الوحدة الأولى

التصميم بالحاسب

قطعت الحاسبات شوطا كبيرا فى مجال التصميم فقد وحققت أهدافها وساهمت فى تطور وتقدم نظم التصميم، فالمصمم بطبيعته متأهب دائما للاستفادة من تطور العلوم والفكر والثقافة وتطويعها فى مجالات وجوانب التصميم، لما لذلك من عائد اقتصادى مجزى بالإضافة إلى ما تحققه من إمكانيات متطورة تجعل العالم فى انتظار الاستفادة منها.

لعل أهم ما حققته الثورة التكنولوجية التى يشهدها العالم اليوم هو ان هذه الثورة قد حفزت وقوت إلى حد بعيد قدرات وطاقات الإنسان البدنية والعقلية. فى العقود الثلاث الماضية كان أكثر التطورات تأثيرا وأهمية هو التقدم الحادث فى مجال الحاسبات الآلية حيث قدمت الحاسبات اعلى قدر من العون للبشر فى قدراتهم العقلية والإبتكارية. كل منا يعرف إلى حد كبير ما قدمته الحاسبات فى مجالات العلوم والاقتصاد والاتصالات وغيرها وكلنا يدرك أيضا مدى ما قدمته الحاسبات فى عالم الهندسة فى عدد كبير من التطبيقات. لذا فإنه كان من المدهش أن استخدام الحاسبات فى مجال تعليم وممارسات تصميم المنتجات الاستهلاكية قد تبلور ووضح ووضعت له المعايير التى تحكم الأداء فيه. وذلك على الرغم من التطور الواسع الخطى فى استخدام الحاسبات فى الهندسة والفنون.

تستخدم الحاسبات اليوم فى عدد واسع من ممارسات التصميم فى مرحلتى تصميم وتصنيع المنتجات. وأدخلت العديد من المؤسسات الصناعية تقنيات الحاسبات فى مكاتب التصميم أو الرسم الهندسى فيها فى شكل نظام للتصميم باستخدام الحاسبات أو الرسوم الجرافيكية بمعاونة الحاسبات. وتشير إحصائيات الجمعية المصرية للحاسبات أن عدد الحاسبات المستخدمة فى مجال التصميم باستخدام الحاسبات والمجالات المرتبطة بها قد تضاعف فى السنوات الخمس الأخيرة عشرة مرات. بالطبع فإن هذه الأرقام متواضعة جدا إذا ما قورنت بالأرقام التى ترد لنا من الدول الغربية. وبالإضافة إلى هذا فإن أساليب وممارسات التصميم باستخدام الحاسبات قد أصبحت جزءا من النظام التعليمى فى عدد من المؤسسات التعليمية فى مصر كجزء من مناهج وبرامج تعليم التصميم أو الهندسة.

إن الوعى المتنامى بأهمية الحاسبات فى مجال تصميم المنتجات يشجع بلا شك كل المحاولات التى تبذل لتقصى واستبيان العواقب والنتائج التى يمكن أن تترتب على إدخال الحاسبات إلى هذا المجال.

أولا: أسباب حتمية استخدام الحاسب فى التصميم

إذا ما تفحصنا بعناية عناصر عملية التصميم فى عموميتها نجد بوضوح أن هناك عددا من عناصر هذه العملية تفرض علينا أن نتساءل ما الذى جعل من استخدام الحاسبات ضروريا أحيانا وحتميا غلبا فى معظم المواقف التصميمية. ويستطيع المتفحص لهذه القضية أن يتبين ما يلى:

الطبيعة المعقدة لمشكلة التصميم:

- مشكلة التصميم ذات طبيعة معقدة ومتشبعة (تتناول اعتبارات استخداميه وظيفية وأدائية وقيم جمالية ومقومات تقنية تتعلق بعمليات الإنتاج والخامات المستخدمة ويضاف إلى كل هذه متغيرات وظروف بيئة الإنتاج والاستخدام وغيرها). فالمعلومات المتوفرة لمصممى المنتجات اليوم فى مجالات الخامات والعمليات الإنتاجية ومتغيرات البيئة والاعتبار ات المتعلقة بالمستخدم البشرى مثل قياسات جسمه وقدراته واهتماماته وذوقه) مثلا لا يمكن لأى نظام يدوى أو مصمم بشرى استيعابها والاستفادة منها بشكل كامل.

ويزيد الأمر تعقيدا عند بناء النظم والمنتجات المعقدة وهو أمر أكثر شيوعا اليوم عن ذى قبل ويتطلب إجراءات وعليات طويلة ومعقدة وحل عدد كبير من العلاقات والمتطلبات وا يجاد صيغة تجمعها سويا وهو ما قد يصعب أو يستحيل أحيانا إجراؤه يدويا لطول الوقت وعظم الجهد اللازمين لذلك. وهنا تصبح الحاسبات الوسيلة الآمنة الوحيدة التى تكفل ظهور منتجات آمنة تناسب المستخدم المتوقع لها بشكل تام.

حاجة التصميم لمعالجة كم هائل من المعلومات والبدائل:

- تفرض طبيعة التصميم المعقدة الحاجة الدائمة لمعالجة كم هائل من بيانات ومعلومات المنتج والمستهلك والمعارف الهندسية والتقنية وما يتضمنه ذلك من عمليات تبويب وتصنيف وترتيب وتقسيم البيانات وا يجاد مدلو لاتها وتوفير البدائل فى مجال التصميم بالإضافة إلى الجهد المبذول فى الممارسات التصميمية التي يمكن أن تتسبب فى أن يبذل المصمم جهدا مضنيا وقد تشعره أيضا بالملل لتكررها وهي أمور لا تتفق وطبيعة المصمم الذي يفضل التفرغ للابتكار المتجدد والإبداع المتصل. بالإضافة إلى أن المعالجة اليدوية لهذا الكم الهائل من المعلومات قد تصبح سببا فى تأخر الحصول على النتائج فى موعد مناسب مما يقلل من قدرة المنتج المتوقع التواجد فى الأسواق فى الوقت المناسب.

حاجة التصميم للتعديل والتطوير المستمر:

- التصميم بطبيعته فى حاجة إلى التعديلو التغيير و التطوير و المتابعةالمستمر ة فى جميع مراحل بناء التصميم بما يتضمن حتى مراحل ما قبل وجود التصميم ذاته. كما تتضمن العملية التصميمية قدرا كبيرا من عمليات التحليل والتقييم والاستفادة من النتائج للوصول حلول تصميميه أفضل. وللحاسب قدرة تحليلية عالية تعتمد على التحليل الرياضى الرقمى البالغ السرعة وعلى الرغم من أن هذا التحليل لا يأخذ فى الاعتبار ظروف وملابسات اتخاذ القرار، فهو يعطى للحاسب قدرته المعروفة على توفير عدد غير محدود من البدائل المناسبة سواء فى الشكل أو الإمكانات التى تدعم عمليات التحسين والتطوير.

حاجة التصميم للاستجابة السريعة لمتغيرات السوق:

- التصميم فى حاجة دائمة إلى سرعة أداء عالية فى الاستجابة للمتغيرات. وخاصة عندما تكون سرعة اتخاذ القرار فى مشكلة تصميم مما يجعل من تلازم التصميم والحاسب أمرا حتميا وواجبا . فالحاسب يستطيع ان يعالج البيانات بسرعة هائلة تقاس بعدد الذبذبات التى يتعامل معها المشغل فى كل ثانية وهى تصل الآن فى حاسبات الاستخدام الشخصى إلي أكثر من ١٠٠٠ ميجا هرتز، مما يعنى قدرته على إتمام عمليات المعالجات الرياضية والمنطقية والإحصائية وتداول وتخزين واسترجاع المعلومات فى جزء من عدة ملايين من الثانية الواحدة. وتؤدى السرعة الهائلة التي يمكن بها إجراء عمليات الحاسب إلى إمكانية الاستغناء عن مراحل تقليدية عديدة فى العملية التصميمية من مراحل الدراسات التمهيدية للتصميم وكذلك المراحل النهائية له. كما تؤدى إلى خفض الوقت المنفق فى إجر اء كل أنواع حسابات التصميم. وقد يكون ذلك بإدخال أجزاء منفصلة دون الحاجة لإعادة تصميمها مرة أخرى أو بأى وسيلة أخرى ينشا عنها ظهور النتائج فى الحال أمام المصمم.

حاجة التصميم إلى دقة الأداء:

- ويرتبط الحصول على النتائج بسرعة مذهلة أيضا بإمكانية الحصول على عدد أخطاء تصميميه محدود للغاية. فهناك احتمال دائم لحدوث خطأ بشرى نتيجة اللجوء إلى الأساليب التقريبية فى التحليل واختصار العمليات الحسابية. ونسبة الخطأ فى الحاسبات وا ن كانت متوقعة أحيانا فى أعمال التصميم سواء الفنى أو الصناعى أو الهندسى إلا أنها لا تكاد تذكر إذا ما قورنت بأية أداة أخرى عرفها الإنسان. والأخطاء النادرة للحاسبات ترجع فى الغالب إلى تدخل العنصر البشرى. وبالطبع فإن خاصية الدقة المتناهية التى تتوفر فى الحاسب الآلى فى عملية المعالجة ترتبط بشرط هام هو أن تكون البيانات والتعليمات الخاصة صحيحة ولا تتضمن أخطاء أو تركيبات يترتب عليها فشل الحاسب فى إيجاد النتائج المتوقعة، رغم أن للحاسب أسلوبه المتميز فى اكتشاف الخطأ وهو أسلوب يستخدم منطق رياضى منظم لا يتأثر بالمؤثرات الحسية وهو ما يساعد على الإقلال من الأخطاء الناشئة عن الخطأ

البشرى.

وللحاسب كذلك قدرة معقولة على التحقق من صحة البيانات مما يمكننا من استخدامه فى زيادة القدرة علي التدقيق وكشف أخطاء البيانات المدخلة إليه فيمكن للحاسب مثلا أن يختبر وقوع البيانات أو خروجها من مدي محدد أو من مجموعة أرقام ثابتة. كما يمكن للحاسب أن يقارن ثبات البيانات المدخلة وقربها من بعضها البعض فيخرج منها البيانات الأقل أو الأكبر إلى حد بعيد من المتوسط أو من بيان محدد كما أن له القدرة علي اكتشاف واستبعاد البيانات ذات الطابع والنوعية المختلفة.

ثانيا: تميز الحاسبات فى الممارسة التصميمية

وهكذا فإن تميز الحاسبات فى علاقتها بالعملية التصميمية قد وفرت قدرات وإمكانياته لا تتوفر فى أى أداة تصميميه أخرى استخدمها الإنسان واهم أوجه تميز الحاسب فى علاقته بالتصميم هى فى:

- العلاقة التفاعلية بين المصمم والحاسب
- دعمه لقدرات المصمم واستكمال أوجه القصور والنقص فيها.
- قدرته على الاستجابة بشكل أفضل للحاجات البشرية والبيئية فى التصميم.
- توفير الحاسب لقدرات متميزة وإمكانيات جديدة.
- تميز الحاسب فى العملية الإنتاجية

أولا: طبيعة العلاقة بين المصمم والحاسب :

المصمم فى مواجهة مباشرة مع مشاكل التصميم:-

يضع الحاسب المصمم مباشرة وجها لوجه أمام مشاكل التصميم الحقيقية، بدون عوائق أو حدود للعمل. وهو يضعه كذلك مباشرة أمام دائرة متصلة من ممارسات التصميم تشمل التعامل المتميز مع المعلومات التى يحتاج المصمم للعمل من خلالها بأعلى كفاءة . كما تشمل إيجاد البدائل والحلول المتنوعة بغزارة تمكن المصمم من الاختيار بسهولة بين ما يمكن أن يحقق للمستهلك افضل أداء.

