن كل بكسل حقيقي على الصورة النقطية هو في الأساس يتكون من 3 قيم ثنائية للألوان RGB ، فلو افترضنا أن كل لون يحتاج إلى 1 بايت لوصفه فإننا سنحتاج إلى 3 بايت لوصف كل بكسل على الشاشة .

و إذا كانت دقة شاشة العرض هي 800 × 1024 فإننا سوف نحتاج إلى 2.5MByte من الذاكرة لحفظ ألوان جميع البكسلات للصورة النقطية . تأتي الذواكر العشوائية الخاصة بالصور النقطية Frame Buffer بأحجام محددة مسبقاً ، و في مثالنا السابق يمكننا استخدام ذاكرة بحجم 4MByte ، و هذه الذاكرة سوف تكون كافية جداً بل فائضة عن الحاجة .

ذكرنا سابقاً إن مهمة الطرف الأمامي هو ترجمة قيم الالوان لكل بكسل من الصورة النقطية و حفظها في الذاكرة على شكل مصفوفة الصورة النقطية . يقوم بعدها الطرف الخلفي بتحويل هذه القيم الثنائية لكل بكسل إلى اللون المطلوب في شكل إشارة فيديو يتم إرسالها إلى الشاشة .

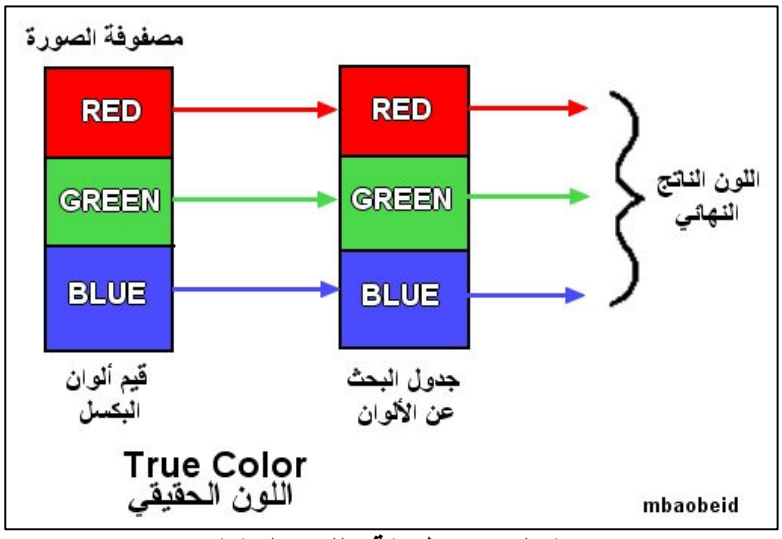
عملية التحويل إلى اللون المطلوب من الممكن أن تتم بطريقتين ، الأولى و هي حفظ قيمة اللون مباشرة في المصفوفة وبعد ذلك تحويلها مباشرة في مولد إشارة الفيديو إلى اللون المطلوب على الشاشة و تسمى طريقة اللون الحقيقي True Color . أما الطريقة الثانية و هي استخدام جداول البحث عن الألوان و تسمى طريقة اللون الزائف Pseudo Color .

الطريقة الثانية هي الأكثر استخداماً لسببين هما :

1- تقليل حجم الذاكرة للصورة النقطية و بالتالي تقل قيمة جهاز التحكم في العرض مع الاحتفاظ بنفس السرعة و الأداء و بشكل ممتاز .
2- السماح بإجراء أي تصحيح أو تعديل تلقائي لأي أخطاء قد تحدث بالمزامنة مع عرض اللون و مستوى الإضاءة لكل بكسل .

5-4-1- طريقة اللون الحقيقي True Color :

في هذه الطريقة يتم حفظ قيم الألوان للبكسل مباشرة في ذاكرة أو مصفوفة الصورة النقطية ، و يتم حفظ نفس القيم لكل بكسل عند تحويلها إلى جدول البحث عن الألوان ، أي أن الألوان لكل بكسل في جدول البحث عن الألوان هي نفسها الموجودة في مصفوفة الصورة . و بالتالي فان استخدام هذه الطريقة لا تؤثر كثيراً في الأداء ، و لكن جميع الذواكر تأتي مزودة بهذا الجدول حتى تتمكن أجهزة التحكم في العرض من استخدام الطريقتين للألوان و هي الحقيقي و الزائف .

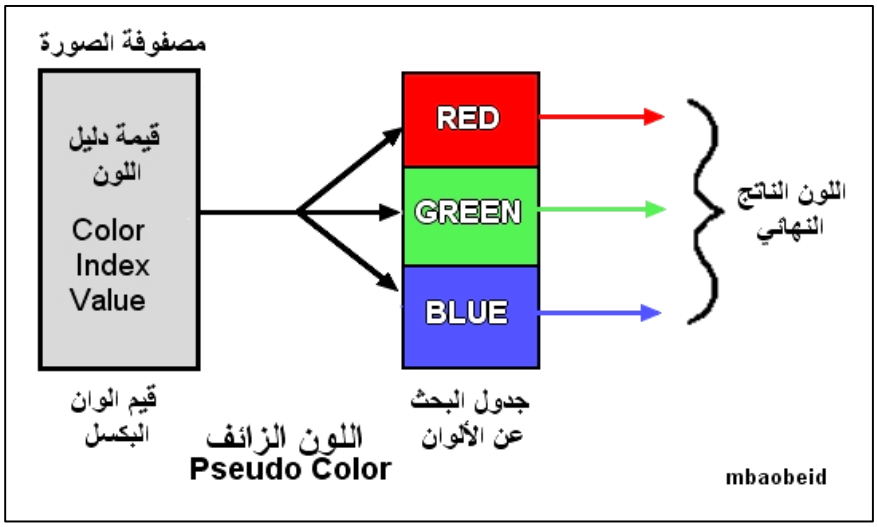


شكل(32) طريقة اللون الحقيقي

2-5-4- طريقة اللون الزائف Pseudo Color :

في هذه الطريقة يقوم معالج الرسوم بتحويل الألوان الثلاثة لكل بكسلRGB إلى قيمة واحدة تسمى قيمة دليل اللون Color Index Value و حفظها في مصفوفة الصورة ،(يُطلق عليها أيضاً اللون الزائف Pseudo Color).

أي أن كل بكسل من مصفوفة الصورة النقطية يُحفظ فيه دليل Index مرتبط بجدول البحث عن الألوان ، حيث تتم ترجمة هذا الدليل باستخدام جدول البحث عن الألوان و تحويلها إلى الالوان الحقيقية RGB للبكسل .

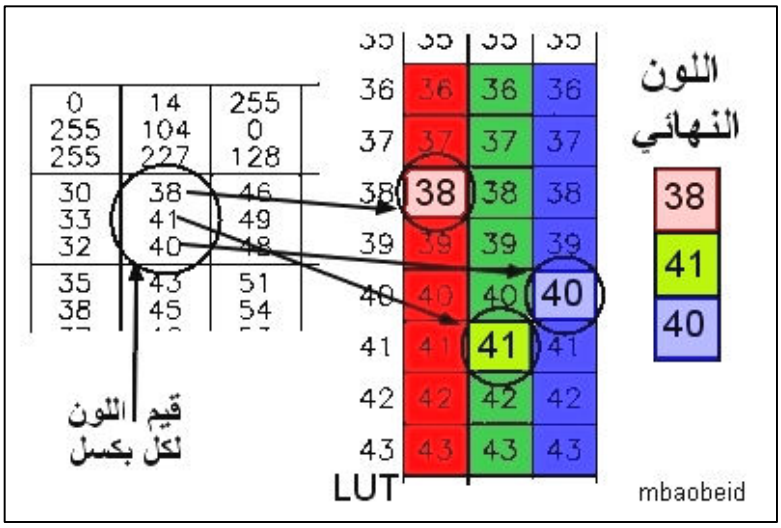


شكل (33) طريقة اللون الزائف

كمثال على كيفية التعامل مع اللون الحقيقي ، في الشكل (34) نجد أن كل بكسل في مصفوفة الصورة يحتوي على 3 قيم للألوان الثلاثة ، أي 8 بت لكل لون في البكسل و بالتالي فان كل لون يمكن تمثيله بعدد 256 من التدرجات اللونية (من 0 إلى 255) .

في المثال نجد البكسل المختار يحوي القيم التالية : (Red 38) (Green 41) (Blue 40)

و في جدول البحث عن الألوان سوف نجد نفس القيم لهذا البكسل حيث يتم تحويلها مباشرة إلى مولد إشارات الفيديو لإظهار اللون المطلوب للبكسل على الشاشة .

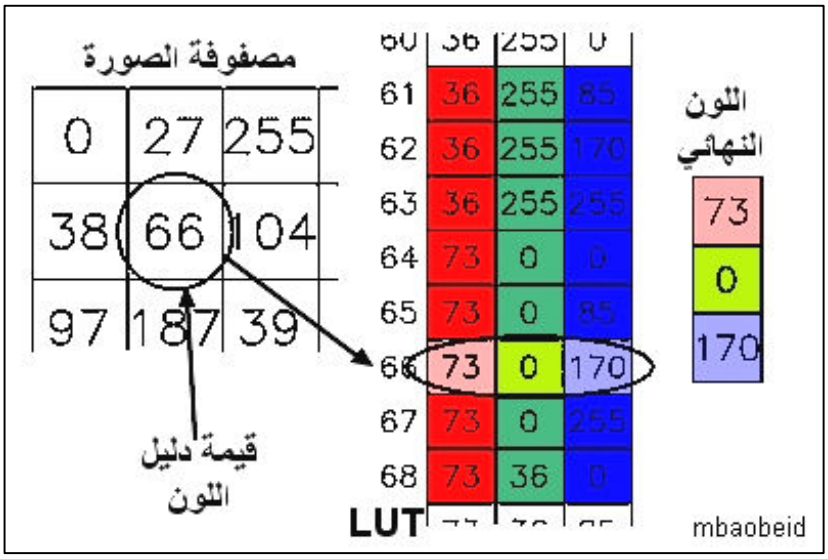


شكل(34) مثال على طريقة اللون الحقيقي

كمثال على طريقة اللون الزائف، في الشكل (35) ، نجد أن كل بكسل في مصفوفة الصورة يحتوي على رقم واحد فقط هو قيمة دليل اللون للبكسل Pixel Color Index Value ، و في مثالنا هذا الرقم هو (66) ، حيث يتم ترجمته بواسطة جدول البحث عن الالوانLUT إلى اللون الحقيقي لهذا البكسل و المكون من الثلاثة ألوانRGB كالتالي :

(Red 73) (Green 0) (Blue 170)

تُرسل هذه القيم بعد ذلك إلى مولد إشارات الفيديو لتحويلها إلى الشاشة و إظهار اللون المطلوب للبكسل .