والتفاعل المستمر والمباشر بين المصمم ومشكلة التصميم، يؤدى إلى استمرار تدفق الأفكار وحلول التصميم الذى لا يعطله أى إجراءات حسابية أو تحليلات رياضية أو إحصائية بالإضافة إلى تأكيده على الاتجاهات المتعددة والمحاور المختلفة لمشكلة التصميم. ويعطى الحاسب بهذا الفرصة للإدراك المثالى لإحساس ومشاعر المصمم واستيعاب هذا الحس فى تصميم منتجاته مما يصبغها بقيم إنسانية متميزة.

سهولة الاتصال والتفاعل بين عناصر العملية التصميمية:-

أدوات المصمم التقليدية فى الاتصال وتبادل المعلومات مع الآخرين من المشتركين فى العملية التصميمية هى الرسوم بأشكالها المصطلح عليها ويوفر الحاسب قدرة كبيرة على خلق وتعديل الرسومات والمعلومات، بما يتيح تكوين وإيجاد تصميمات أدق وأكثر فائدة وأقل تكلفة. إن سهولة إعداد الرسومات التفصيلية المختلفة لمنتج ما، وإمكانية وضع الأبعاد الهندسية على الرسومات بسهولة ودقة، وكذلك إمكانية تحديد ووضع الأشكال المختلفة للقطاعات (التهشير) فى أماكنها الصحيحة كلها من عناصر دعم قدرة المصمم فى التفاعل مع منتجه بشكل أفضل. أضف إلى ذلك إمكانية تبادل التصميمات ومعلومات التصميم مع الجهات الأخرى حتى يمكن للمصمم أن يبدأ عمله من حيث انتهى الآخرون للارتقاء بالتصميم.

وتزداد يوما بعد يوم قدرة الحاسبات على الاتصال عن بعد مما يوفر للمصمم القدرة علي الاتصال بمواقع عديدة بعضها بعيد عن موقع عمله لتلقى أو إرسال الصور والرسوم والبيانات والمعلومات فى مختلف الأشكال المرئية والنصية وحتى الرقمى منها. واصبح بالإمكان استخدام شبكات المعلومات العالمية مثل شبكة الانترنيت واسعة الانتشار التى تكفل ليس فحسب تدفقا هائلا للمعلومات بل وتتيح أيضا هذه المعلومات بطريقة تفاعلية تكفل تغطيتها لنطاق واسع من الممارسات التصميمية.

القدرة على مراقبة تصميم المنتج بشكل مرئى:

للحاسب القدرة على مراقبة مراحل تصميم المنتج وعمله وحركته بشكل مرئى وبتفاعل المصمم مع النظام، يبتكر المصمم ويطور فى تصميمه ويعدله دون الحاجة إلى رسم خط واحد على الورقة. وتتيح إمكانية طبع أفكار التصميم والرسومات والتفصيلات المختلفة الفرصة لرؤية أكثر واقعية وقربا من الأساليب التقليدية للرسم الهندسى. ويتيح الحاسب للمصمم أن يضيف أو ينقص من رسوم التصميم أو أن يكبرها أو يصغرها أو أن يغير مقاييس الرسم وكما يمكن تكبير وا إدارة وا إطالة أى جزء ومشاهدة نتيجة هذا الحدث مباشرة على الشاشة. كما يمكن للمصمم أن يضيف إلى رسوماته بيانات معينة أو أن يغير إحداثيات العناصر والمكونات، وتزداد فاعلية النظام عندما يكون البرنامج المستخدم من النوع التفاعلى الذى يتوفر له خصائص إظهار أى بيانات أو عناصر تصميميه تكون مخالفة للقواعد المتعارف عليها فى هذا التصميم على الشاشة.

ويمكن للحاسب كذلك من خلال نظم التصميم والتصنيع باستخدام الحاسبات CAD/CAM إصدار مجموعات تعليمات لآلات الورش لإنتاج جزء معين واختباره بالاتصال بالنظم التقنية والهندسية بالمصنع مباشرة.

قدرة أوسع على إدراك أبعاد وحجم التصميم الحقيقى:

سهولة الحصول على رسومات ثلاثية الأبعاد Three dimensional graphics أصبح من الخصائص التى تتأكد للحاسب يوما بعد يوم. ويمكن فى المعتاد لجميع نظم التصميم باستخدام الحاسب خلق المجسمات وعرضها من أى زاوية يطلبها المصمم، سواء كان ذلك فى شكل المساقط الثلاثة التقليدية المعروفة فى الرسم الهندسى أو بشكل منظورى مجسم ثلاثى الأبعاد ويمكن تدوير جزء ما ونسخه وتحريكه وا إيجاد صورة مرآة له فى مكان آخر. كما يمكن وبسهولة استخراج القطاعات والمنظور من المساقط، وا إظهارها باختلاف زوايا الرؤية حسب طلب المصمم.

وتوجد أنظمة حديثة متطورة تتيح بسهولة تناول عدد كبير من التصميمات فى آن واحد من خلال نظام واحد للكاد/كام CAD/CAM، حيث يخلق كل مصمم قاعدة البيانات الخاصة بتصميمه. ثم يتم فيما بعد تداول المعلومات وتبادلها بين المصممين وبعضهم.

ويقوم الحاسب بتخزين التصميمات والرسومات عن طريق حفظ بيانات واقعية محددة لأبعاد وأماكن وخواص الجزاء، أو الأجزاء المصممة، وذلك أثناء عملية التصميم أول بأول، وباستخدام هذه البيانات يمكن للمصمم أن يقوم بأعمال التحليلات والحسابات الهندسية المعقدة واستخراج النتائج الخاصة بها.

تنوع هائل فى شكل مدخلات التصميم ومخرجاته:

يتم إدخال وا إخراج المعلومات فى الحاسب بشكل تتابعى سريع ومتنوع من خلال واحد من وحدات إدخال أو .إخراج وعرض المعلومات. ولحاسبات اليوم القدرة على إدخال أشكال عديدة ومتنوعة من البيانات من سواء المكتوبة أو المرئية أو المسموعة. وفتح هذا التنوع آفاقا واسعة لاستخداماته وتطبيقاته فسهولة إدخال البيانات بشكل جرافيكى تصويرى مرئى أو بشكل صوتى مسموع كالموسيقى فى أشكالها التناظرية مختلفة، وهى أمور كانت تستغرق أياما بدون استخدام الحاسبات. ولا ينقص هذه الآن إلا إيجاد القدرة للحاسبات على استيعاب ما تعنيه الإشارات والبيانات والتعامل معها بشكل منطقى.

لقد كان الأمل الوحيد–إلى وقت قريب جدا– هو مجرد الحصول علي صورة مطبوعة من الحاسب. أصبحت جودة هذه الصورة وسرعة الحصول عليها معيار تقييم أى نظام تصميمى أو جرافيكى يستخدم الحاسب. ولا يقتصر اليوم شكل المخرجات علي الطباعة علي الوق وا إنما يمكننا أن نحصل علي مخرجات فى أشكال مرئية واسعة المدى عالية الجودة وبأعداد كبيرة من النسخ بسرعة متناهية ودقة شديدة.

بل وقد أتاحت التكنولوجيا المعاصرة المتقدمة فى مجال الاتصالات التي تواكب بشكل مستمر تطور الحاسبات إمكانية نقل المخرجات من مكان إلى آخر من خلال شبكات المعلومات فأصبح وصول التصميم أو المنتج الذى ينشأ عنه إلى أى موضع من العالم مسألة ثوان معدودة مما مكن المنتجين والمستهلكين فى أرجاء العالم من التعرف على والتعامل مع منتجات وأفكار ومقترحات تصميمية لم ترى النور إلا من بضع ثوانى فى أماكن تبعد مئات الآلاف من الأميال عن مواقعهم.

ثانيا : دعم قدرات المصمم:

دعم القدرات الابتكارية:

على الرغم من قصور قدرة الحاسب على الابتكار أو الإبداع وارتباطها بما يتوفر من المعلومات، إلا أنه أداة جيدة للغاية لاستثارة الإحساس بالابتكارية ويتيح الفرصة للمصمم أن يركز جهوده على العمل الذهنى الإبتكارى وان يكون اكثر إنتاجية بالإضافة إلى زيادة فرصة تناول البدائل والحلول المختلفة لمشكلة التصميم بسرعة اكبر إلى حد كبير من سرعة تداولها يدويا وبالتالى فإن عامل التكلفة يكون فى ادنى درجاته. بالإضافة إلى ذلك فإنه يدعم وينمى بقوة قدرات الابتكار لدى المصمم البشرى. فالمقارنة بين عدد مبتكرات البشرية قبل ظهور الحاسب وعددها فى النصف الأخير من القرن العشرين يكفى للحكم بأن الحاسبات وغيرها من مظاهر التقدم التكنولوجى قد وفرت للمصمم فرصة كبيرة لتولد أفكار ومقترحات وبدائل وحلول لم تطرق من قبل، كما وفرت له الوقت الكافى للممارسات الإبداعية التى تحقق له قدرا عاليا من الابتكار .

دعم الخبرة الفنية:

تعويض ضعف الخبرة الفنية الضرورية لدى الخريجين الجدد بتزويدهم بتقنيات الحاسب التصميمية. فمهارات الرسم الهندسى وتلوين وعرض المنتجات يدويا تكاد اليوم أن تختفى بعد أن حل محلها عمل الحاسب الذى وفر للمصمم جهدا هائلا كان يبذل فى اكتساب مثل هذه الخبرات وتطبيقها. فالرسومات الهندسية والتفصيلية ثنائية الأبعاد و استخدام إمكانات الرسم ثلاثى الأبعاد المنظور الفوتوغرافى أو الهندسى. قد أصبحت جميعا من بديهيات العمل بالحاسب ولا يترك منها للمصمم إلا النذر القليل.

إثراء بيئة التصميم بمصمم مؤهل:

على الرغم من أن الحاسبات ترتبط دائما بتقليل اليد العاملة، حيث يمكن لمصمم واحد يستخدم الحاسب أن يقوم بمهام عدد من المصممين والمساعدين. لكن استخدام الحاسب فى التصميم يتطلب أيضا مصممين ذ ى كفاءة علمية وفنية متميزة يجمعون مهارات الرسم والتعامل مع قواعد البيانات ويملكون قدرات ابتكاريه عالية ويجدون الوقت لكل هذا. ولعل هذا يسهم بدوره تدريجيا فى تكوين أفراد فى بيئة التصميم قادرين فى المستقبل القريب على مواجهة متطلبات البيئة والمجتمع المصرى، وبالتالى أحداث التنمية التكنولوجية والقدرة التنافسية العالية للمنتج المصرى.