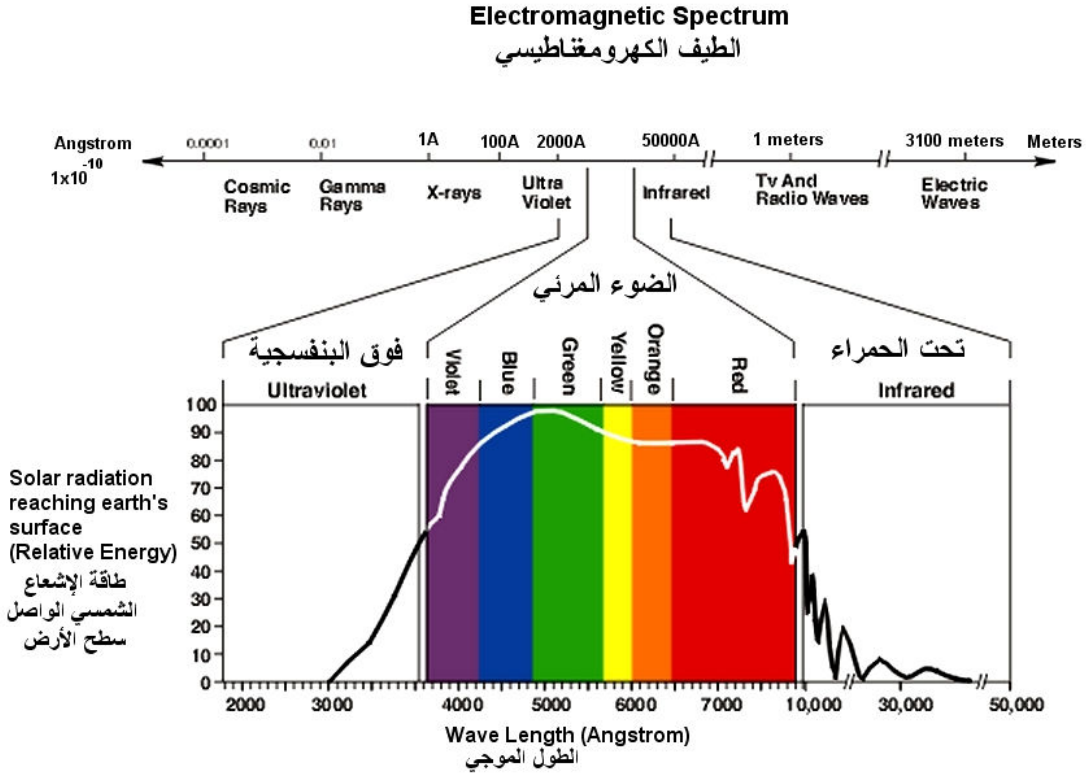


شكل(35) مثال على طريقة اللون الزائف

الفصل الخامس
الألوان و نماذج الألوان
Colors & Color Models

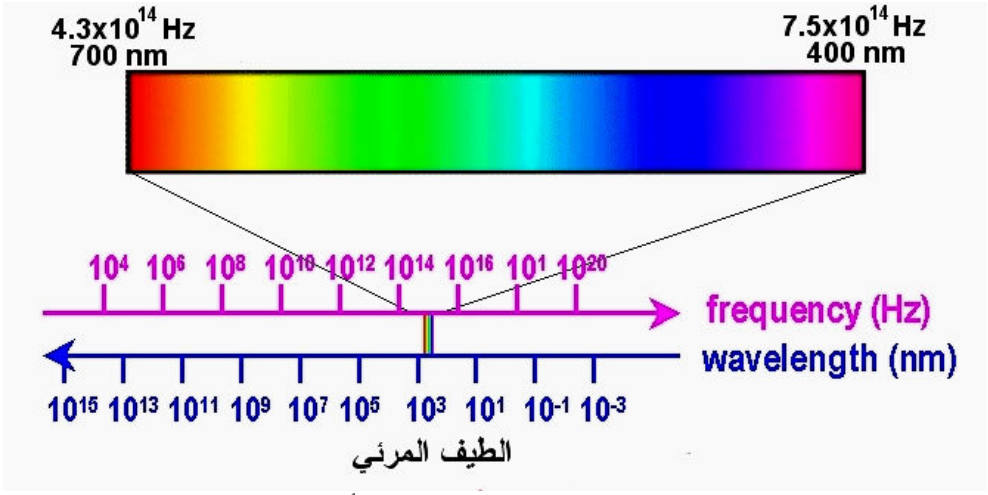
5-1- الألوان :

يمثل الضوء المرئي حزمة ضيقة (نطاق ضيق) من الترددات الموجودة ضمن الطيف الكهرومغناطيسي Electromagnetic Spectrum ، الشكل (36) .



الشكل(36) الطيف الكهرومغناطيسي

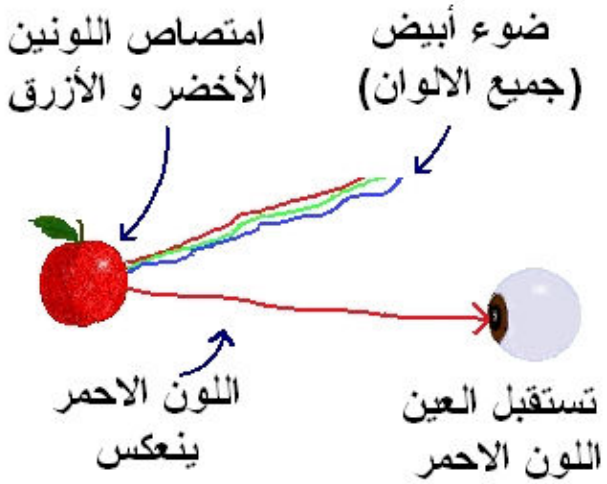
كل تردد ضمن الطيف الكهرومغناطيسي المرئي يمثل لون محدد ، فنجد عند الترددات الواطئة اللون الأحمر بتردد ($4.3x10^{14}$ Hz) و طول موجي (700 nm) ، و عند الطرف الآخر من الترددات الأعلى نجد اللون البنفسجي بتردد ($7.5x10^{14}$ Hz) و طول موجي (400 nm) ، و تتوزع بقية الألوان بالترتيب التالي : البرتقالي ، الأصفر، بعد اللون الأحمر ، و الألوان الأخضر و الأزرق قبل اللون البنفسجي في الطرف الآخر ، الشكل (37) .



الشكل (37) الطيف المرئي و ألوانه

عندما يسقط الضوء الناتج عن مصدر ضوء أبيض (جميع الترددات) على أي جسم فإن بعض الترددات من الضوء تنعكس و البعض الآخر يتم امتصاصها من قبل الجسم ، الترددات التي تكون موجودة ضمن الضوء المنعكس هي التي تحدد لون الجسم .

فإذا كان الضوء المنعكس يحتوي على ترددات منخفضة فان الجسم يكون مائل للاحمرار ، و يقال أن الضوء الذي تستقبله العين لديه تردد سائد Dominant Frequency أو لونية Hue مائلة للاحمرار . شكل(38) .



شكل(38) انعكاس الضوء و اللون عن الأجسام

2-5 خصائص الالوان :

لوصف الالوان توجد ثلاث خصائص أساسية و هي :

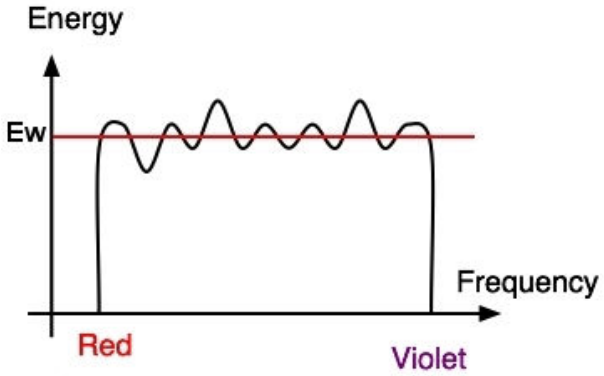
1- اللون/ اللونية / التردد السائد Color/ Hue / Dominant Frequency ، و هو لوصف اللون أو التردد السائد للضوء المرئي و الذي من خلاله يتحدد اللون و درجته .

2- السطوع (Brightness) ، و هو لوصف مقدار شدة الضوء المرئي المستلم .

3- درجة تشبع / نقاء اللون Saturation / Purity ، إذا كانت الألوان باهتة أو شاحبة يُقال إن درجة تشبع اللون أو نقاء اللون قليلة .

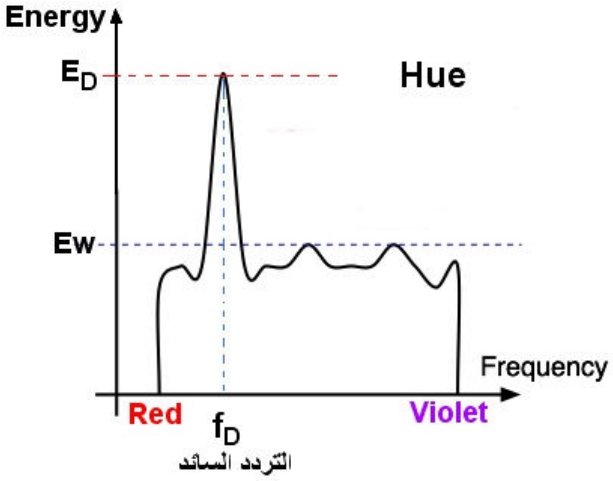
3-5 الضوء و الألوان :

إن الطاقة المرسلة من مصدر ضوء أبيض يتكون في الواقع من عدة ترددات للطيف المرئي المكون من الألوان المختلفة . المنحنى في الشكل (39) يوضح إن كل لون يساهم بدرجة أو بأخرى في الطاقة المرسلة لتعطي كمحصلة نهائية الضوء الأبيض و بطاقة Ew .



شكل(39) منحنى توزيع الطاقة الصادر من مصدر ضوء ابيض

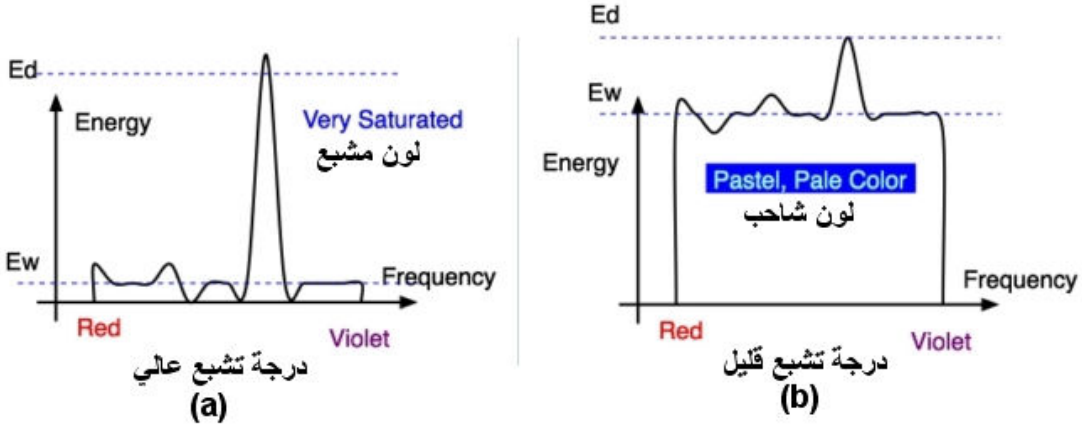
عندما يكون مصدر الضوء المرئي ملون ، فان منحنى توزيع الطاقة للضوء الملون سوف يكون حسب الشكل (40) ، حيث نجد أن طاقة الضوء الملون E_D تكون هي الطاقة العظمى عند التردد السائد وهو f_D ، و يكون لون الضوء الصادر حسب قيمة هذا التردد و كثافة الطاقة السائدة لهذا اللون هي E_D ، بينما بقية الألوان من مختلف الترددات الأخرى تساهم في الضوء الأبيض بطاقة Ew .



شكل(40) منحنى توزيع الطاقة الصادر عن مصدر ضوء ملون (تردد سائد) Hue

من المنحنى في الشكل(40) يمكننا معرفة اللون Hue عن طريق تحديد التردد السائد f_D عند القيمة العظمى للطاقة السائدة E_D .
كما يمكننا حساب درجة السطوع / شدة إضاءة المصدر (Brightness) عن طريق حساب المساحة تحت المنحنى و الذي يعطينا قيمة الطاقة الكلية المرسلة من مصدر الضوء .

أما درجة التشبع أو نقاء اللون Saturation / Purity فهي تعتمد على الفرق بين الطاقة E_D و Ew ، أي كلما كانت كمية الطاقة السائدة E_D أكبر من الطاقة Ew فإن اللون الصادر من مصدر الضوء يكون أكثر نقاء و اللون يكون أكثر تشبع ، الشكل(a 41) . و كلما كانت كمية الطاقة Ew قريبة من الطاقة E_D فإن اللون الصادر يُقال عنه قليل التشبع أو شاحب Pale Color . الشكل(b 41) .



شكل(41) درجة التشبع أو النقاء (a) تشبع عالي ، (b) تشبع قليل (شحوب اللون)

عندما تكون طاقة الضوء الأبيض Ew تساوي صفراً، يكون لدينا درجة تشبع أو نقاء بنسبة 100% ، وعندما يكون (Ew = ED) ، يكون لدينا درجة تشبع أو نقاء بنسبة 0 % .

4-5 الألوان ألأساسية و الألوان المتممة Primary & Complementary Colors :

يمكن إنتاج أي عدد من الألوان المختلفة عن طريق اختيار لونين مختلفين بعناية و دقة و من ثم خلطهم ، و يُمكن إنتاج مدى واسع من الألوان باختيار و خلط لونين أو أكثر بهذه الطريقة .
و في الواقع يمكن إنتاج جميع الألوان المعروفة من ثلاثة ألوان أصلية تسمى الألوان الأساسية Primary Colors و هي الألوان الأحمر ، الأخضر و الأزرق (Red, Green, Blue) .
عملية خلط الألوان الأساسية لإنتاج ألوان مختلفة يسمى جمع الألوان ، كما يُطلق على الألوان الأساسية اسم الألوان الجامعة (Additive Colors) .
إن عملية خلط الألوان باستخدام جمع الألوان يلعب دوراً هاماً في صناعة شاشات التلفاز و الحاسوب ، و كذا في إضاءة المسارح ، أي أن جمع الألوان يُستخدم مع مصادر الضوء الملونة و التي يُمكن خلطها لإنتاج إضاءة بألوان مختلفة ً.