توفير المرونة العالية و التأقلم مع متغيرات التصميم:

يمكن للحاسب باستخدام البرمجيات المناسبة التأقلم مع المشاكل التصميمية المختلفة والتعامل معها كأنما قد صمم لها وحدها دون غيرها. ثم وبتغيير هذه البرمجيات يتغير أسلوب ونمط واتجاهات حل المشاكل بسرعة وتوافق تام. فيمكنك أن ترى حاسبا قد كرس لكتابة تقارير التصميم باستخدام برنامج لمعالجة الكلمات فتحسب أن هذه هى المهمة الوحيدة للحاسب وما هى إلا ثوانى ويتحول المستخدم إلى برنامج آخر لإعداد الرسوم التوضيحية التى تلزم التقرير فلا يمكنك إلا أن تظن أن الحاسب ما هو إلا جهاز معد لمعالجة الصور والرسوم فحسب وهكذا. ثم ينتقل إلى برامج رسوم التصميم بالحاسب Computer Aided Drafting ليعد رسومه أو للاستفادة منها فى إعداد نماذجه المجسمة وغيرها. ويوفر هذا للمصمم أداة مرنة لم يعهدها من قبل.

ثالثا: الاستجابة للحاجات البشرية والبيئية

توفير عوامل الأمان والتوافق الاستخدامى

تتطلب بعض المنتجات مستوى عالى من اعتباراتالأمان التى لم تعد الآن مجرد رأى أو وجهة نظر لشخص وا نما هى تبنى وفقا لمعايير علمية وقواعد محسوبة تعتمد على كم هائل من المعلومات فى مجالات عديدة من مجالات العلم. وهنا يأتى دور الحاسبات التى يمكنها إحداث التوافق بين هذه المعلومات وما يتناقض معها من معلومات خاصة بالخامات والعمليات الإنتاجية واقتصاديات التصميم. ويمكن للحاسب باستخدام بيانات العوامل البشرية Human Factors وظروف بيئة الاستخدام، أن يحقق العديد من اعتبارات الأمان سواء المتعلق منها باستخدام بشرى مباشر وغير مباشر أو الاعتبارات المتعلقة بحماية البيئة.

توفير الاعتبارات النفسية :

وقد يكون الدافع لاستخدام الحاسبات هو مجرد المساهمة فى اللحاق بركب التقدم وهو أمر على الرغم من أنه يبدو مظهريا إلا أنه قد يشكل للمصمم عاملا من عوامل ترويج ما يصممه ويصبغها بصبغة تشعر المستهلك أو التاجر بحداثة المنتج ومواكبته للعصر. وكم من إعلانات عن منتجات تتضمن أن هذه المنتجات قد صممها الحاسب وهو أمر غير صحيح.وا ن شئنا الدقة فإن الحاسب –فى أفضل الأحوال– قد استخدم فى تصميم هذه المنتجات، ولكنها وسيلة الجذب الإعلانى التى تنزع للمبالغة لتحقيق رواج المنتج بأى ثمن.

رابعا: توفير قدرات متميزة وإمكانيات جديدة

تقنيات التكرار وآلية الأداء:

هناك تقنيات أضافتها الحاسبات مثل منطق البرنامج متكرر الاستخدام، عام الأغراض والماكرو والدوال وآلية الأداء (العمل التلقائي) وقابليته للبرمجة وعمله بشكل تلقائي من خلال البرامج المصممة له إلى أن يطلب منه التوقف أو أن تنتهي البيانات المراد معالجتها دون تدخل من الإنسان هى واحدة من صفات الحاسب. كل هذه التقنيات تجعل استخدام الحاسب فى معالجة العمليات والبيانات المتكررة فى الممارسة التصميمية اكثر اقتصادا نتيجة أن الممارسات التى تتضمنها عملية إعداد تصميم ما من تخطيط وتحليل أو معالجات شكلية تجرى مرة واحدة ثم تطبق فيما بعد على أية تصميمات أو منتجات جديدة. وبالاستفادة من نظم الذكاء الصناعى يصبح للحاسب أيضا قدراته على التجاوب والتفاعل وتقديم النقد والتفسير كما يصبح له أيضا القدرة على تبين العمليات المتكررة والتعامل معها بنفس المنطق الذى اتبع من قبل. ولعل المرشحات Filters المتوفرة لبرامج معالجة الصور المعروفة مثالا جيدا لهذا.

أساليب علمية جديدة لمحاكاة متغيرات التصميم

تتيح الحاسبات إمكانية استخدام أساليب علمية وطرق رياضية جديدة لم يكن تطبيقها ممكنا من قبل مثل المحاكاة Simulation وخلق النماذج Modeling التى يمكن من خلالها محاكاة متغيرات التصميم وظروف الاستخدام وبيئته وتوليد نماذج غير مكلفة يمكن استخدامها لدراسة المشكلة. و نظم المحاكاة فى تصميم المنتجات بهذه القدرة والإمكانيات توفر وا لى حد بعيد وسيلة رخيصة للحفاظ على البيئة وتجنيبها مخلفات النماذج المادية وتوفر نفقات التخلص منها. كما تتيح برامج المحاكاة وتطبيقها على التصميم المقترح للتعرف المسبق على احتمالات أعطال المنتج بعد التنفيذ وأساليب حلها قبل الشروع فى العمليات الإنتاجية أو على الأقل التقليل منها.

القدرة علي العمل لفترات طويلة دون أعطال

يستطيع الحاسب أن بعمل أربع وعشرين ساعة فى اليوم دون ملل، وا ن كان من المهم توفير الصيانة اللازمة باستمرار وعند اللزوم. وبالتالى فإن الحاسب يمكنه توفير الجهد اليدوى والعقلى المستلزم لأداء العديد من المهام فى العملية التصميمية ليتوفر للمصمم طاقة ووقتا اكبر للإبداع والابتكار.

قدرة التخزين العالية

يتميز الحاسب بالقدرة علي خلق وتخزين ومعالجة، وتسليم وعرض كميات كبيرة من البيانات والمعلومات بكفاءة عالية فى زمن قصير جدا، وهي ميزة تخدم متطلبات العصر. كما أن له قدرته الفريدة فى الوصول والاسترجاع العشوائي للبيانات المختزنة من أى موقع فى الذاكرة أو وسائط التخزين فى زمن متساوى تقريبا تجعله يختلف عن طريقة البحث المتتابع التى يمارسها المصمم والتي تستلزم وقتا وجهدا كبيرين.

ويزداد يوما بعد يوم حجم الصور والنصوص التي يمكن أن يختزنها الحاسب سواء بداخله حين التعامل معها أو خارجه كتخزين مؤقت لحين الحاجة إليها. وتقل أيضا يوما بعد يوم الحيز الذى يحتاجه كم من البيانات لكي تخزن وتنقل من مكان إلى مكان. فأصبح من الممكن اليوم تخزين مئات الآلاف من الصور فى قرص واحد من أقراص الـ DVD التى قد يحتوى قرص واحد منها ليس فحسب على النصوص المقروءة وا نما على أفلام وصور وأصوات وموسيقى قد يتطلبها عرض التصميم بشكل تفاعلى مؤثر. وبهذا يكون للمصمم القدرة على الوصول إلى اكبر حجم من المعلومات واسترجاعها فى أي زمن شاء.

لقد كانت سعة التخزين فى الحاسبات تقدر إلى زمن قريب بالكيلو بايت ثم بالميجابايت حتى أصبحت اليوم تقاس بآلاف الملايين من الحروف (جيجابايت Gigabytes) إذا ما عرفنا المساحة الهائلة التى تحتاجها الصور بالذات عند تخزينها فى الحاسب لأدركنا على الفور أهمية هذا التطور المذهل فى سعة تخزين الحاسبات.

خامسا: تميز الحاسب فى العملية الإنتاجية

تصميم المنتجات والنظم المعقدة

الحسابات الفنية لتصميم المنتجات المعقدة يتطلب تناول كم هائل من المعلومات والاعتبارات التى قد تستلزم إعداد نظام الأرشيف الفنى للتصميمات، كما تتضمن حسابات مقاومة الخامات للضغوط الميكانيكية والتحميل والإجهادات بالإضافة إلى حسابات كميات ونوعيات الخامات وعمل الجداول الخاصة بذلك. كما أنها قد تتطلب استخدام أساليب مستحدثة ومتقنة لأجراء التفتيش والرقابة على جودة المنتجات. وتتطلب أيضا الاستفادة من تكنولوجيا الاتصال الحديثة التى فرضت استيعاب سرعة استخدام الحاسب فى التعامل مع الرسوم والحسابات الفنية المطلوبة وتبادلها سواء مع العملاء أو مع إدارات الشركة المختلفة

سهولة بناء وتعديل وتطوير وتحسين جودة المنتج:

تبدأ العمليات الإنتاجية لمنتج ما مبكرا جدا فى مراحل التصميم. فعند عملية التصميم يحدد المصمم العناصر التى سيتعامل معها والرموز الأجزاء القياسية التى سيتداولها، ثم يخزنها لتكون دائما فى متناول المصمم، يسترجعها فى أى وقت بسرعة فائقة ليستخدمها فى أى رسم جديد أو تصميم جديد، ومن ذلك فأن عمل أرشيف للرموز والأجزاء والتكوينات السابقة الاستخدام أمر ضرورى لمصمم جيد ولنظام فعال. مثل هذا الأرشيف هو شكل من أشكال قواعد البيانات المحدودة التى توفر للمصمم مرجعية مدروسة تسهل بناء وتعديل وتطوير المنتج. إن إمكانية إنشاء مكتبة من رسومات الأجزاء والحلول التصميمية الخاصة بمنتج ما فى شكل قواعد بيانات يسهم أيضا والى حد بعيد فى إيجاد معايير لتحسين جودة الإنتاج . كما ان سهولة استخدام قواعد البيانات هذه فى إعداد مطابقة المنتج للمواصفات القياسية على أكمل وجه ومن ثم الوصول إلى منتجات مثالية قد اصبح فى متناول حتى المنتجين وأقلهم استثمارا فى مجال الحاسبات.

الاستخدام الأمثل للموارد:

يتيح الحاسب إمكانية ترشيد استخدام الموارد من الخامات والمكونات والطاقات المتاحة والمطلوبة للتصميمات الهندسية والصناعية. فيمكن له من خلال قاعدة البيانات الموجودة لديه عن كافة أجزاء منتج ما، أن ينتج قوائم الخامات وقوائم مراقبة الجودة وأساليب الاختبار ومعداتها، والأكثر من ذلك استحداث برامج تراقب التداخلات بين الأجزاء وتحلل الهياكل وتحلل المساحات والحجم والأوزان لأى منتج تحت التصنيع. كما يمكن للحاسب حساب الأحمال والإجهادات التى قد تطرأ على الخامات فى أثناء التشغيل أو عند الاستخدام الفعلى للمنتج وإظهار تأثيرها على الجزء المصمم، حيث يمكن مراجعتها. وتتاح هنا فرصة جيدة للتقييم المباشر للأفكار الإنتاجية سواء من قبل المستوى الإدارى الأعلى مما يجعل من السهل تجنب مشاكل تتعلق بالتشغيل والخامات والمكونات قبل التنفيذ. كل هذه الإمكانيات تتيح منتجا اقتصاديا ليس فحسب فى خاماته وعملياته الإنتاجية بل وفى أساليب التسويق أيضا.

مقارنة بين المصمم والحاسب :

يعرض الجدول التالى مقارنة بين قدرات كل من المصمم والحاسب ويمكن من خلال هذه المقارنة الوصول إلى انه يكون من الأفضل إلى حد كبير إيجاد نوع من التفاعل بين الحاسب والإنسان فى أثناء العملية التصميمية لأن ما يملكه الحاسب من قدرات وتميز فى بعض عناصر العملية التصميمية يكمل ما يملكه الإنسان من قدرات ابتكاريه وعقلانية تمكنهما معا من إنجاز تصميم لمنتج افضل فى اغلب الحالات .

جهة المقارنة	المصمم	الحاسب
إدخال المعلومات	كم كبير من المعلومات يدخل إلى العقل على التوازى من خلال عمل وسائل الحس البشرية المعروفة معا.	تدخل إليه المعلومات بشكل تتابعى من خلال واحد من وحدات الإدخال.
سرعة الوصول للمعلومات	بطيئة لاستخدامه وغير منظمة ويصل للمعلومات فى أزمنة متباينة وفقا للظروف.	سريعة جدا ويصل إلى أى موقع تخزين مهما بعد أو قرب فى نفس الزمن تقريبا.
اختزان المعلومات	ذاكرة كبيرة جدا لكنها تتأثر بمؤثرات بيئية وحسية وزمنية	كبير جدا أيضا لكنها لا تتغير بتأثير الزمن أو بمؤثرات البيئة.
أسلوب تنظيم المعلومات	تنظم المعلومات بجهد عقلى بسيط من خلال منطق حسى يشوبه البطء.	تنظم المعلومات من خلال منطق رياضى بالغ السرعة والدقة.
إخراج وعرض المعلومات	تتابع بطىء ينتابه التشويش من آن لآخر.	تتابع سريع ومتنوع ولا يشوبه أى تشويش.
القدرة التحليلية	تحليل بديهى استنتاجى بطىء يأخذ فى الاعتبار متغيرات وظروف اتخاذ القرار.	تحليل رياضى رقمى سريع لكنه لا يأخذ فى الاعتبار ظروف وملابسات اتخاذ القرار.
القدرة الابتكارية	قدرة ابتكاريه كبيرة وواسعة ومتنوعة التطبيقات وتتفاوت من مصمم إلى آخر وفقا للخبرات التصميمية المتراكمة.	قدرته على الابتكار أو الإبداع محدودة ومرتبطة بما يتوفر من المعلومات، ولكنه يدعم قدرات المصمم البشرى.
القدرة الإستنتاجية	يستطيع من خلال خبرته وممارساته السابقة التعامل مع بيانات غامضة أو ناقصة أو مبهمة غير واضحة	وهذه قدرة مازالت تنقص الحاسب وإن كان هناك يتوقع أن تصبح متاحة له فى الأجيال القادمة من الحاسبات.
أسلوب اكتشاف الخطأ	يستخدم منطق عقلانى بديهى قد يتأثر بالمؤثرات الحسية.	يستخدم منطق رياضى منظم لا يتأثر بالمؤثرات الحسية.
توفير البدائل	يستوعب ويطرح عدد محدود من البدائل التصميمية	يطرح عدد غير محدود من البدائل التصميمية.
دقة الأداء	نسبة أخطاء كبيرة ونسبة تكرر نفس الخطأ أيضا كبيرة.	الأخطاء نادرة وترجع فى الغالب إلى تدخل العنصر البشرى.
اتخاذ القرار	ينزع إلى إصدار أحكام مزاجية اختيارية مما يجعل قراراته أحيانا انفعالية غير متسقة أو متناسقة تتأثر بأهوائه وبحالته المزاجية.	يعتمد اتخاذ القرار على كم المعلومات المتاح ويستخدم فيه منطق رياضى لا يتأثر بعوامل خارجة عن المدخلات المتعلقة بالقرار.
القدرة على العمل:	ينتابه الشعور بالملل والرتابة ويصعب عليه الاستمرار فى العمل (الإبداعى خاصة) بنفس الكفاءة و الدقة لمدة طويلة وهو ما يترتب عليه الوقوع فى الأخطاء	يمكنه الاستمرار فى العمل لمدد طويلة لا يترتب عليها اى تأثير فى دقته أو كفاءته.

مجالات التصميم بالحاسب

مجالات التصميم بالحاسب متعددة لكن أهمها التصميم الهندسى وتصميم المنتجات والتصميم الجرافيكى. وسوف يقتصر تناولنا هنا على تصميم المنتجات والتصميم الجرافيكى لكونهما محور العمل فى كليتنا ويكاد التصميم الهندسى أن يكون محدود للغاية فى آثاره لذا فإننا سنتناوله بشكل محدود لإعطاء الفرصة لاستكشاف مجالى تصميم المنتجات والتصميم الجرافيكى بشكل أكثر توسعا وعمقا.

أولا التصميم الهندسى:

لا يقتصر استخدام الحاسب فى العمل الهندسى على التصميم الهندسى للآلات والمعدات أو النظم وانما يمتد ليشمل كافة مجالات العمل الهندسى:

التصميم–التحليل – الرسم والمحاكاة – توجيه العمليات الانتاجية – التصنيع – مراقبة الجودة

ويستفيد المهندس فى كل هذه بقواعد البيانات والمعلومات المتوفرة. أما بالنسبة لتصميم المشاريع الهندسية فان اكثر ما يهم المهندسون هي محاولة البحث والدراسة عن كل الاحتمالات الممكنة التي يمكن ان تقدم الحل الأمثل لهذه المشكلة وباستخدام الحاسب اصبح هذا ممكن وبأقل التكاليف للوصول الي التصميم الامثل.

ويوفر الحاسب للمنتج الهندسى جودة إنتاجية عالية واستخدام امثل للموارد والطاقات وا ٍيجاد البدائل اللازمة فى عمليات التصميم المختلفة.

وبالإضافة إلى القدرات التخطيطية وا ٍمكانيات الرسم والتجسيم التى توفرها نظم التصميم بمعاونة الحاسبات فإنها أيضا ومن خلال قواعد بياناتها عن كافة أجزاء المنتج أن تعد خطط الإنتاج وبطاقات التشغيل والرسوم التنفيذية متضمنة كافة البيانات اللازمة من قوائم الخامات اللازمة إلى قوائم فحص واختبار ومراقبة جودة الإنتاج وكذلك البيانات الضرورية لاختبار المعدات والأدوات.

ولا تكتفى نظم التصميم الهندسى بمعاونة الحاسبات بالشكل التقليدى لمخرجات الحاسب أى بطباعة الرسم و إنما يمتد إلى استخدام البيانات مباشرة فى توجيه العمليات التنفيذية وتشغيل الآلات التى يمكن وصلها بالحاسب كما يمكن لها كذلك توجيه ما يسمى بالإنسان الآلى Robots أو ماكينات التحكم الرقمى CNC لتوفير عمليات تشغيل عالية الدقة واكثر أمنا خاصة فى الصناعات التى تكون هناك خطورة فيها على الإنسان.

ثانيا: تصميم المنتجات:

التصميم يضم مجالا واسعا من الأنشطة يبدأ من عمليات استقصاء وجمع المعلومات وتحليلها، واستنباط متطلبات واعتبارات التصميم، ثم عمليات صياغة الأفكار والاتجاهات المختلفة فى نموذج أول، إلى عمليات الإنتاج ثم المتابعة. ولتعقد هذه العمليات وكبر حجم البيانات المتزايد كان ضروريا أن يزيد الاهتمام بعمليات التصميم و التصنيع باستخدام الحاسبات، وظهر بوضوح أهمية وحاجة هذه العمليات للحاسب الذى يمكن باستخدامه التحكم أو السيطرة على جوانب عملية التصميم والإنتاج، وا ٍتاحة الفرصة للمصمم بأداء (أو بإعفائه من) كثير من الأنشطة المختلفة والمتنوعة.

إن افضل صياغة لنظم التصميم المنتجات بمعاونة الحاسبات هى فى اندراج المصمم البشرى والحاسب كفريق عمل متكامل يتبادلان العمل فى حل المشكلة التصميمية كل فيما يمكن أن يؤديه وما يخدم فيه بشكل افضل. إن تدفق المعلومات فى المراحل الابتدائية للعملية التصميمية يجعل من استخدام الحاسب مسألة ملحة إلا أن العنصر البشرى هنا يوجه العمل فى الاتجاه الصحيح بحيث يكون تدفق المعلومات فى نطاق ما هو مطلوب بالفعل وفى الاتجاه المرغوب فيه وبالكم المناسب. إن الكم الهائل للمعلومات المتاح عبر شبكات الحاسب يجعل من المهم وجود العنصر البشرى الذى يمكنه التوقف عند الحصول على المعلومات المطلوبة لا اكثر ولا اقل. كما أن تقييم هذه المعلومات من الوجهة الرياضية قد يكون مهمة الحاسب ولكن تقييمها من الوجهة الابتكارية والإبداعية يكون بلا شك مهمة المصمم. كما أن

التعرف على المشكلة التصميمية واوجه القصور فى المنتج ومتطلبات التطوير فيه ينبغى أن يتم تفاعليا بين المصمم والحاسب. فيسهم المصمم من خلال قدرته الإبتكارية فى إتاحة عدد كبير من المقترحات والأفكار التصميمية ولكن الحاسب يسهم بسرعته ودقته وقدراته الرياضية المتميزة فى تحليل هذه المقترحات وتقييمها علميا.

و توجد انظمه كثيرة للتصميم والرسم بالحاسب ومثل هذه الأنظمة قدمت العديد من التسهيلات والمساعدات لإنجاز الأعمال الهندسية والعلمية علي أروع وأدق صوره وفي أوقات قياسية وقابله للتعديل والإضافة بسهوله وفي زمن قصير إذا قورنت بطرق الرسم العادية التي لا يمكن التعديل فيها ويصعب الإضافة ولابد أن يعاد العمل فى التصميم بالكامل لإضافة أي تعديل ٠

ومعظم نظم التصميم بمعاونة الحاسبات تصمم بحيث تكون سهلة الاستخدام حتى للأفراد الذين ليس لهم دراية بأساليب برمجة الحاسبات أو نظم تشغيلها المختلفة. فلا حاجة لشخص يرغب فى أن يرسم خطا أو دائرة مثلا ان يتعلم كيف يؤدى الحاسب هذا العمل نيابة عنه ولكن يكفيه فحسب أن يتعلم كيف يصدر الأمر للحاسب لرسم هذا الخط أو تلك الدائرة كدرايته بعمل نفس الشيء باستخدام القلم الرصاص أو الفرجار. ولذلك فإن معظم نظم التصميم بمعاونة الحاسبات تصمم بحيث يمكنها تلقى الأوامر أو التعليمات الأولية ثم تقوم هى نيابة عن المصمم بأداء هذه الأعمال وتوجيهه بعد ذلك وتغيير مسار العمل كلما اقتضى الأمر ذلك من خلال أسئلة أو استفسارات توجهها إلى المستخدم، الأمر الذى يخلق تفاعلا دائما بين المصمم والحاسب يحقق الأمان والدقة فى تناول وتداول المعلومات بأقل جهد يبذله المصمم مما يتيح له عقلا صافيا لا يشتته مجهود بدنى كان المصمم يبذله عادة فى استخدام الأساليب التقليدية اليدوية أو حتى الآلية منها.