1-4-5 خصائص الالوان الأساسية (الجامعة) Additive Colors :

1- هي الألوان الأولية الثلاثة R, G, B الناتجة عن مصادر الضوء الملونة المختلفة .
2- هي أقل عدد من الألوان المعروفة R, G, B و التي يُمكن خلطها لإنتاج أكبر عدد ممكن من الألوان الأخرى .
3- لا يمكن إنتاج هذه الألوان الثلاثة عن طريق خلط بقية الألوان .
4- إذا تم خلط الألوان الثلاثة R, G, B ينتج اللون الأبيض (R+G+B=W) .
5- يُمكن إنتاج هذه الالوان الثلاثة عند خلط الالوان المتممة لها و هي C, M, Y فقط .

إذا تم خلط مصدرين من مصادر الضوء الملون بلونين مختلفين و كان الضوء الناتج عن عملية الخلط هو اللون الأبيض ، فإن اللونين الأصليين يُقال عنهم أنهم لونين متممين أو متعاكسين **Complementary Colors** .

إذن اللونين المتممين هم اللونين الذين أذا تم خلطهما ينتج لنا اللون الأبيض مثل :

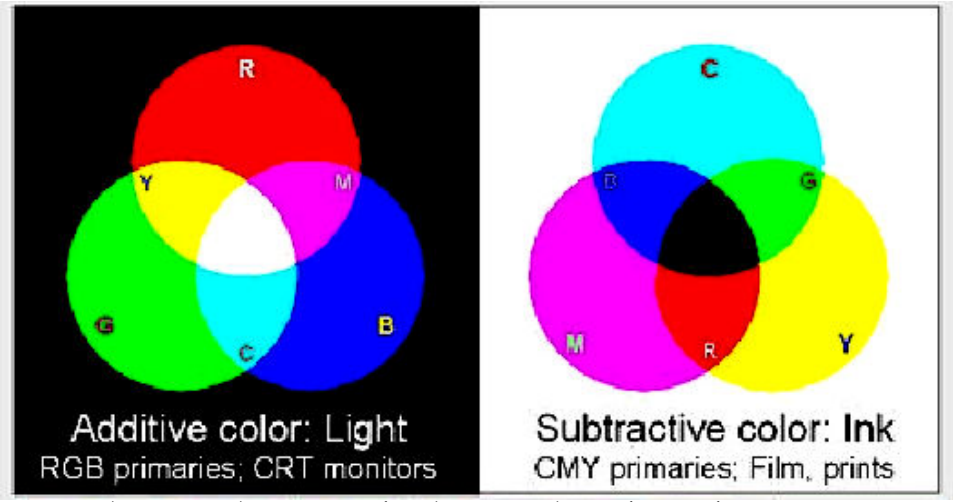
Green + Magenta = White	**(G + M = W)**
Red + Cyan = White	**(R + C = W)**
Blue + Yellow = White	**(B + Y = W)**

عملية خلط الألوان المتممة لإنتاج ألوان مختلفة يسمى طرح الألوان ، كما يُطلق على الألوان المتممة اسم الألوان الطارحة (Subtractive Colors) .
إن عملية خلط الألوان باستخدام طرح الألوان يلعب دوراً هاماً في الأصباغ و الطباعة . تمتاز الأصباغ الملونة بأنها تمتص تردد واحد فقط من الضوء الساقط عليها وهو تردد اللون المتمم للون الصبغة ، بينما تعكس بقية الترددات لتظهر باللون المتمم للون الذي تم امتصاصه ، مثال :

صبغة بلون Magenta سوف تمتص تردد اللون الأخضر Green من الضوء الساقط عليها .
صبغة بلون Cyan سوف تمتص تردد اللون الأحمر Red من الضوء الساقط عليها .
صبغة بلون Yellow سوف تمتص تردد اللون الأزرق Blue من الضوء الساقط عليها .

2-4-5 خصائص الألوان المتممة (الطارحة) Subtractive Colors :

1- هي الألوان الأولية المتممة الثلاثة C, M, Y المنعكسة من الأصباغ أو الأجسام الملونة .
2- هي أقل عدد من الألوان المتممة المعروفة C, M, Y و التي يُمكن خلطها لإنتاج أكبر عدد ممكن من الألوان الأخرى .
3- لا يمكن إنتاج هذه الألوان الثلاثة عن طريق خلط بقية الألوان .
4- إذا تم خلط الألوان الثلاثة C, M, Y ينتج اللون الأسود (C + M + Y = K) .
5- يُمكن إنتاج هذه الالوان الثلاثة المتممة عند خلط الالوان الأساسية المقابلة لها و هي الالوان R, G, B فقط .



شكل(42) الألوان الأساسية و المتممة (الألوان الجامعة و الطارحة)

مثال 1 :

يمكن إنتاج الألوان المتممة الأساسية C, M, Y عند خلط الالوان الأساسية المقابلة لها و هي الالوان R, G, B كالتالي :

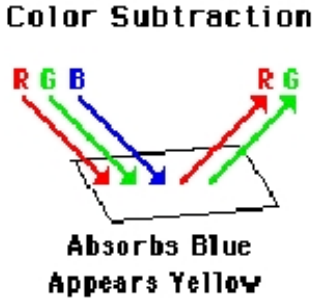
$$G+B = C$$
$$B+R= M$$
$$R+G = Y$$

كما يُمكن إنتاج الالوان الأساسية الثلاثة R , G, B عند خلط الالوان المتممة لها و هي C, M, Y كالتالي :

$$Y + M = R$$
$$M + C = B$$
$$C + Y = G$$

مثال 2 :

ورقة ملونة تمتص تردد اللون الأزرق عند سقوط الضوء الأبيض عليها ، ما هو لون هذه الورقة ؟

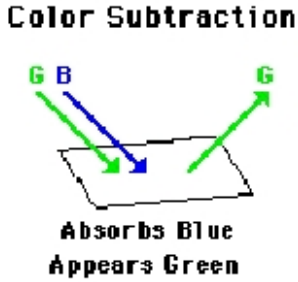


سوف تظهر باللون Yellow . حيث أن :

$$W - B = (R + G + B) - B = R + G = Y$$

مثال 3 :

ورقة ملونة تمتص تردد اللون الأزرق عند سقوط ضوء بلون Cyan ، ما هو اللون الذي سينعكس عن الورقة ؟



سوف ينعكس اللون الأخضر G ، حيث أن :

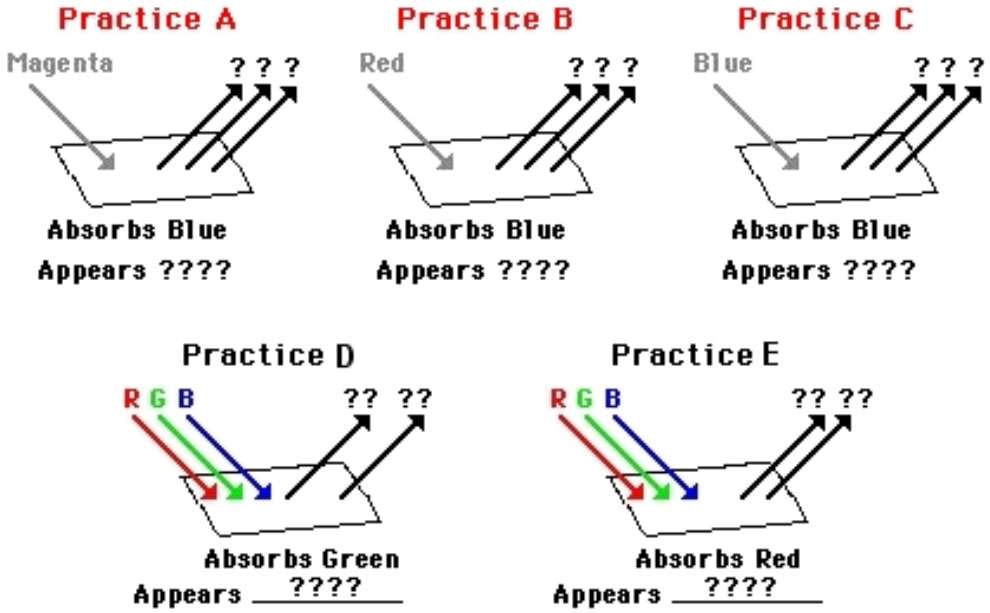
$$C - B = (G + B) - B = G$$

تطبيق 1 :

1- ضوء Magenta سقط على ورقة مصبوغة بلون أصفر ، حدد اللون الذي ستظهر به الورقة .
2- ضوء أصفر سقط على ورقة مصبوغة بلون أحمر ، حدد اللون الذي ستظهر به الورقة .
3- ضوء أصفر سقط على ورقة مصبوغة بلون أزرق ، حدد اللون الذي ستظهر به الورقة .
4- ضوء Magenta سقط على ورقة ملونة تمتص اللون الأزرق ، حدد اللون الذي ستظهر به الورقة .
5- ضوء Cyan سقط على ورقة حمراء ، ما هو اللون الذي ستظهر به الورقة ؟

تطبيق 2:

حدد اللون الذي سينعكس عن الورق في الحالات الخمس عند سقوط الضوء الملون المحدد في كل حالة و بحسب ما هو مبين في الأشكال التالية :

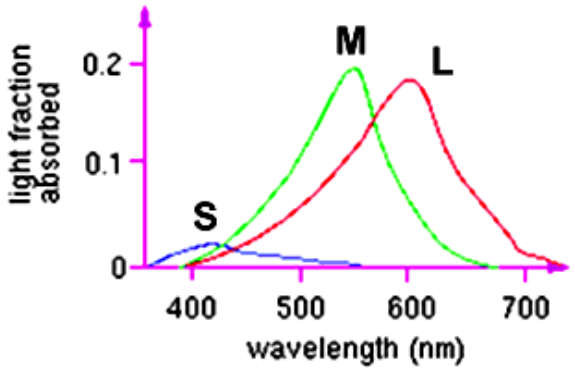


نماذج الألوان Color Models

5-5- نظرية التحفيز الثلاثية :

تستقبل عين الإنسان الصور عن طريق نهايات عصبية دقيقة هي الاسطوانات Rods و هي المسئولة عن استقبال الصورة بالأبيض و الأسود ، أما الالوان المختلفة يتم استقبالها عن طريق تحفيز ثلاثة أنواع من المستقبلات العصبية للألوان في شبكية العين ، والتي تسمى المخاريط Cones (جمع مخروط) و تسمى Trichromat Cones.

تستجيب هذه المستقبلات العصبية بصورة مختلفة للأطوال الموجية المتعددة لألوان الطيف المرئي ، و لديها حساسية عظمى عند الأطوال الموجية 630nm أي اللون الأحمر ، و 530 nm أي اللون الأخضر ، و450 nm أي اللون الأزرق .



شكل(43) حساسية المستقبلات العصبية للألوان في العين

هذه النظرية في رؤية و تمييز الألوان شكلت القاعدة الأساسية التي انطلقت منها الأبحاث و الدراسات العلمية المتعلقة بالألوان و عرضها و الذي نتج عنه ظهور ما يسمى بنماذج الألوان المختلفة ، وهي الأساس الذي تم استخدامه لعرض الألوان على الشاشات الملونة و الطباعة الملونة .

إن الطريقة التي نشاهد بها الالوان تختلف باختلاف الموضوع الذي نشاهده ، هذه المواضيع من الممكن أن تكون الأجسام ، الصور ، الضوء ، الصبغات ، التلفاز، المجلات ، الخ ،.