ويقوم الحاسب بحفظ التصميمات أو الرسوم التى تم عملها مرحلة بمرحلة من آن لآخر عن طريق تحويلها إلى بيانات رقمية محددة لكل عنصر من عناصر التصميم يتحدد من خلالها مثلا طول الخط ولونه ومكان وجوده من الشاشة واتصاله بالخطوط الأخرى. وهذه البيانات هى نفسها التى تستخدم فى عمليات التحليل الرياضى والهندسى المعقدة لمكونات التصميم وتيسر استخراج بيانات منه. كما تصمم بعض النظم أيضا بحيث يمكنها أن تساعد فى اكتشاف الأخطاء التصميمية وتعاون المصمم فى التغلب عليها أو التخلص منها.

لكي يحل المصمم مشكلة معينة فإنه يقوم بتوظيف حواسه فى جمع عناصر المشكلة ومعلوماتها، ثم فى تخزين هذه المعلومات فى الذاكرة، حيث يقوم العقل بتحليل المشكلة ومن ثم إيجاد الحلول المناسبة من واقع مخزون الخبرات التي اكتسبها من قبل، وينتهي الأمر باتخاذ قرارات محددة تكفل له حل مشكلته. والأمر لا يختلف عندما يستخدم المصمم الحاسبات فى إعداد تصميماته. فعلى الرغم من تقدم تكنولوجيا الحاسبات فإنها ما زالت أداة تكفل فحسب للمصمم القدرة على تعميق فعل حو اسه وليس زيادتها. فكم المعلومات التى تختزنها الحاسبات يدعم ذلك المخزون فى عقل الإنسان ويتكامل معه. أما قدرة الحاسبات الفائقة فى المعالجة فهى تدعم قدرات البشر العقلية وتتكامل معها أيضا. ولكن مازال المصمم البشرى هو أداة اتخاذ القرار النهائى فى أى مشكلة من مشكلات التصميم وا ن كان الحاسب هو أداته التى تمكنه من اتخاذ القرار الصائب وبدونها قد لا يكون القرار مصيبا إلى هذا الحد.

إن المقارنة بين قدرات عقل المصمم وقدراته البدنية وبين عمل الحاسب توضح عددا كبيرا من الفروق بعضها لصالح الإنسان والآخر لصالح البشر. فالتصميم كما نعلم يحتاج إلى قدر عال من التخيل والابتكار والإبداع والحاسب لا يمكنه أن يحلم أو يتخيل أو يتوهم أو يتصور كما لا يستطيع أن يبدع أو يخلق أو يبتكر أو أن يضفى علي الأشياء من ذاته أو أن يصبغها بفكره ومعتقداته كما يفعل المصمم البشرى.

٤- الحاسبات فى ممارسات التصميم:

كانت أدوات المصمم التقليدية فى الماضى مقصورة على لوحة الرسم وأدواته وسكاكين قطع النماذج والنماذج الكرتونية أو الجصية. بالطبع طرأت على هذه الأدوات إضافات متعددة لأدوات آلية أو أوتوماتيكية. لكن لما كان مصمم المنتجات معنى بكم هائل من المعلومات عن الخامات والعمليات الإنتاجية والرسوم الهندسية والمواصفات التقنية والمراجع الهندسية وبحل عدد كبير من المعادلات والعلاقات الرياضية بالإضافة إلى سعيه لإضفاء اللمسة البشرية بالعناية باعتبارات الهندسة البشرية. وفوق هذا كله ينبغى عليه إضفاء مسحة من الخيال الإنسانى والابتكارية لاستكمال خبراته

ومعارفه. وفى الأعوام القليلة الماضية حلت الحاسبات الشخصية محل أدوات المصمم التقليدية فى العديد من المواقف التصميمية. فالعديد من المصممين يمكنهم اليوم التعامل أما مباشرة أو بشكل غير مباشر مع الحاسبات. ولكن فى العديد من الأحوال كان الحاسب يستخدم فقط كآلة حاسبة calculator كبيرة أو كآلة رسم هندسى أو كمجرد وسيلة لتقديم تقارير ومعلومات التصميم بشكل مرضى. إن مجالات ممارسة تصميم المنتجات على وجه الخصوص تلك التى تتأثر بتطبيق الحاسب هى أو ينبغى أن تكون عملية التصميم ذاتها بما تتضمنه من اعتبارات العمليات المنطقية والرياضية قواعد بيانات التصميم و معالجة المعلومات عمليات تطوير وتعديل التصميم وتقييمه واختباره. ويضاف إلى هذا مفاهيم التصميم فى توليد الأفكار وتقديمها بالشكل المناسب.

عمليات التصميم:

أول المجالات التى تتأثر باستخدام الحاسبات هى منهجية التصميم design methodology وهى مرحلة بناء المنطق التصميمى أثناء العملية التصميمية. فى هذه المرحلة تكون هناك حاجة لتوظيف الخبرة البشرية مقرونة بالقدرة على الحكم الصائب كمكون أساسى فى العملية. إن عملية بناء التصميم لذلك ينبغى أن تتم تحت سيطرة المصمم البشرى. وهذا يعنى أن المصمم ينبغى له المرونة للعمل على أجزاء متعددة من التصميم فى أى وقت وفى أى تعاقب وان يكون قادرا على متابعة منطقه التصميمى العقلانى بدلا من المنطق الرياضى النمطى للحاسبات.

يستطيع المصممون – فى الحقيقة انه ينبغى عليهم – التعلم من التصميمات السابقة، خبراتهم وتجاربهم التصميمية ومصادر توليد الأفكار الأخرى. وهذه بالطبع خاصية بشرية وينبغى ان تترك للمصمم. على الأقل فى الوقت الحالى فإن الحاسب لا يمكنه أن يكون له أى قدرة على التعلم الفعال. لكنه يستطيع على الرغم من ذلك أن يوفر استدعاءا سريعا للتصميمات القديمة أو عناصر التصميم المختزنة كمرجعية. بطريقة ما فإن المصمم يمكن أن يمرر قدرا من خبرته العملية للحاسب وبالتالى يمكن للمصممين الآخرين الاعتماد على هذه الخبرات إما بالاطلاع عليها مباشرة أو باستخدام قدرة الحاسب على تقديم هذه المعلومات بالشكل الذى يتلاءم مع احتياجاتهم.

إن جيل الحاسبات الخامس الذى طال انتظاره بقدرته العقلية والاستيعابية الموعودة والذكاء الصناعى المتوقع له لم تصبح متاحة بعد. لكن لحسن الحظ فإن المصمم لن يعتمد على الأقل لبعض الوقت عل الحاسبات فى هذا المجال. ولذا فإن منتجاتنا سوف تظل تحمل العبق والمقومات الأساسية البشرية.

العمليات المنطقية والرياضية:

لابد أن عملية بناء التصميم تكون تحت تحكم كامل من المصمم، ولذلك يجب أن يكون للمصمم من المرونة والقدرة على العمل فى الأجزاء المختلفة من التصميم فى أى وقت وتبعا لأى ترتيب، وأيضا استخدام قدراته وخبر اته المختلفة، لان الحاسب لا يمكن أن يؤدى وظائف معنوية، ولهذا فان هذا الجانب يكون من اختصاص المصمم، مع الاستفادة من مميزات الحاسب فى عمليات استرجاع التصميمات السابقة بسهولة وسرعة، وفى هذه المرحلة تلعب خبرة المصمم ومهاراته وقدراته دورا أساسيا.

ستخدم المصمم بشكل تقليدى البيانات من المراجع العلمية والكاتلوجات والمواصفات القياسية الصادرة من جهات عديدة مثل المصانع المنتجة للأجزاء وأجهزة وهيئات التوحيد القياسى ومراكز البحث العلمى. معظم هذه البيانات بالطبع تأتى نتيجة تجارب عملية واختبارات معملية وقياسات متعددة. وعل الرغم من أن هذا هو واحد من افضل مصادر البيانات المادية إلا انه غالبا ما يكون مصدرا عالى التكلفة ويبذل فيه جهد مادى ووقت كبيرين. ما هو أهم من ذلك أن الحسابات التى يجريها المصممون تكون عرضة للخطأ البشرى حتى ولو كانت هذه العمليات بسيطة وسهلة نسبيا.

لقد وجدت بعض وحدات ومراكز التصميم انه من المجدى بل ومن الضرورى أحيانا إدخال مثل هذه البيانات والمواصفات إلى قاعدة بيانات تنظمها الحاسبات. وهنا لن يكون على المصمم مهام استنتاج بيانات ناقصة أو إجراء بعض الحسابات وترجمة الأرقام إلى رسوم أو جداول أو العكس أو حتى إجراء العمليات الرياضية المعقدة عليها لأن هذه المسائل قد تكون مبرمجة أو مختزنة على الأقل داخل الحاسب وهنا يمكن للحاسب بقليل من الدراية لدى المصمم أن يتولى عمليات الاستنتاج المنطقى أو الرياضى أو إيجاد البدائل من عناصر التصميم أو أجزائه. إن خبرة السنوات السابقة فى وحدات التصميم هذه قد أثبتت أنه عندما يستخدم الحاسب فى إجراء مثل هذه الأعمال فإن النتائج تكون غالبا أكثر دقة وأكثر

موثوقية.

وهناك أيضا بعض المواقف التصميمية التى تكون فيها الحسابات والمتغيرات اكبر من القدرة الذهنية والمهارات العقلية للمصمم وأحيانا اكبر حتى من أن يستخدم فى حسابها الآلات الحاسبة اليدوية Hand Calculator للطبيعة المعقدة لهذه البيانات أو لوجود بدائل أو متغيرات متعددة لابد من حسابها بدقة وبحرص شديدين للحصول على حلول تصميميه مثلى.

إن برامج الحاسبات خاصة تلك التى تستخدم فى التصميم غالبا ما تكون غالية الثمن. وهنا يكون على المصمم إذا ما تواجدت هذه البرامج أن يجد مبررا للتكلفة المنفقة عليها وهلى تتناسب هذه التكلفة مع ما يترتب على استخدامها من نتائج تصميميه وإذا لم تتواجد هذه البرامج فإن المصمم يكون عليه هنا أن يقرر إذا ما كان عليه أو على أحد آخر أن يبنى هذه البرامج أو على الأقل أن يجد توليفة من البرامج المتاحة يمكنها ان تؤدى الغرض. مثل هذه القرارات لا يجب أن تؤخذ ببساطة لأنها قد تتطلب تدخل من جهات إدارية اعلى لتبرير التكلفة المتوقعة فى المال والجهد والوقت.

ومن واقع خبرة عشرين عاما فى هذا المجال فإننى أستطيع القول أن بناء نظام لتصميم المنتجات باستخدام الحاسبات بما يتضمن كل الخصائص والمكونات البرمجية الأساسية اللازمة لتوليد الأفكار حتى بناء النموذج الأول واختباره أمر مكلف للغاية.