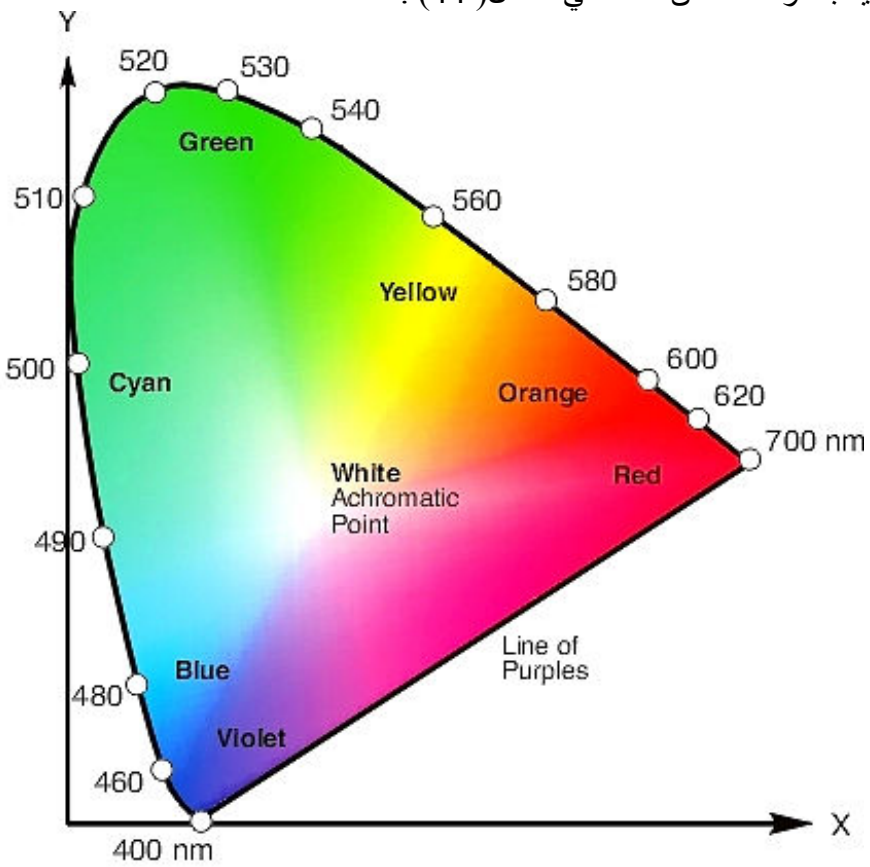
كل موضوع من هذه المواضيع يتعامل مع الالوان بطريقة مختلفة ، و لكي نستطيع إيجاد طريقة لوصف اللون و التعبير عنه و تفسيره وكذا طريقة خلط الالوان للحصول على اللون تم ابتكار ما يسمى بنماذج الالوان Color Models .

إذن نماذج الالوان هي طريقة لوصف الالوان و التعبير عنها و تفسيرها ، و كذا طرق خلطها و كيفية التعامل معها للوصول إلى أفضل النتائج المطلوبة لإظهار هذه الالوان بدقة و وضوح .

و لكن قبل دراسة نماذج الألوان سوف نأخذ فكرة مبسطة عن المخططات اللونية التي تم تعريفها من قبل مفوضية CIE الدولية للألوان .

6-5- مخطط CIE للألوان CIE Chromaticity Diagram :

في العام 1931 م قامت المفوضية الدولية للألوان و الإضاءة في فرنسا (International Commission on Illumination) بتعريف ألوان الطيف المرئي في صورة منحنى ثنائي / ثلاثي الأبعاد وأسمته مخطط CIE اللوني ، حيث تم وضع جميع ألوان الطيف المرئي في شكل منحنى شبيه بحدوة الحصان ، كما في الشكل(44) .



شكل(44) مخطط CIE للألوان CIE Chromaticity Diagram

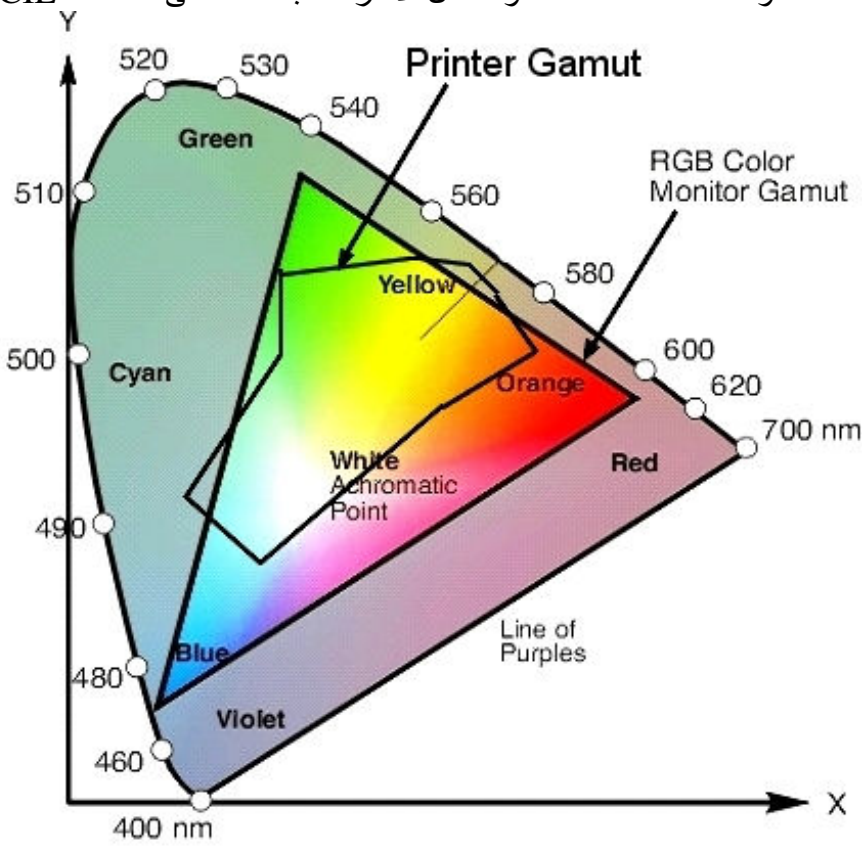
نلاحظ من الشكل(44) إن الأطوال الموجية لألوان الطيف المرئي النقية Pure colors قد تم وضعها و تحديدها على محيط حدوة الحصان . وفي أطراف الحدوة من الداخل تم وضع الألوان الأساسية للطيف المرئي و هي تبدءا من اللون الأحمرRed ،البرتقالي والأصفر، ثم الأخضرGreen ، حتى نصل إلى الأزرق وأخيراً اللون البنفسجي Violet .

أما بقية الألوان الأخرى و التي تنتج عن خلط الالوان الأساسية فقد تم توزيعها انطلاقا من الأطراف حتى الوسط في داخل الحدوة ، و نلاحظ أن اللون الأبيض يقع في الوسط (منتصف) الشكل تماماً .

نلاحظ أيضاً وجود خط يوصل ما بين اللون الأحمرRed و البنفسجي Violet و يسمى الخط الأرجواني (Purple Line) ، و اللون الأرجواني ليس من ضمن ألوان الطيف المرئي الأساسية و لكن يمكن الحصول علية بخلط اللونين الأحمر و البنفسجي المتواجدين على طرفي الخط .

من أهم استخدامات المخطط CIE اللوني هو تحديد و تعريف مدى أو نطاق الالوان الممكن الحصول عليها أو إنتاجها باستخدام مصادر الضوء المعروفة أو الأجهزة الطرفية للحاسوب مثل شاشات الحاسوب أو الطابعات المختلفة ، هذا المدى أو النطاق اللوني يطلق عليه Gamut .

الشكل(45) يوضح مدى أو نطاق اللون Gamut لشاشة الحاسوب التي تستخدم الألوان RGB ، وكذا للطابعات الملونة ، المثلث للشاشات و الشكل الآخر للطابعات ، على المخطط CIE اللوني .



شكل(45) مدى أو نطاق اللون RGB Color Monitor Gamut لشاشة الحاسوب

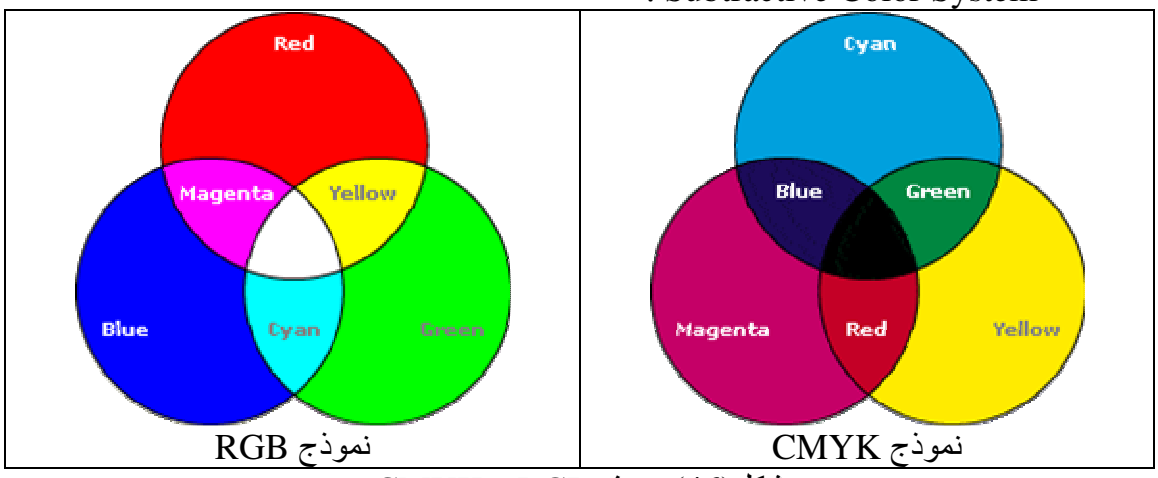
توجد العديد من المخططات اللونية الثانوية و المعتمدة من قبل CIE . و بشكل عام فإن القاعدة الرياضية و العلمية لتحليل هذه المخططات اللونية معقدة و لا يمكن استعراضها في عجالة . ما يهمنا هنا هو أن هذه المخططات تعطي تعريف و تحديد و توصيف دقيق جداً للألوان. و نظراً لصعوبة استخدام هذه المخططات عملياً ، فقد تم اقتراح العديد من النماذج اللونية Color Models الأخرى و هي نماذج عملية و سهلة الاستخدام كما يمكن تطبيقها في جميع الأجهزة و طرفيات الحاسوب التي تستخدم الألوان .

7-5- نماذج الألوان COLOR MODELS:

يوجد نوعين أساسيين من نماذج الألوان :

1- نموذج RGB للألوان ، و هو المستخدم لتوصيف الألوان الناتجة عن مصادر الضوء الملونة سواء الطبيعية أو الصناعية مثل الألوان الناتجة عن شاشة التلفاز أو الحاسوب و كذا مصابيح الإضاءة الملونة . يعرف هذا النموذج أيضاً بنظام جمع الألوان Additive Color System .

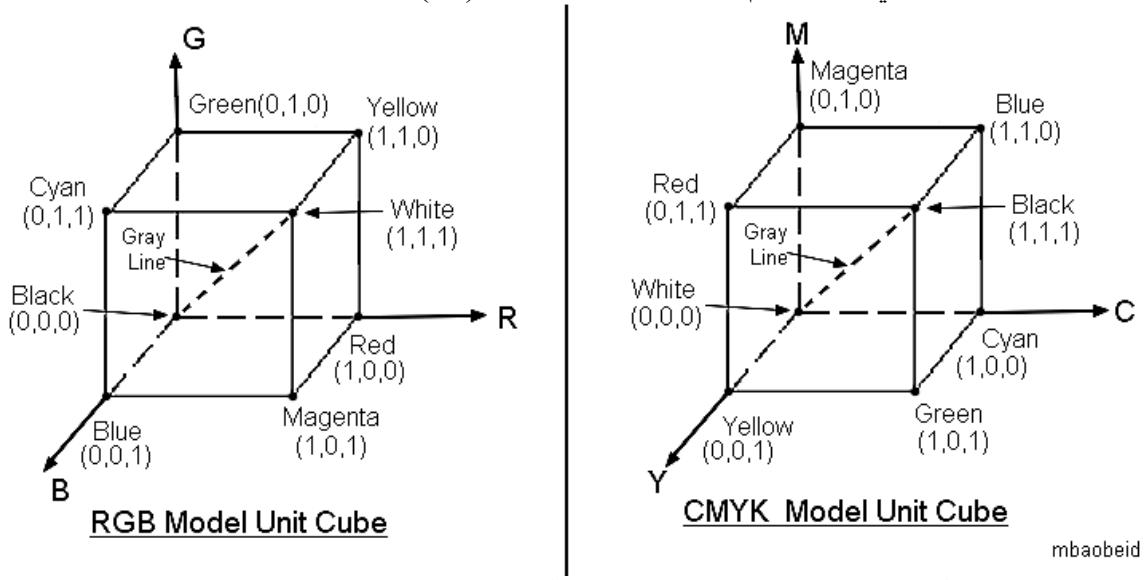
2- نموذج CMYK للألوان و هو المستخدم لتوصيف الألوان التي نشاهدها و التي تنعكس عن الأجسام و الأشياء عند سقوط الضوء المرئي عليها . مثل ألوان الأحبار و الصبغات و الألوان المستخدمة في الطباعة مثل طباعة الصور و اللوحات و المجلات و الصحف بواسطة الطابعات أو الراسمات المختلفة . يعرف هذا النموذج أيضاً بنظام طرح الألوان Subtractive Color System .



نموذج RGB نموذج CMYK

شكل(46) نموذجRGB و CMYK

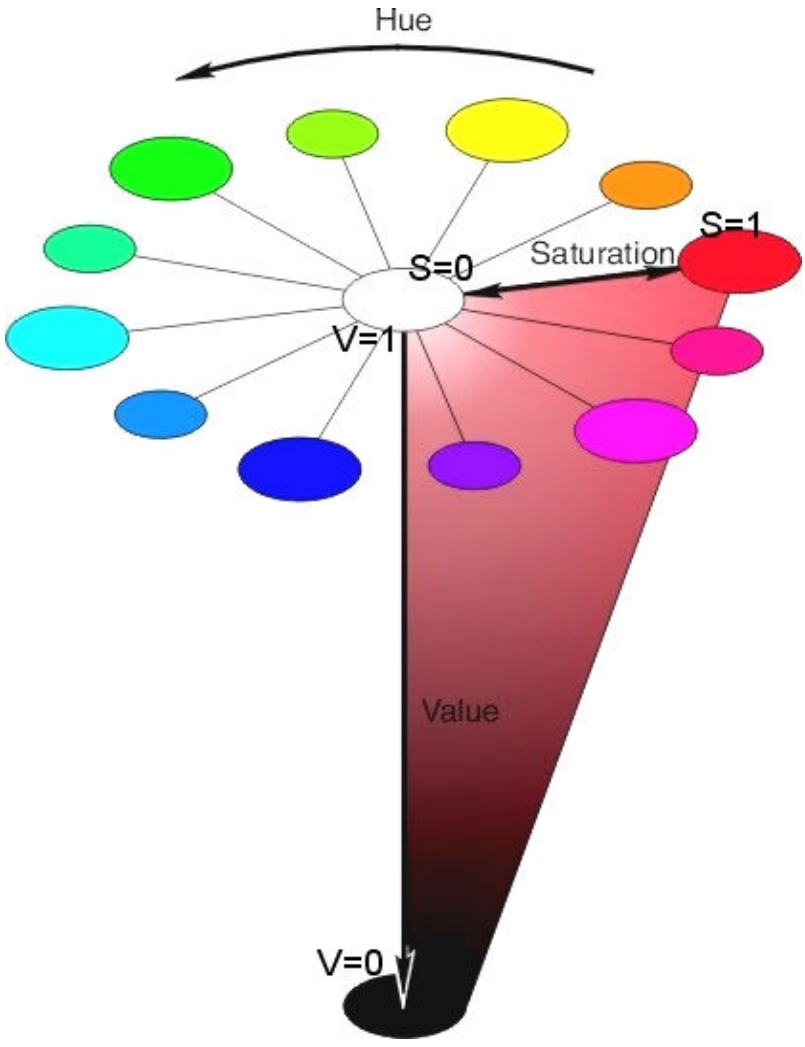
يمكن تمثيل النموذجين RGB و CMYK باستخدام مكعب الوحدة الواحدة للألوان Color Unit Cube و ذلك للتسهيل في طريقة فهم الألوان و خلطها . شكل(47) .



شكل (47) مكعب الوحدة الواحدة لتمثيل النماذج RGB و CMYK

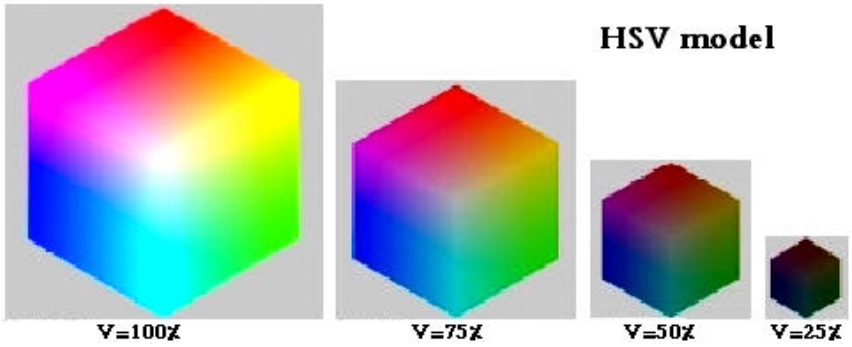
كما توجد نماذج فرعية أخرى مثل :

3- نموذج HSV، شكل (48) ، و المقصود Hue, Saturation, Value . H هو ما نشاهده من لون ، S هي درجة تشبع اللون حيث أن درجة تشبع 100% تعطي اللون النقي ، و درجة 0 % هي اللون الشاحب لدرجة انه يظهر مثل اللون الأبيض الباهت . أما V فالمقصود بها شدة سطوع اللون Brightness ، حيث V=1 تعطي أعلى سطوع قريب من اللون الأبيض و V=0 يعطي اللون الأسود بغض النظر عن اللون أو درجة تشبعه .أنظر الشكل(49) . في هذا النموذج أعلى تشبع للألوان يحدث عندما تكون (100%) V=1 .

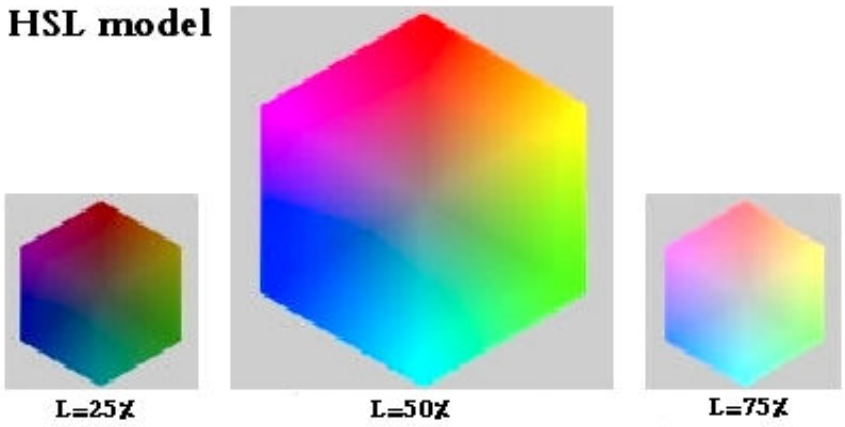


شكل(48) نموذج HSV

4- نموذج HSL ، و هو شبيه بالنظام السابق HSV و الاختلاف الوحيد هو في تعريف Lightness التي تختلف عن Brightness في النموذج السابق . ُيفضل استخدام هذا النموذج للألوان الداكنة المائلة للسواد ، بينما النموذج السابق يُفضل استخدامه في حالة الألوان الغير داكنة . في هذا النموذج أعلى تشبع للألوان يحدث عندما تكون L=0.5(50%) ، و عند L=1 يعطي أعلى سطوع للون ، و عند L=0 يتحول اللون إلى الأسود . انظر الشكل(50) .

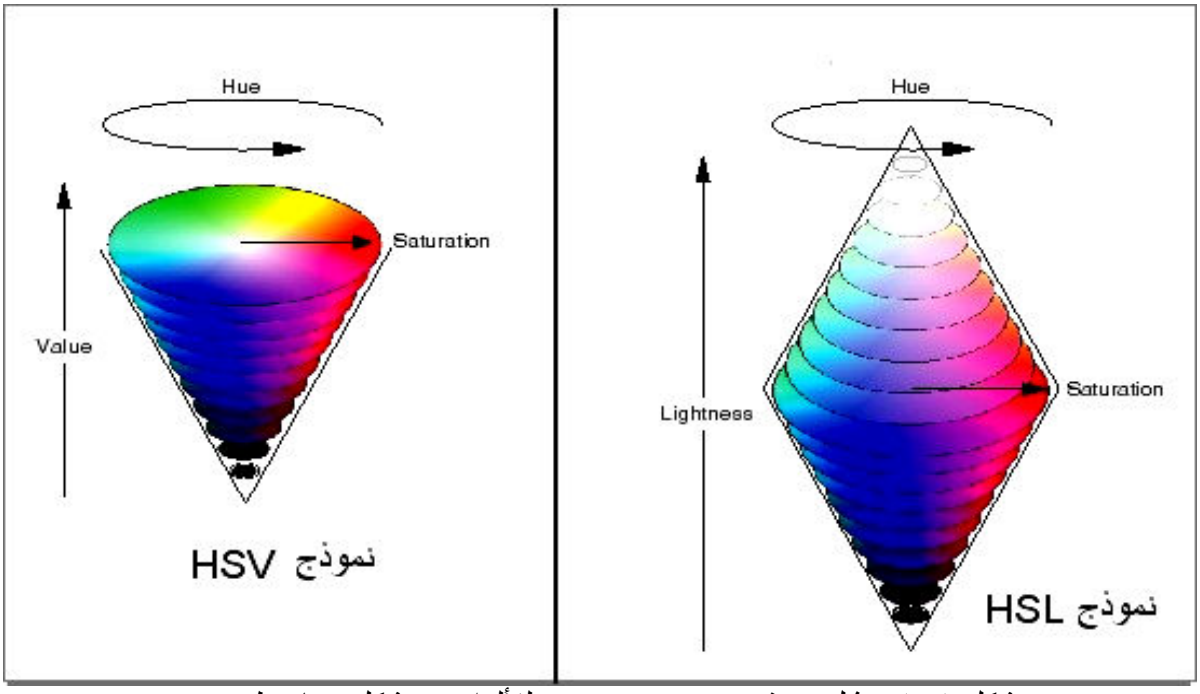


شكل(49) نموذج HSV



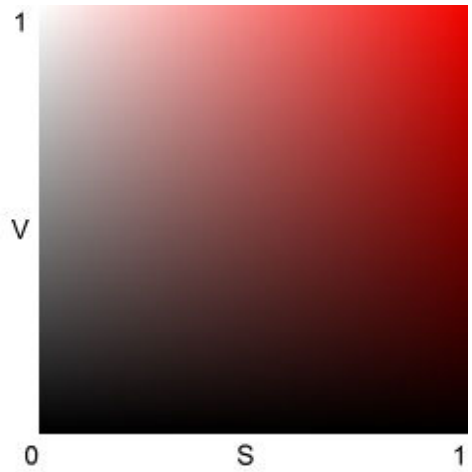
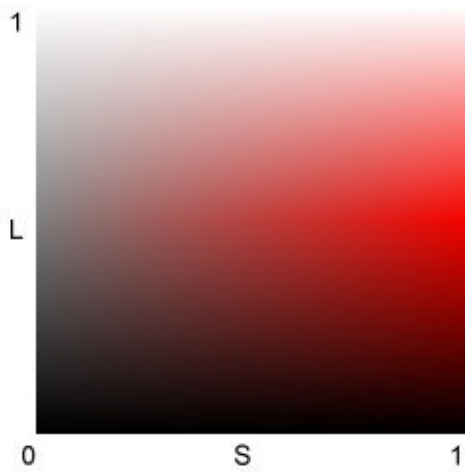
شكل(50) نموذج HSL

يمكن تمثيل نموذج HSV للألوان و كأنه مخروط مقلوب. كما يمكن تمثيل نموذج HSL للألوان وكأنه مخروط مزدوج أو مخروطين متعاكسين كما في الشكل(51) .



شكل (51) تمثيل نموذجي HSV و HSL للألوان في شكل مخاريط

يمكننا تلخيص النموذجين في الجدول (5) الآتي كما يلي :

HSV	HSL
زيادة التغميق (تقليل V) ، يقلل من درجة تشبع اللون S .	زيادة التغميق (تقليل L) ، يزيد من درجة تشبع اللون S . إذا كان L > 0.5 .
زيادة السطوع (زيادة V) ، يزيد من درجة تشبع اللون S .	زيادة السطوع (زيادة L) ، يقلل من درجة تشبع اللون S . إذا كان L > 0.5 .
	