لقد أمضى علماء العالم سنوات طوال لتصميم مثل هذا النظام. ومع هذا فقد انتهوا لتوهم فقط من وضع المفاهيم الأساسية لعلاقة الإنسان بالمنتج وبناء تقنيات المحاكاة الأساسية اللازمة لتصميم واختبار وتقييم نطاق ضيق من السلع الاستهلاكية. إن بناء نظام متكامل كامل الخصائص يتطلب جهودا ودعم مادى أكبر من ذلك الذى يمكن أن توفره قدرات الصناعات المحلية فى مصر.

هناك مرحلتان فى التصميم يحتاجان إلى الحاسبات كأداة للحسابات الدقيقة:

- تقييم المعلومات المتعلقة بالخامات ومواصفات الأجزاء والمكونات والمعلومات المتعلقة بأبعاد وقدرات الجسم البشرى خلال مرحلة وضع مواصفات التصميم specification stage.
- حساب القيم والمتغيرات اللازمة لإنجاز مرحلة توليف وصياغة عناصر المنتج synthesis stages.

إن مرحلة الصياغة هذه هى التى يجد الحاسب فيها استخداما مكثفا وواسع المدى. هذه المرحلة تتضمن العمليات الهندسية لبناء التصميم حتى الانتهاء من إعداد الرسوم الهندسية والتنفيذية. يجب أولا هنا استكشاف التحليلات ونتائج التقييم باستخدام بيانات التصميم القياسية standard design data مثل جداول البيانات أو الرسوم التوضيحية أو البيانية ولا ينبغى أن ننتقل من العمل اليدوى هنا إلى الحاسب إلا لواحد من الأسباب الآتية:

- إذا ما كان من الصعب الحصول على النتائج وعرض البيانات بشكل مادى مقبول.
- لا يمكن الحصول على الدقة المطلوبة بوسيلة أخرى.
- وجود حسابات مطولة تتطلب سرعة ودقة الإنجاز

عند هذه النقطة لابد من مراجعة التصميم للحصول على الأداء الأمثل مقترنة بالحد الأدنى من التكلفة. وهذه أمور ينبغى معها تواصل الحسابات وأعمال التقييم للوصول إلى افضل تصميم. إن دقة الحاسبات سوف تسمح بنتائج تتناول تنويعات دقيقة فى عناصر التصميم .

واحد من أهم معوقات استخدام الحاسبات فى تصميم المنتجات هو عدم قدرة العديد من المصممين على وصف المشاكل للحاسب. إن إعداد بيانات وصفية لمشاكل تصميم المنتجات تتطلب وقتا وجهدا كبيرين. والعدد القليل من برامج التصميم باستخدام الحاسبات فى الأسواق الآن قد ذهب شوطا بعيدا فى التغلب على هذه المشكلة بطرق عديدة أهمها أن قيام الحاسب نفسه وصف هذه المشاكل من خلال رسوم هندسية بسيطة.

معالجة معلومات التصميم

حيث تمر المعلومات من المصمم إلى الورق ومن الورق إليه فى صورة اسكتشات وعمليات حسابية والنتيجة خروج معلومات فى شكل رسومات تنفيذية وتعليمات وتتضمن هذه المرحلة كم من المعلومات المتداولة بين المصمم والحاسب سواء كان ذلك فى شكل رسوم أو حروف أو أرقام، وأن المواصفات المبدئية تغذى إلى المصمم بحيث يمكن أن يتصل بالحاسب فيما يتعلق بمجموعة مختارة من أجزاء وعناصر التصميم فى صياغة يستطيع أن يتفهمها ويستخدمها وأول أدوار الحاسب هو اختبار صحة المعلومات لاكتشاف الأخطاء التى قد يقع فيها المصمم، ولا يتم تعديلها إلا بواسطة المصمم، وهكذا فان عمليات تخزين وحفظ المعلومات أحد مهام الحاسب تحت توجيه وتحكم من المصمم.

وناتج هذه المرحلة مجموعات من الرسوم التنفيذية والتعليمات ومعلومات الإنتاج والحصول عليها بالطرق التقليدية أمر مضيع للوقت والجهد والمال ولذلك يجب الاستفادة من الحاسب فى إيجاد وعرض أكبر قدر من هذه البيانات وبما يعفى المصمم من الأعمال الروتينية أو المتكررة. .. الخ فى كل مراحل عملية التصميم وخطواته.

المعلومات مطلب أساسى فى مراحل التصميم حتى المبكر منها جدا مثل تحديد الاحتياجات والتعرف على المشكلة. وبنفس هذا المنطق فإنه عندما يتم بلورة حل التصميم فإن المعلومات أيضا مطلوبة لتوجيه العمليات الإنتاجية. وتتضمن مرحلة حل التصميم design solution stage أيضا تدفقا متواصلا للمعلومات بين المصمم والحاسب فى شكل رسوم توضيحية ومعالجات لفظية أو رياضية.

المواصفات المبدئية لأجزاء من التصميم ينبغى أن توفر للمصمم لكى يحولها إلى الشكل الذى يمكن أن يتعامل معه الحاسب. وتكون أول مهام الحاسب هنا هو التعرف على الأخطاء البشرية وعرض مواضع الشك فى المعلومات على المصمم لاستكشافها ومراجعتها. وعندئذ تصحح الأخطاء بتخل مباشر من المصمم فالحاسبات ليس لديها القدرة بعد على أداء مثل هذه الأفعال.

إن تخزين المعلومات بترتيب عقلانى منطقى حدسى هو قدرة مميزة للعقل البشرى. ولكن هذا العقل يتمتع بطاقة تخزين محدودة ولا يمكن احتفاظ بالمعلومات فيه إلى الأبد إذ لابد لها من أن تتلاشى جزئيا كلما طال الأمد. وعلى النقيض من ذلك فإن الحاسبات ليس لها القدرة على التنظيم المنطقى الحدسى ولكنها تتميز بطاقة تخزين عالية وموثوق فيها يمكن الوصول إلى مفرداتها بسرعة عالية بالمقاييس البشرية. لذا فإنه من المنطقى أن تترك أمور تخزين المعلومات للحاسب ولكن تحت توجيه وتخطيط من المصمم البشرى.

بدءا من مرحلة التعرف على حل لمشاكل التصميم فإن الرسوم هى وسيلة انتقال المعلومات، وهى وسيلة عقيمة رغم ما قدمته للبشرية إذا ما تمت يدويا لأن استخدام الحاسب فى أدائها وتوظيفها هو الأكثر ملائمة. لكى نحرر المصمم من الأعمال المتكررة والمملة فى كل مراحل العملية التصميمية لكى يصنع قرارات تعتمد على نتائج تحليله الحدسى فإنه يكون من المطلوب أن نسمح للحاسب ان يولد اكبر كم ممكن من معلومات الإنتاج.

والحاجة إلى الاستفادة من هذه الموارد فى وجود وسائط التخزين عالية القدرة يجعل من الحاسبات أداة جيدة ومتميزة لخلق والتعامل مع قواعد البيانات. ولا يكون الحاسب فى أقصى كفاءته عندما يستعمل كمجرد مخزن بسيط لبيانات ومعلومات المصمم فعلى الرغم من المعلومات يمكن ان تختزن فيه فى حيز محدود فإنها لا تكون سهلة فى التعامل معها كسهولة التعامل مع الكتيبات ونشرات التعليمات والمراجع المطبوعة على الأقل لمن لم يعتاد التعامل مع الحاسبات بشكل كفء. لكن الميزة الرئيسية فى هذا المجال هو أن الحاسب له القدرة على البحث عن المعلومات فى هذه المراجع وكتب البيانات بشكل أكثر كفاءة وسرعة. معظم الشركات تختزن معلوماتها التفصيلية التى تتوفر لديها عن منتجاتها فى الحاسب بل ومع ازدياد قدرة الحاسبات الجرافيكية فإن المعلومات المرئية من صور ونماذج ومجسمة وغيرها تختزن الآن جنبا إلى جنب مع الكتابات والتقارير اللفظية الأمر الذى يوفر قاعدة بيانات متميزة.

إن نجاح قواعد بيانات التصميم يكمن فى أسلوبها فى اختزان وترتيب وتصنيف المعلومات وسرعتها فى استرجاع المعلومات. إن هناك العديد من أساليب اختزان المعلومات بغرض الاسترجاع السريع وأكثرها شهرة الترتيب التفرعى (الشجرى). وهذا النوع من بناء قواعد البيانات يتضمن مؤشرات وكلمات أساسية تمكن المستخدم من تتبع بياناته فى مسارات حتى الحصول على ما يريد. بهذه الطريقة يمكن استعراض والتعامل مع كميات ضخمة من البيانات . طلاب

التصميم فى كل معاهد تعليم التصميم فى العالم اليوم يدرسون كيفية استخدام قواعد البيانات لخلق بنك المعلومات الخاص بهم. واحد من طلاب الدراسات العليا عمل تحت إشرافى على بناء برنامج للحاسب الشخصى يمكنه بالتعاون مع برامج قواعد البيانات ان يتعامل مع البيانات الانثروبومترية ويستخرج القيم الإحصائية المطلوبة لكافة الأغراض الارجونومية.

معالجة الأخطاء وتعديلات التصميم:

حيث أن للحاسب فى هذه المجال قدرات على تتبع أخطاء التصميم وفقا لقواعد أو تعليمات معينة بالإضافة إلى قدرات وخبرات المصمم.

تتم تعديلات التصميم بشكل متكرر لمعالجة الأخطاء التصميمية أو للسماح بأجراء التغييرات والتبديلات أو حتى لإنتاج تصميم جديد كتطوير لتصميم قائم. وللحاسب قدرته على اكتشاف بعض أخطاء ومشاكل التصميم التى يمكن تعريفها بشكل منظم systematically definable أما الإنسان فيمارس هذه المهمة من خلال مدخل حدسى لتصيد ووضع اليد على الأخطاء. فعلى سبيل المثال يستطيع الحاسب من خلال حسابه لطول قضيب معين أو قطره مدى ملاءمته للعزم والإجهاد الذى يمكن أن تقع عليه. بينما يمكن للمصمم أن يحدد بمجرد النظر أن هذا القضيب نفسه أصغر أو اكبر مما ينبغى. وفى تصميم المنتجات حيث يتواجد عدد هائل من مثل هذه الحسابات فإن للمصمم البشرى دور لا شك فيه ولكن للحاسب أيضا دوره المتنامى الأهمية ولا يمكن اعتباره مجرد إضافات تكميلية. إن التصميمات من سكينة المطبخ إلى مكوك الفضاء ينبغى أن تمر خلال الحاسب بشكل ما لمحاولة اكتشاف أخطاء تصميميه مباشرة أو من خلال تعاون بين المصمم والحاسب.

والتصويب الآلى التلقائى للأخطاء مهمة صعبة للحاسب، لذا فإن المصمم قد ترك له دور محاولة اكتشاف الأخطاء والتعرف عليها ومن ثم تبين أى تغيرات تصميميه محتملة. أما الأخطاء المتعلقة بهندسة العوامل البشرية (Human Factors Engineering) فهى أمر لابد للمصمم البشرى من التعامل معه ومع هذا فإن عددا محدودا من نظم التصميم بواسطة الحاسب تمارس هذه المهمة بكفاءة معقولة.