جدول (5)

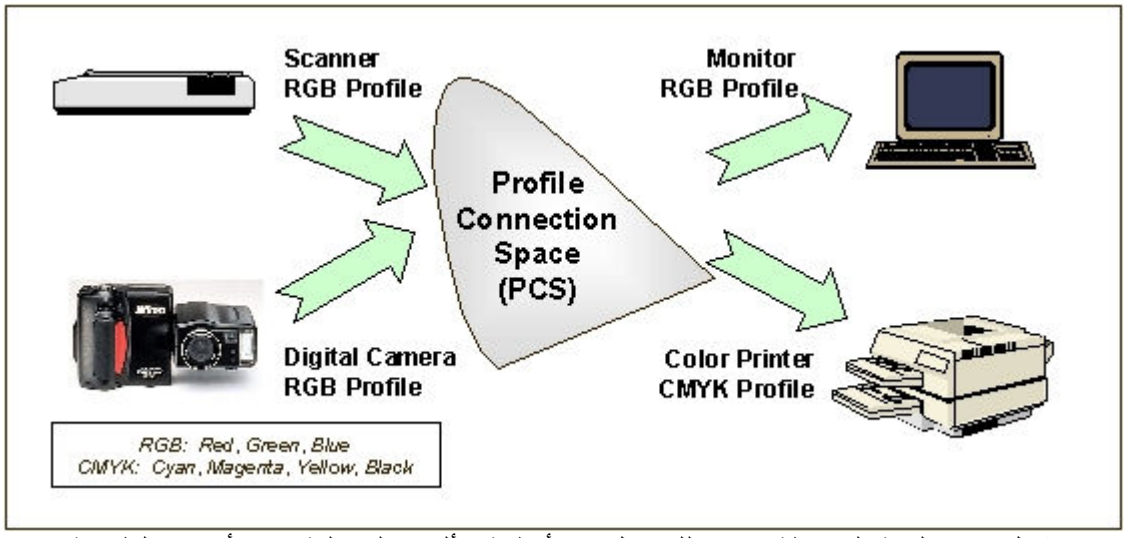
و بشكل عام يمكن القول انه من غير العملي استخدام النظامين RGB و CMYK لتعديل الإضاءة و درجة سطوع اللون أو درجة تشبع اللون ، و لكن من الأفضل لهذا الغرض استخدام النموذجين HSV و HSL . جميع برامج و تطبيقات تحرير الصور الملونة تقوم بتحويل نظام الصورة من RGB إلى واحد من النماذج HSV أو HSL ، ثم يتم تحرير الألوان في الصورة و بعد الانتهاء يقوم البرنامج بإعادة الصورة إلى النموذج الأساسي لها و هو RGB .

8-5 جمعية اللون العالمية:

تم تأسيس جمعية اللون العالمية International Color Consortium في أوائل التسعينات من القرن 20 من أجل إعطاء تحديد و توصيف لنظم الألوان المستخدمة في كل جهاز من الأجهزة الطرفية للحاسب ، حيث انه طبقاً لهذا التوصيف يتم إنشاء ملف خاص لأي جهاز يسمى Profile يحتوي على التوصيف اللازم و جميع العمليات و التحويلات الأساسية للألوان في أي صورة ملونة يتم تناقلها بين جهاز طرفي و آخر، مثلاً بين شاشة و جهاز عرض داتاشو أو طابعة أو كاميرا رقمية ملونة ، أو الأجهزة الطرفية المختلفة النظم و التي تستخدم أنظمة ألوان ليست موحدة .

اقترحت هذه الجمعية بيئة وسيطة تسمى ,(Profile Connection Space PCS) تحوي توصيف واضح للتحويلات اللازمة بين نظم الألوان المعتمدة في الأجهزة الطرفية المختلفة، وأنشئت لغات خاصة لهذا الغرض . الشكل (52) يوضح أهمية هذه البيئة الوسيطة PCS عند التعامل مع الأجهزة الطرفية المختلفة و التي تستخدم أنظمة لونية مختلفة .

ملفات PCS تكون في العادة موجودة ضمن الملف التعريفي للجهاز (Driver) و يتم تحميله أثناء توصيل الجهاز الطرفي إلى الحاسوب حيث يتعرف عليه نظام التشغيل و كذا جميع البرامج التطبيقية التي تستخدم هذا الجهاز ، مما يسهل عملية تناقل الصور الملونة بين مختلف الأجهزة الطرفية المربوطة إلى الحاسوب و كذا البرامج التطبيقية المختلفة .

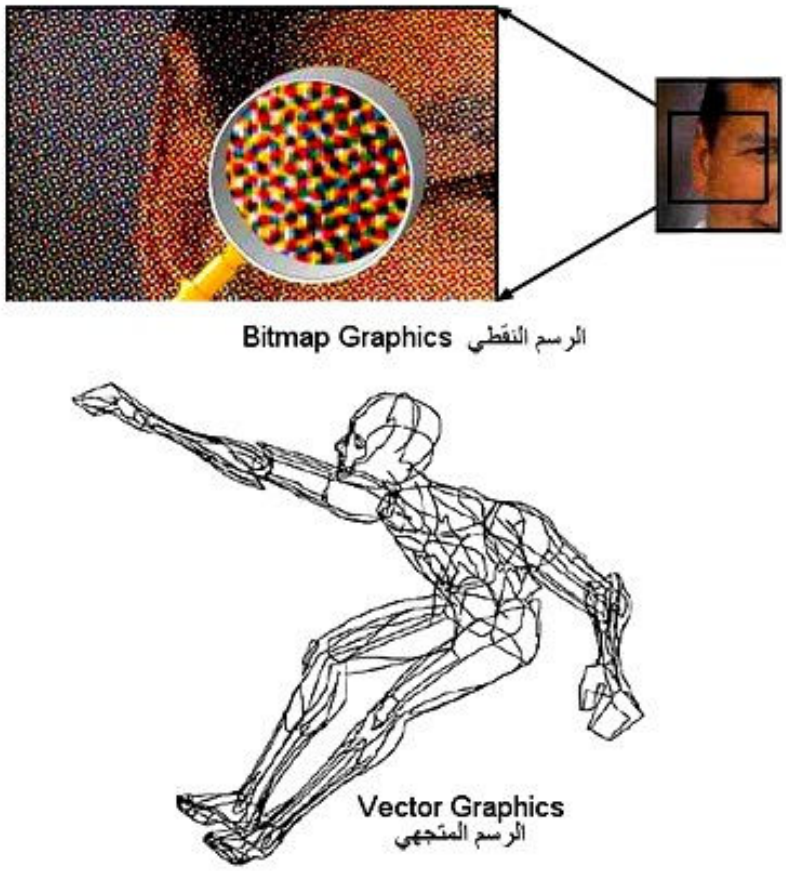


شكل(52) البيئة الوسيطة PCS للتحويل بين أنظمة الألوان المختلفة في الأجهزة الطرفية

الفصل السادس
ملفات الرسم و الصور فى الحاسوب
Computer Graphics Files

6-1- مقدمة:

يوجد نوعين من أنواع الرسوم و الصور (الجرافيكس) في الحاسوب ، النوع الأول يسمى الرسم المتجهي Vector Graphics، و النوع الثاني يسمى الصور النقطية Bitmap Graphics .
العنصر الأساسي المكون للرسم المتجهي هو مجموعة من الخطوط و المنحنيات المستقلة و المرتبطة بعلاقات رياضية ، و التي تُرسم لتكون صورة أو شكل معين ، بينما العنصر الأساسي للصور النقطية هو عبارة عن مجموعة كبيرة جداً من النقاط أو ما يسمى بالبكسلات (Pixels) التي تكون الصورة على الشاشة .
و من المهم معرفة الفرق بين النوعين من أنواع الرسم في الحاسوب حتى يسهل التعامل معهما و يسهل اختيار و استخدام التطبيقات و البرامج المناسبة لكل نوع و كذا التحويل بين هذين النوعين .



شكل(53) الصورة النقطية و الرسم المتجهي

6-2- الرسوم و الصور النقطية Bitmap Graphics :

الرسوم والصور النقطية تتكون من مصفوفة من النقاط تسمى مصفوفة النقاط Pixel Array ، كل نقطة منها تحمل رقم يتم خزنه في الذاكرة المسماة ذاكرة الصورة النقطية ، هذه الأرقام تحدد موقع النقطة في الصورة ، لونها و كذا درجة اللون و شدة الإضاءة .
تعتمد الصور النقطية في درجة الوضوح على ما يسمى بالتمايز أو دقة الرسم Resolution ، أي عدد النقاط Number of Pixels في الصورة أو أبعاد الصورة .
لذلك فهذا النوع من الصور النقطية يعتمد على التمايز أو دقة الرسم Resolution Dependent ، و بالتالي أي تغيير فيه سوف يؤثر تأثيراً كبيراً على درجة وضوح الصورة .
الرسم النقطي هو المناسب لحفظ الصور الملتقطة بواسطة الكاميرا أو الماسح الضوئي ، كما إن الصور من هذا النوع يسهل تعديلها و تحريرها من حيث شدة الإضارة ، عمق الألوان ، قص و لصق الصور و مونتاجها بواسطة برامج تحرير الصور النقطية مثل:
Microsoft Paint , Adobe Photoshop, Corel Photopaint, Paintshop Pro ,

و من أشهر أنواع ملفات الصور النقطية BMP, JPG , PNG , GIF , PSD , TIFF الخ ..

يمكننا بشكل سريع تلخيص خصائص الصور النقطية فيما يلي :

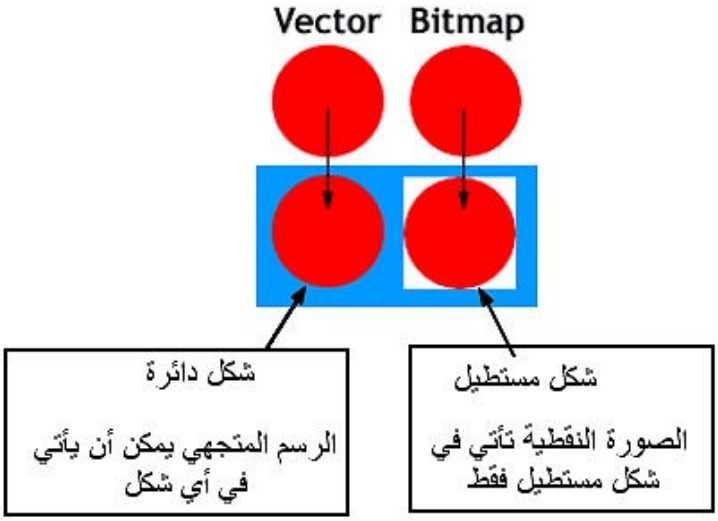
1- تتكون الصورة النقطية من مصفوفة من النقاط Pixels .
2- تعتمد على دقة العرض أو عدد عناصر الشاشة Resolution Dependent
3- تكبير أو تصغير الصورة يؤثر على جودتها .
4- تأتي الصور النقطية دائماً في شكل مستطيل أو مربع ، شكل(54).
5- لا تدعم الشفافية إلا في نوع أو نوعين فقط من الأنماط مثل Gif, Png .
6- يمكن بسهولة التحويل بين أنواع ملفات الصور النقطية المختلفة بسهولة ، و لكن من الصعب التحويل من ملفات الصور النقطية إلى ملفات الرسم المتجهي ، و بالرغم من وجود بعض البرامج التي تقوم بالتحويل إلا أن التحويل إذا تم قد يتم بصورة مشوهة أو غير كاملة و قد تعاني من الأخطاء التي قد يكون تعديلها و تصحيحها يدوياً مكلف جداً وتكون النتيجة غير مرضية .
7- بالإمكان إضافة أي صورة نقطية و تضمينها في أي رسم تم إنشاؤه باستخدام الرسم المتجهي شريطة أن يتم حفظ الملف بعد التضمين كملف رسم متجهي .

6-3- الرسم المتجهي Vector Graphics :

الرسم المتجهي يتكون من مجموعة من الخطوط ، المنحنيات و الأشكال التي ترتبط معاً بواسطة علاقات و قوانين رياضية محددة لكي تُشكل رسم أو صورة معينة .
هذا النوع من الرسم لا يعتمد في درجة وضوحه على التمايز/ دقة الرسم أو أبعاد الرسم ، و يقال عنه أنه Resolution Independent ، وبالتالي يمكننا تحجيم هذه الرسومات و تغيير أبعادها (تكبيرها أو تصغيرها) مع الاحتفاظ بنفس الجودة و الوضوح في العرض .
الرسم المتجهي هو المناسب في إنتاج الرسوم الكارتونية Line arts أو الرسوم التوضيحية Illustrations أو المرسومة باليد ، و تصميم النماذج الأولية والهندسية و كذا رسم الشعارات المختلفة Logos .
من أهم التطبيقات المستخدمة في إنشاء هذا النوع من الرسوم على الحاسوب هي : الكورال درو Corel Draw ، Illustrator ، و برنامج الفلاش Flash و Macromedia Free Hand .
من أشهر أنواع ملفات الرسوم المتجهية : WMF, CDR, FLA, AI ,DWG, SVG, INDD .

يمكننا بشكل سريع تلخيص خصائص الرسوم المتجهية فيما يلي :

1- يمكن تغيير حجمها بسهولة مع الاحتفاظ بنفس الجودة العالية .
2- لا تعتمد على دقة العرض أو عدد عناصر الشاشة Resolution Independent
3- رسوم شبيهة بالرسوم الكارتونية أو الرسم الفني باليد .
4- غير مناسبة للصور الواقعية و الحقيقية الملتقطة بالكاميرا .
5- يمكن أن تكون الرسوم في (شكلها النهائي) في أي شكل ممكن ، و ليست مقيدة بالشكل المستطيل ، شكل(54) .
6- تدعم الشفافية بشكل كبير ، و يمكن تغيير الخلفية بسهولة .
7- تدعم ما يسمى metafiles و هي ملفات رسوم تمتاز بإمكانية الخلط أو المزج بين الرسم المتجهي و الصور النقطية .
8- يمكن بسهولة التحويل بين أنواع ملفات الرسم المتجهي المختلفة ، كما يمكن بسهولة كبيرة التحويل من ملفات الرسم المتجهي إلى أي نوع من أنواع ملفات الصور النقطية .
9- لا يمكن أبداً تضمين أو إضافة أي رسم متجهي إلى أي نوع من أنواع الصور النقطية ، و لكن يمكن ذلك إذا تم تحويل الرسم المتجهي أولاً إلى صورة نقطية ثم تضمينها إلى الصورة النقطية الأساسية ، و يتم حفظ الصورة النهائية بعد ذلك كملف صورة نقطية .



شكل(54) أشكال الصور النقطية تكون مستطيلة ، و الرسوم المتجهية في أي شكل

ملفات الصور و الرسوم المستخدمة في أنظمة الحاسوب :

يمكننا تقسيم أنواع الصور و الرسوم حسب استخدامها في الحاسوب كما يلي :

1- ملفات الصور الخاصة بالعرض على شاشة الحاسوب والطباعة عبر الطابعات المختلفة :

وهي الصور التي يتم حفظها لغرض عرضها في شكل البوم صور على شاشة الحاسوب مثل الصور العائلية ، أو الصور التي يتم إضافتها للملفات الأخرى مثل الوورد أو عروض الباوربوينت ، أو ملفات الصور التي يتم حفظها من الكاميرات الرقمية بعد التقاطها ، و تمتاز بالجودة المقبولة أو فوق المتوسطة ، وأبعاد الصورة تكون متوسطة أيضاً ، أما حجم ملف الصورة يُفضل أن يكون متوسط (ليس كبير جداً ، و لا صغير جداً) حيث إن الملفات الكبيرة الحجم قد تشغل حيز كبير دون داعي لذلك و الملفات الصغيرة جداً قد تكون ذات جودة سيئة . لذلك يُفضل أن تكون هيئة ملفات هذه الصور من الهيئات المضغوطة مثل هيئة JPEG و هي الهيئة الأكثر شعبية و استخداماً لحفظ و عرض الصور على شاشة الحاسوب و تكون محفوظة بنظام RGB .

أما الملفات التي تذهب إلى الطابعة يمكن حفظها بنفس هيئة الملفات السابقة و لكن يُفضل أن يكون نظام اللون هو CMYK ، كما إن الصور المحفوظة بنظام RGB يمكن طباعتها و لكن جودة الصورة المطبوعة قد تختلف جودتها ، ويفضل استخدام هيئات ملفات غير مضغوطة للحصول على صورة مطبوعة بجودة عالية و بتفاصيل كاملة خاصة عند طباعة المجلات و الصحف .

إن هيئة الملفات EPS هو الأكثر شيوعاً عند إرسال ملفات الصور لطباعتها في محلات طباعة الصور أو دور نشر الصحف و المجلات .

2- ملفات الصور المستخدمة للعرض على الانترنت و التبادل عبر البريد الالكتروني :

الكثير من الصور تستقر على شبكة الويب أو كمرفق مع الرسائل الإلكترونية ومن ثمّ تعرض على الشاشة. من أجل هذه الغايات يفضل استخدام ملفات صغيرة ترسل عبر الإنترنت بسرعة . وتعتبر JPEG الهيئة الأكثر شيوعاً في هذه الحالات لحفظ الصور، غير أن هناك هيئات أخرى استحدثت مثل هيئة GIF التي تحقيق أوجه استعمالات أخرى مثل إضفاء الحركة و الشفافية على الصورة .

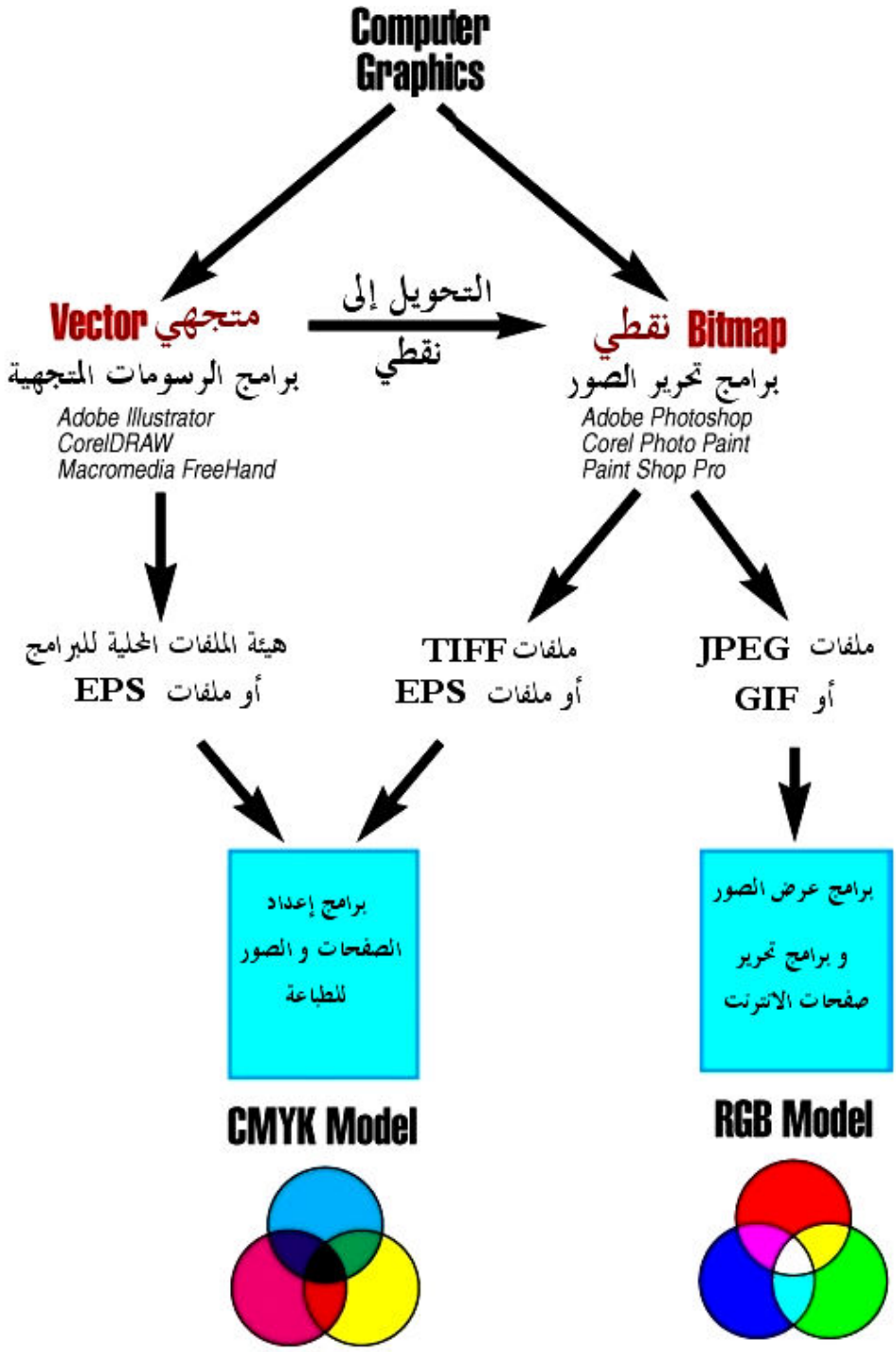
3- ملفات الصور المستخدمة مع برامج معالجة و تحرير الصور :

يقدم المنتجين باستمرار برامج جديدة لمعالجة الصور، أو يقوموا بتطوير التطبيقات الموجودة، ويلاحظ أن لديهم اتجاه نحو تأسيس ملفات صور خاصة بتطبيقاتهم وهي ما تعرف بالهيئات المحلية Native Formats . الهدف من ابتكار الهيئات الجديدة هو استيعاب الإجراءات والإمكانيات الجديدة للبرامج و التفوق على المنافسين. غير أن الهيئات المحلية تتسبب في العديد من المشاكل الصعبة خاصة لمن يرغب بمعالجة الصور باستخدام أكثر من تطبيق ، أو يسعى لنقل الصور إلى آخرين. في الغالب تكون الهيئات المحلية مقروءة فقط من قبل برنامجها و يستعصى تحميلها عبر برامج أخرى.

عند معالجة الصورة ، يُفضل دائماً عمل نسختين من الملف ، واحدة بالهيئة المحلية المفضلة للتطبيق الذي تستخدمه ، وأخرى بأحد الهيئات المتداولة غير المضغوطة مثل TIFF أو BMP .

معظم هيئات الملفات التي تُستخدم مع برامج معالجة الصور تصلح لحفظ ملفات الصور المتداولة بين أكثر من تطبيق ، علماً أن جميعها غير مضغوطة، وحجم الملف فيها أكبر بكثير من حجم ملف JPEG . بعض من هذه الهيئات من الملفات كما يلي :

PSD , CDR , AI , PSP , DWG , SVG



شكل (55) مخطط يوضح أنواع الرسم في الحاسوب و نوعية الملفات التي تنتج عن كل نوع ، تطبيقاتها و كذا استخدامها سواء في الطباعة أو العرض على الشاشة و الويب

الهيئة JPG / JPEG :

اختصار للعبارة (Joint Photographic Experts Group)، وتعتبر الهيئة الأكثر شعبية وانتشار لاسيما لعرض الصور على الانترنت و على شاشة الحاسوب .
المصطلح "JPEG" يستخدم عادة لوصف الهيئة الملفية JFIF والذي هو اختصار ل (JPEG File Interchange Format). إن JFIF هو الشكل الفعلي للملفات الحاوية على صور مضغوطة وفق نظام JPEG . في الوقت الحالي تستخدم ملفات JFIF الحديثة نفس الامتداد JPG. ولكن هناك اتجاه بتغيير الامتداد إلى JIF. في الأنظمة المستقبلية.

منذ البدء جرى تصميم الهيئة JPEG لتتعامل مع الصور النقطية وليس مع الخطوط أو الرسم المتجهي .

تتمتع الصور المحفوظة على الهيئة JPEG بالمزايا التالية:
1- إمكانية التحكّم بدرجة الضغط عند حفظ الصور ، و هذا بسبب إن الهيئة JPEG تستخدم آلية ضغط قابلة للتغير ، مما يُمكن المستخدم من الحصول على صورة بحجم ملف مناسب ، كما يمكن الحصول على حجم ملف صغير جداً ولكن طبعاً مع ضعف في جودة الصورة.
2- تدعم الهيئة JPEG نظام عمق لوني لغاية 24 بت (8 بت لكل لون) أو (16.8 مليون لون) ، في حين أن العمق اللوني للهيئة Gif محصور ب 8 بت (256 لون).
3- يتم الضغط عبر وحدات (Blocks) تتألف من ثماني بكسلات. تستطيع رؤية هذه الوحدات عندما تختار أعلى درجة من درجات الضغط ، أو عندما تقوم بتكبير الصورة إلى قياس كبير جداً.
يعمل JPEG وفق آلية ضغط ثنائية المراحل ، هذا يعني أنه يحتاج إلى وقت أطول من أجل تحميل وعرض الصورة، ويُنصح بعدم حفظ الصور الأصلية (والتي من المتوقع أن يتم العودة إليها مرة ثانية للمعالجة) وفق نظام JPEG ، ذلك أن في كل مرة تفتح فيها هذه الصور و يُعاد حفظها ثانية ، يعمل JPEG على ضغطها ، و بعد عدد من المرات تضيع التفاصيل الدقيقة والدرجات اللونية .
لذلك يُفضل أن يتم حفظ الصور الأصلية وفق هيئة غير مضغوطة مثل TIFF أو BMP وبأقصى عمق لوني متوفر. أيضاً ، عندما يتم حفظ الصورة وفق الهيئة JPEG ، فإن التغيير الحاصل على الصورة لا ينعكس على الشاشة مباشرة ، ولكن يظهر بعد أن يتم تحميل الصورة من جديد.