تقييم التصميم واختباره:

للحاسب كفاءة عالية على أداء الحسابات التحليلية ذات الطبيعة العددية والتى قد تضيع كثير من وقت المصمم، وبالتالى يكون دور المصمم اتخاذ القرارات التى تعتمد على هذه التحليلات ونتائجها، وعلى قدراته الفعلية فى تحليل هذه النتائج.

المثالين السابقين كانا يوضحان استخدام الحاسب كجزء من عمليات التقييم الإرجونوميكى. ومع هذا فإن الحاسب يمكن أن يخدم ربما وبشكل افضل فى كل عمليات التقييم الأخرى التى تتم فى العديد من مراحل تصميم المنتج. كما يمكن أن نرى حتى الآن فإن الحاسب يكون أداة جيدة فى العمليات التحليلية للمهام ذات الطبيعة الرقمية التى يجدها الإنسان مرهقة ومستهلكة للوقت. فى هذا السياق ينبغى أن نحدد تقسيما واضحا بين وظائف الإنسان (المصمم) ووظائف الحاسب فى أى نظام للتصميم بمعاونة الحاسبات. فالحاسب له ثلاث وظائف تميز الحاسب عندما يقارن بقدرات المصمم البشرى يمكن أن تلخص فى:

- كامتداد لذاكرة المصمم
- لدعم وتقوية القدرات التحليلية والمنطقية للمصمم.
- لإعفاء المصمم من أعباء الأعمال الروتينية المتكررة.
- للحصول على الدقة العالية والسرعة المتناهية فى إجراء العمليات.

<u>أما ما يتبقى للمصمم فهى الوظائف التالية:</u>

- التحكم فى العملية التصميمية وتدفق المعلومات

- إضفاء الابتكارية والإبداعية والخبرة التصميمية لتنظيم تدفق المعلومات
- إضفاء قدرته فى التقييم الجمالى والوظيفى وتحقيقه فى المنتج.

إن تقييم التصميم هى المنطقة التى يتم فيها المزج بين الإنسان والحاسب. وبالرغم من الحاجة إلى السرعة والدقة بنفس القدر فإن القدرة البشرية على الحكم الصائب تكاد تكون مساوية لهذا الاحتياج.

الوحدة الثانية

اساسيات صور الحاسب

سواء كنت تنوى إنشاء الأعمال الفنية مع الاكتفاء بعرضها علي الشاشة، أو من اجل طباعتها، ينبغى عليك أن تتفهم عددا من المبادئ الأساسية التى تحكم إنشاء الصور وتعديلها فى الحاسب. وعلى الرغم من أننا يمكننا تصنيف كل ملفات التطبيقات الجرافيكية للحاسبات وفقا لمتغيرات عديدة منها التصنيف وفقا للاستخدام الذى يصنفها إلى ستة أنواع هى:

- ملفات الصور النقطية Raster / Bitmap
- ملفات صور المتجهات Vector
- ملفات الصور المركبة Metafile
- ملفات الصور الكسرية Fractal
- ملفات الصور والرسوم ثلاثية الأبعاد (المجسمة) 3D drawings / images
- ملفات الصور المتحركة والأفلام Animation / Video

لكن الصور فى الحاسبات تنتمى إلى نوعين رئيسيين يتحكمان فى كيفية رؤيتنا وإدراكنا لها على الوسائط المرئية المختلفة مثل الشاشة والمطبوعات وكذلك على الكيفية التى يتعامل الحاسب بها مع هذه الأنواع. وهذين النوعين هما الصورة النقطية Bitmap or Raster Image وتقوم على التعامل مع الصورة نقطة بنقطة. والصورة المتجهة Vector Image، وتقوم على تفكيك الصورة إلى مجموعة من عناصر التمثيل المتجهى (الشعاعى) vector representation . وفهم الاختلاف بين النوعين يكون مفيداً جداً عندما تتعامل مع أيا منهما وذلك لأنه يمكنك فى هذه الحالة استخدام كل منهما وتوظيفه فى مكانه الصحيح.

أولا: تقنية الصور أو الخريطة النقطية

يلجأ هواة الرسم لتقليد لوحة ما أبدعها أحد الفنانين أو حتى صورة فوتوغرافية لشخص عزيز، إلى استخدام تقنية سهلة لنقل الصور. فهم يستعملون قلم رصاص دقيق فى رسم شبكة من المربعات فوق نسخة من اللوحة الأصلية، وشبكة مماثلة في عدد المربعات على اللوحة البيضاء التى ستستخدم في رسم الصورة ثم يبدءون فى تقليد خطوط اللوحة الأصلية الواقعة ضمن كل مربع من اللوحة الأصلية في المربع المناظر لها في اللوحة المقلدة. وفى المعتاد أنه إذا وجدت صعوبة في تقليد خطوط وعناصر اللوحة الأصلية بشكل دقيق، فإنهم يتحايلون على ذلك بمضاعفة عدد المربعات في الشبكتين المتناظرتين. وكلما زاد عدد هذه المربعات، زادت سهولة الحصول على تقليد أكثر دقة.

تعتمد تقنية الصور النقطية Bitmap graphics التى تسمى أيضاً باسم Raster graphics طريقة مشابهة في تخزين ورسم والتعامل مع الصور والرسوم تقوم على تجزئة الصورة إلى عدد كبير جدا من النقاط المتراصة أفقيا ورأسيا. وتقوم تقنية الصور النقطية على تنظيم وضبط والتحكم فى وحفظ المعلومات الخاصة بموقع ولون كل نقطة مجموعة من النقاط التى تنتظم فى ترتيب أو توزيع هندسى فى شبكة مستطيلة الشكل من الصفوف المتساوية الوحدات من النقاط المربعة الصغيرة جداً تسمى البكسل pixels اختصارا لعبارة "عنصر الصورة Picture Element" وهى أصغر وحدات الرسم والتمثيل ووحدة البناء الأساسية فى جميع الصور النقطية وتمثل لونا أو درجة ظلية ويؤدى ترتيبها إلى إنشاء صورة مميزة وإذا ما كبرت جزء من صورة فى أيا من برامج معالجة الصور فستبدأ فى رؤية كتل البناء الأساسية التى تكون الصورة. وكلما زاد عدد هذه النقاط التى يسمى الواحد منها "بكسل" والتي يعبر عددها عن الكثافة النقطية resolution كلما بدت الصورة أكثر تجانسا وأقرب إلى الطبيعة.

ومصطلح البكسل فى العالم الرقمى للصورة النقطية ذو استخدامات متعددة فهو يطلق على النقاط التى تؤلف شاشة

الحاسب كما يطلق للتعبير عن عناصر (نقاط) الصورة النقطية.

ويختلف عدد "البتات" (جمع بت bit) اللازمة لوصف كل نقطة من نقاط الصورة باختلاف عدد الألوان التى تحتويها الصورة. ولن يحتاج الأمر في أبسط الحالات – أى عندما تكون الصورة بالأبيض والأسود – إلى أكثر من "بت" واحد لوصف حالة النقطة. حيث تكون قيمة هذا البت1 عندما تكون النقطة التي يمثلها بيضاء، وتكون قيمته0 عندما تكون هذه النقطة سوداء.

ويمكننا تخيل ملف "الصور النقطية " لصورة بالأبيض والأسود حيث تتصدر الملف مقدمة header تبدأ بإشارة إلى أن هذا الملف يحمل صورة من نوع الصور النقطية. وغالبا ما تبدأ ملفات الصور النقطية الخاصة ببرامج ويندوز بالحرفين BM يليها وصف لأبعاد الصورة يتضمن عدد العرض والطول – مقدران بالبكسل ثم يذكر عدد الألوان المستخدمة في الصورة ويكون الرقم هنا ٢ للدلالة على استخدام لونين فقط.

بعد هذه المقدمة تبدأ سلسلة طويلة من البتات التي تأخذ إحدى القيمتين "0" أو "1" ويصف كل منها حالة نقطة من النقاط المشكلة للصورة. ويكون عدد هذه البتات مطابقا لعدد البكسلات المشكلة للصورة، أي حاصل ضرب طول الصورة في عرضها. ولا حاجة بالتالى لذكر موقع كل بت بشكل صريح حيث يمكن استنتاجه بمعرفة أبعاد الصورة وموقع البت في السلسلة. ففى الحالة التي تكون فيها أبعاد الصورة 320X200 بكسل مثلا، سيمثل البت الذي رقم تسلسله 700 داخل الملف الصور النقطية، البكسل في الموقع الذى رقم تسلسله 60 في الصف الثالث من الصورة

تمثيل الصور النقطية الملونة:

لتمثيل الصور الملونة باستخدام تقنية الصورة النقطية نحتاج لأكثر من "بت" لوصف لون كل بكسل في الصورة الملونة ويتوقف عدد البتات اللازمة لتعيين لون البكسل (والذي يسمى عادة بعمق الألوان color depth) على عدد الألوان المتاح استخدامها في الصورة (والتي يشار إليها بقائمة الألوان أو "الباليتة" palette فباستخدام 8 بتات أو بايت byte واحد لوصف البكسل مثلا يمكن تعيين 256 لونا. ويمثل الرقم 256 العدد الأقصى من الأرقام الثنائية التي يمكن تمثيلها باستخدام ثمانية بتات. أما في الرسوميات عالية الجودة ذات العمق اللوني 24 بت فبالإمكان توليد 16.777.216 لونا، ويمكن لهذا العدد الهائل من الألوان أن يغطي التدرجات المختلفة لسائر الألوان التي يمكن أن نصادفها في الطبيعة. ولذلك يسمى هذا النمط من الرسوميات مجازا نمط الألوان الحقيقية true color

وعندما يكون عمق الألوان بمقدار 8 بتات أو بايت واحد فإن كل بايت (ثمانية بتات) من الأرقام الثنائية في ملف الصور النقطية يعين أحد الألوان الـ256 المتاح استخدامها في هذه الحالة.

ويولد كل لون من هذه الألوان بتشكيلة من ثلاثة ألوان أساسية هي الأحمر والأخضر والأزرق RGB . وبالتحكم في شدة كل من هذه الألوان الأساسية يمكن الحصول على كامل طيف الألوان المستخدمة في الصورة والبالغ عددها 256 لونا. أما عندما يكون عمق الألوان 24 بتا فسيعين اللون برقم ثنائى طوله ثلاثة بايتات 3Bytes ، بواقع بايت Byte واحد لكل لون من الألوان الأساسية.

ونظرا لميل العين البشرية للتجاوز عن تمييز اختلاف الألوان للنقاط المتجاورة وخلطها معا بصريا، فإن تشكيلة النقاط الثلاث المتلاصقة ستبدو وكأنها نقطة واحدة ، وستتألق بضوء يتحدد لونه بدرجات كل من الألوان الثلاثة الأساسية المكونة له.

وتتولى بطاقة موائم العرض video adapter في الكمبيوتر توليد إشارات التحكم بالمدافع الإلكترونية للألوان الأساسية الثلاثة داخل الشاشة. ويستهدف كل مدفع من هذه المدافع الإلكترونية النقاط الفسفورية ذات الخصائص الإشعاعية الملائمة للون الذي تولده عند اصطدام الإلكترونات المسرعة بها.