الهيئة BMP :

الهيئة BMP (Bitmap) ، الذي تُلفظ حرفياً "B-M-P" تستعمل آلية الويندوز في توزيع بيانات الصورة النقطية Pixel Bits في شكل مصفوفة شبيهة بنقاط الصورة المعروضة على الشاشة .
ويسمح الويندوز بعرض الصور من هذا النوع على أي جهاز عرض. و هو ملف شائع الاستعمال في معظم التطبيقات ، و لا يستخدم آلية ضغط لذلك فإن جودة الصورة تكون عالية و لكن في المقابل فإن حجم الصورة يكون كبير. هذه الهيئة من ملفات الصور النقطية قابلة للتداول على جميع الأجهزة و بشكل ممتاز .
تدعم هذه الهيئة عمق لوني حتى 24 بت (8 بت لكل لون) لنظام RGB . و 32 بت لنظام (8 بت لكل لون) CMYK .

الهيئة TIFF :

اختصار ل (Tag Image File Format) ، صممتها شركة آلدوس Aldus في الأصل لحفظ الصور ألآتية من الماسح الضوئي (Scanner) أو من برامج المعالجة.
انتشرت هذه الهيئة بشكل واسع , وشاعت كهيئة نقل الصور دون أن تكون مرتبطة بماسح ضوئي معين أو طابعة أو برنامج معالجة.
الهيئة TIFF تحظى بشهرة واسعة أيضاً مع تطبيقات النشر الاحترافية .
هنالك عدة صيغ للهيئة TIFF تدعى توسعات extensions . بعض التوسعات تتعامل بآلية ضغط من النوع LZW التي لا تضعف الصورة بتاتاً.
هيئة TIFF تدعم عمق لوني 48 بت كحد أقصى(16بت لكل لون RGB)، و هي تدعم الطبقات في الصورة مثل PSD .

الهيئة PSD :

عند معالجة الصور النقطية باستخدام البرنامج الشهير فوتوشوب Adobe PhotoShop ،الذي يوفر الكثير من المزايا المساعدة أثناء التحرير مثل الطبقات، لذلك أنتجت فوتوشوب هيئة محلية خاصة بها لحفظ ملف الصورة أثناء العمل يدعى PSD. ، هذه الهيئة تسجّل كل الإجراءات والتعديلات التي تحدثها على الصورة، ومن ثم يمكنك العودة إليها وإعادة تحريرها .
عند الانتهاء من المعالجة، ينبغي حفظ الصورة في هيئة أخرى أكثر شيوعاً ، لتسهيل عملية تداولها بين التطبيقات مثل JPEG, TIFF أو BMP .
تدعم حتى 16 بت لكل لون من الألوان RGB . و لكن برنامج الفوتوشوب قادر على العمل مع الصور عالية الجودة HDR (High Dynamic Range) حتى 32 بت لكل لون .

الهيئة CCD RAW :

عند التقاط الصورة الرقمية في الأحوال العادية ، تقوم الكاميرا بمعالجة بيانات الصورة التي تسجلها الخلية الضوئية CCD وحفظها في أحد الهيئات المذكورة سابقاً. توجد بعض الكاميرات التي تسمح بحفظ البيانات الخام (غير معالجة وغير مضغوطة) في هيئة تسمى CCD RAW أو اختصارا (CRW.). هذه البيانات تحتوي على كل شيء التقطته الكاميرا. وبدلاً من معالجة هذه البيانات داخل الكاميرا ، حيث قوة المعالجة وحيّز العمل محدودين ، تتم معالجة البيانات الخام وتحويلها إلى الصورة النهائية عن طريق الحاسوب.
أحد أهم خصائص ملفات الهيئة CCD RAW الناتجة عن كاميرا رقمية هو صغر حجم الملف وبنسبة تصل إلى 60% أقل من حجم الملفات من الهيئة BMP أو TIFF غير المضغوطة (في حال كانت كثافة التسجيل Resolution لكلا الهيئتين متساوية).
صغر حجم الملف (مع الحفاظ على جودة الصور) يتيح للكاميرات الرقمية اختصار الزمن بين اللقطات و نظراً لصغر الملفات ذات الهيئة CCD RAW وعدم حاجتها للمعالجة فإنها تؤدي إلى تقليل فترة الانتظار بين اللقطات.
تدعم حتى 12 بت لكل لون من الألوان RGB .
يبقى العامل الأساسي في اختيار الهيئة CCD RAW عن غيرها هو الرغبة في الحصول على صور عالية الجودة دون ضياع التفاصيل كما يحدث مع الهيئات المضغوطة .
كانت شركة كانون أول من قدّم هيئة البيانات الخام CCD RAW وذلك عام 1996 .

الهيئة (PIC- PICT) :
الهيئة PIC (تلفظ "بيك") ظهرت مع برامج MacDraw للاستعمال على كمبيوتر ماكنتوش، ومنذ ذلك الحين أصبحت الهيئة PIC هي النموذجية لحفظ ملفات الصور النقطية في نظام آبل ماكنتوش.
هذه الملفات هي من نوع Metafiles ، و تدعم حتى 24 بت عمق لوني ، أي 8 بت لكل لون من الألوان RGB .

الهيئة PNG :
هيئة PNG (Portable Network Graphics), و تلفظ "بينغ", طوّرت لتحل محل الهيئة GIF، و هي مدعومة من كلا المتصفحين Microsoft Explorer و Netscape Navigator . تتشابه الهيئة PNG مع الهيئة GIF في كونها تستخدم آلية الضغط المحافظ (ضغط بدون ضياع التفاصيل)، وتتفوق عليها في توفر بعض المزايا التي لا تتوفر في الهيئة GIF ، وهذا يشمل 254 مستوى من مستويات الشفافية ، في حين أن GIF يدعم مستوى واحد فقط ، كذلك تحكّم أكبر بدرجة سطوع الصورة .
كما يدعم عمق لون حتى 16 بت لكل لون من الألوان RGB ، بينما (GIF يدعم 8 بت فقط ، أي 256 لون).

الهيئة EPS :
EPS اختصار للمصطلح (Encapsulated Post Script) ويلفظ حرفياً "E-P-S".
هذه الهيئة طورتها أدوبي Adobe لكي تُستخدم مع الطابعات . هذه الملفات هي من نوع Metafiles ، و تتألف عموماً من جزئين:
الجزء الأول- عبارة عن وصف نصّي يوضّح للطابعة كيف ينبغي أن يكون عليه شكل الصورة المطبوعة.
الجزء الثاني- صورة إضافية على الهيئة PICT تستخدم للعرض على الشاشة.

بعد حفظ الصورة على هيئة EPS ، يُمكن تحميلها بواسطة تطبيقات أخرى وإجراء التحجيم عليها (تغيير المقاييس) ، غير أن محتوى هذه الملفات غير قابل لإعادة التحرير إلا من قبل تطبيقات معينة مثل Adobe Illustrator ، و في العادة لا يتم حفظ الصور على هيئة EPS إلا بعد الانتهاء من معالجتها تماماً ، والتحضير لإرسالها إلى دور النشر.

الهيئة GIF :
هو اختصار للعبارة (Graphics Interchange Format) ويلفظ هكذا "jiff" , يستعمل بشكل واسع على الويب ، وعلى الأغلب للرسم المتجهي و لفنون الخطّ Artistic Fonts ، أو اللوحات الإعلانية Ad Banners وليس للصور الفوتوغرافية.
هذه الهيئة يمكنها أن تخزّن لغاية 256 لون من الصورة في جدول لون يدعى Palette .
بما أن الصورة تتألف من ملايين التدرجات اللونية ، فإن التطبيقات مثل الفوتوشوب تقوم عند حفظ الصورة على هيئة GIF باختيار الأفضل من هذه الألوان لتمثيل الجميع . وعند العرض ، فإن كل بكسل في الصورة يأخذ أحد الألوان المتوفرة في الجدول فقط.

يوجد نوعين من أنواع الهيئة GIF يتم استخدامهما على الويب :

الأصلي GIF 87a والجديد GIF 89a ، و كلا النوعين يستخدمان تعددية المراحل Interlacing، حيث يخزنان الصورة عبر أربع مراحل بدلاً من مرحلة واحدة.

ويمكن شرح مفهوم تعدديّة المراحل Interlacing كالتالي :
عندما يقوم المتصفّح بتحميل وعرض الصورة ، فإنه يستقبل الصورة سطراً بسطر من الأعلى باتجاه أسفل الصفحة حتى نهاية التحميل ، و عندما تكون الصورة محفوظة بنظام تعددية المراحل ، فإن المتصفح يستقبلها أولاً دفعة واحدة ولكن بكثافة نقطية Resolution منخفضة جداً ، وهذا يسمح للشخص بأخذ فكرة عن كل محتوى الصورة قبل أن يتم استقبالها بالكامل . في المراحل الثلاث التالية يصل المزيد من البكسلات المكونة للصورة وتبدأ الصورة بالتحسن حتى تصل ذروتها بعد المرحلة الرابعة وبلوغ الكثافة حدّها الأقصى.

يحتوي النوع الجديد GIF 89a على بعض المزايا والإمكانيات والتي تشمل:

جعل خلفية الصورة شفافة : لعمل هذا يتم تحديد أحد ألوان الصورة الذي سيصبح شفافاً ، و عند عرض الصورة مرة أخرى ، يقوم المتصفح باستبدال كل بكسل في الصورة يتمتع باللون المحدد ، ببكسل آخر من نفس لون خلفية الصفحة ، وهذا يسمح للخلفية بالظهور من خلال الصورة في تلك المناطق.
جعل الصورة متحرّكة: يمكن إضفاء نوع من الحركة أشبه بالأفلام عن طريق تنظيم سلسلة من اللقطات الثابتة وعرضها بسرعة واحدة تلو الأخرى . عملية التحريك تعطي نتائج أفضل مع الرسم المتجهي ، ولكن يمكن استعمالها أيضاً مع الصور النقطية .

ضغط ملف الصور من نوع GIF :
يستخدم GIF آلية ضغط تدعى LZW وهي اختصار ل (Lempel-Ziv-Welch) ، و يعتمد مقدار الضغط على درجة تغيّر اللون في كل سطر من بكسلات الصورة .
عملية الضغط تقوم على الآلية التالية:
إذا كان هناك بكسلين أو أكثر في السطر الواحد يحملان نفس اللون ، فإن هذه البكسلات تسجّل كوحدة منفردة ، من هنا نستنتج أن الصورة الحاوية على شرائح لونية أفقية سوف تكون مضغوطة أكثر بكثير من الصورة الحاوية على شرائح عمودية ، لأن كل خطٌ أفقي سيتم تخزينه كوحدة واحدة .
إن الصور التي تحتوي على مناطق كبيرة ذات لون متجانس مثل السماء، الثلج ، الغيوم وغيرها تكون مضغوطة أكثر من الصور الحاوية على الكثير من التفاصيل و التدرجات اللونية.
عند حفظ الصورة ذات العمق اللوني 24 بت على هيئة GIF ينبغي أولاً تخفيض عمق اللون إلى مستوى 8 بت ، معظم التطبيقات تسمح بذلك وبسهولة.
عند العمل مع صور التدرجات الرمادية Grayscale (الأبيض والأسود) فأن هيئة GIF تصلح للعمل معها بصورة جيدة ، ذلك أن معظم التطبيقات تستخدم عمق لوني 8 بت (256 تدرج رمادي) مع صور الأبيض والأسود.

الصور على الهيئة GIF محدودة بعدد من الألوان يصل إلى 256 لون في أقصى حد .
أفضل استخدام لهيئة GIF يكون مع الفنون الخطّية أو الرسم المتجهي مثل أفلام الكرتون ، رسوم المخططات، الرسوم التوضيحية و التعليمية ، الشعارات والنصوص .

الجزء الثاني
يتبع قريباً