والصور النقطية هى أكثر الوسائط شيوعاً عند التعامل مع الصور الفوتوغرافية وهى النظام الأمثل والأكثر شيوعاً لإعادة إنتاج الصور الفوتوغرافية والصور الأخرى التى تتضمن الكثير من التفاصيل ذات الدرجات اللونية المستمرة المتداخلة غير المحددة.

ويستخدم فى معالجة وتحرير الصور النقطية، برنامجاً يسمى Image Processing Program مثل برامج

Picture Publisher و Painter و Adobe Photoshop و Paint Shop Pro وغيرها كثير.

ويتم تسجيل معلومات لون كل بكسل في بت Bit واحد على الأقل. والبت هو الوحدة الأساسية فى معلومات الحاسب وهى المعادل للبكسيل فى وحدات التخزين والذاكرة وعمليات التشغيل فى المعالج. وهو اصغر وحدات ذاكرة الحاسب ويمثل فى مواضع التخزين ووحدات الذاكرة بالقيمة "١" أو القيمة "صفر" واللتين يمكن استخدامهما لتمثيل اللونين الأسود والأبيض وبالتالى إذا ما جمعنا عدة بتات مختلفة ضمن شبكة واحدة عندها يمكننا الحصول على صورة نقية مؤلفة من عدة نقط سوداء وأخرى بيضاء.

وتعتمد الصور النقطية على الكثافة النقطية وهعدد النقاط فى وحدة الطول (Pixel per Inch or CM) التى تظهر مجموعة منظمة من النقاط كمنتج لها. وتؤثر الكثافة النقطية بطريقة مباشرة فى جودة الصورة سواء كانت هذه الصورة سوف تستخدم فى الطباعة على الورق أو للعرض على الشاشة فى العروض أو من خلال صفحات Web .

شكل (٥-١) الحرف e مكبرا فى ثلاث مستويات فى صورة نقطية Raster **أو** bitmap

ومن الممكن أن تحدث تشوهات للصورة النقطية عند تحريرها بتغيير حجمها أو ضغطها كما تتشوه أيضاً إذا طبعت على طابعة ذات كثافة نقطية أعلى Resolution من كثافة النقط الأصلية للصورة.

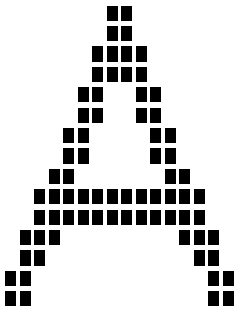
فمثلاً عندما تكون الصورة أبعادها ٥ x ٥ سم وكثافتها النقطية ٥٠ نقطة في السنتيمتر فيمكننا حساب عدد النقاط في كل صف نقط من الصورة وهو يساوى ٥ x ٥٠ = ٢٥٠ نقطة وبالتالي عدد النقط الكلى للصورة = ٢٥٠ x ٢٥٠ = ٦٢٥٠٠ نقطة. فإذا غيرنا حجم الصورة إلى ١٠ سم x ١٠ سم مع ثبات الكثافة النقطية للصورة فإن كل نقطة في الصورة ستكبر بحيث تغطي أربعة أضعاف المساحة التي كانت تغطيها وبالتالى ستبدأ نقاط الصورة في الظهور منفردة نظراً لكبر حجمها مما يؤدى لتشويه شكل الصورة الكلي أو ما يسمى بالبكسلة Pixelization.

وتسجل معظم ملفات الصور النقطية معلومات اللون على أساس أن كل بكسل منفرد بذاته لكن هناك بعض الصيغ التى تستخدم مخطط الألوان بحيث تحتوى على معلومات كل البكسلات ذات لون معين. لذلك تسمى مخططات الألوان باسم قنوات الألوان ، وتسمى الصيغة التى تستخدم مخطط الألوان باسم الصيغة المخططة.

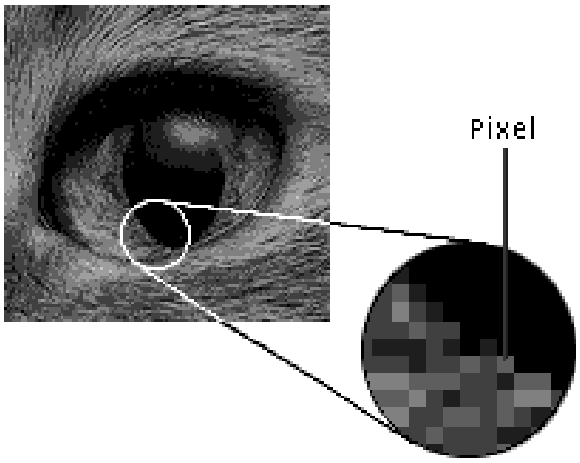
خصائص البكسلات أو عناصر الصورة:

- كلما كانت النقاط التي تؤلف الصورة أصغر حجما، كلما ازدادت التفاصيل التي يمكن لهذه النقط إبرازها ، وكلما ازدادت التفاصيل زادت كثافة الصورة. وتُعرف هذه الكثافة باصطلاح البكسل لكل سنتيمتر أو بوصة. وعلى سبيل المثال، فإن الصورة العالية الكثافة، بشكل معتدل، قد تحتوى ٣٠٠ بكسل في البوصة (٣٠٠ ppi) وبناء على المبدأ الحسابي البسيط والصارم، فإنه كلما تضاءل حجم النقطة كانت الحاجة إلى المزيد من النقاط التي تشكل الصورة في مقاس معين، وهذا هو السبب الذى يجعل الصور ذات الكثافة العالية تحتاج إلى ملفات كبيرة الحجم لتخزينها.
- البكسلات لها شكل مربع ولها وضع يتناسب مع النقاط الضوئية الأخرى في الصورة النقطية. ويعتبر حجم النقطة الضوئية مسألة نسبية تماماً لكنه ثابت دائما.
- البكسلات لها قدرة لونية يمكن حسابها متى عرف عمق اللون Color Depth

- فى برامج الصور النقطية تتأثر جودة الصورة فى كل مرة تدير فيها أو تعيد قياس صورة مختارة أو جزء من صورة . فعلى سبيل المثال فأنت تضيف نقاط عندما تكبر مساحة وتنقصهم عندما تصغر هذه المساحة فأنت فى الواقع لا تصغر أو تكبر حجم البيكسل أبدا.



شكل (٥-٢) حرف A مكبرا لإظهار البكسل



شكل (٥-٣) جزء مكبر من الصورة لإظهار البكسل

عمق اللون Color Depth

يتحدد عدد الألوان التى يحتويها ملف بناء على عدد البتات Bits المخصصة للبكسل الواحد وتحتوى هذه البتات على معلومات تسجل بيانات البكسل وكلما زاد تسجيل بيانات بكسل كلما أمكن تسجيل الظلال واللمعان التى يحتويها البكسل. وعند العمل فى برامج معالجة أو تحرير الصور فأنت تحرر نقاط البكسل بتغيير لونها، وظلالها، ونصوعها.

ويسمى عمق اللون Color Depth أيضا عمق البكسل Pixel Depth وعمق النقطة Bit Depth وهو قياس لكم المعلومات اللونية المتاحة لكل نقطة فى الصورة، وهكذا فإنه كلما كبر عمق اللون فهو يعنى كم أكبر من الألوان المتاحة ودقة أكثر لإظهار اللون فى الصور الرقمية. وكمثال فإن نقطة ذات عمق يساوى واحد (١) ليس لها سوى احتمالين كقيمة أسود أو أبيض وبذلك تكون الصورة التى تنشأ عنها أسود وأبيض فقط. ويستخدم النوع من البكسلات بتا واحدا Single Bit فقط من ذاكرة الحاسب لتمثيله والبت هو اصغر وحدات ذاكرة الحاسب ويمكن لهذا البت أن يأخذ قيمة من اثنتين هما (1)أو (0)

وكلما زاد عدد البتات التى يستخدمها الحاسب فى تمثيل اللون كلما ازداد عدد الألوان التى يمكن الحصول عليها ومن هنا جاءت تسمية عدد البتات التى تستخدم لتمثيل لون كل بكسل بعمق اللون.

يستخدم الحاسب عددا اكبر من بتات المعلومات لإنشاء ألوان إضافية ويتم تحديد عدد الألوان أو عدد التدرجات الرمادية المتاحة من نتيجة رفع الرقم ٢ (الذى يمثل عدد الحالات المتاحة للبت الواحد) إلى أس يمثل عدد البتات المتاحة. فإذا ما استخدمنا ٢ بتان لتمثيل معلومات (لون) البكسل سيكون لدينا أربع بدائل مختلفة يمكننا استخدامها سواء كانت هذه أربعة مستويات من التدرج الرمادية أو أربعة ألوان مختلفة.وا ن استخدمنا أربعة بتات من المعلومات عندها سيكون لدينا ٦ امستوى من الدرجات الرمادية أو الالوان وا ن استخدمنا ثمانية بتات نحصل على ٢٥٦ لون واستخدام ٢٤بتا يعطينا اكثر من ١٦ مليون لون لنختار واحدا منها للبكسيل الواحدة .

ويتم تحديد عدد الألوان أو عدد الدرجات الرمادية المتاحة من خلال إيجاد نتيجة رفع الرقم ٢ الذى يمثل عدد الحالات المتاحة للبت الواحد إلى أس Power يمثل عدد البتات المتاحة فإذا ما كان لدينا بتان لتمثيل معلومات (لون) البكسل عندها سيكون لدينا أربع بدائل مختلفة يمكننا استخدامها سواء كانت هذه أربعة مستويات من التدرج الرمادية من اجل البكسل الواحدة.

للحصول على أفضل نتيجة أثناء العمل ، ينصح باستخدام شاشة قادرة على عرض الصورة بعمق الألوان من ٢٤ بت إلى ٣٠ بت من البيانات وتسمح هذه الزيادة، بمعدل عشرة بتات لكل من الأحمر، والأزرق، والأخضر ، بمعدل أقل لفقدان البيانات وصور أفضل تظهر تفاصيل أكثر للألوان ، والحدود والظلال الأمر الذى يمكن الصورة من أن تمثل ظلال أكثر من اللون، مع انتقالات أدق بين الألوان وكثافة أكبر للون، مما يؤدى إلى صورة أكثر واقعية ، ولكن هذا يعنى أيضا زيادة حجم الملف النهائى.

الجدول التالى يوضح نسبة عدد البتات المعبرة عن البكسل فى الصيغ النقطية للملفات أو ما يسمى بعمق البت Bit Depth ومنها يتضح أقصى عدد من الألوان لكل حالة

عدد البتات	العدد الأقصى للألوان
١	٢
٤	١٦
٨	٢٥٦
١٦	٦٥٥٣٦
٢٤	١٦.٧٧٧.٢١٦
٣٢	١٦.٧٧٧.٢١٦+ قناة الفا Alpha Channel

الكثافة النقطية

تشير الكثافة النقطية إلى وحدة القياس المستخدمة لتحديد مقاس الصورة وطريقة عرضها على الشاشة، وكذلك لتحديد المعدات المستخدمة لتخريج تلك الصورة:

- الكثافة النقطية للصورة وذلك يشير إلى عدد البكسلات فى كل بوصة من الصورة، ويقاس بالبكسل /بوصة (ppi)
- الكثافة النقطية الشاشة وهو ما يحدد طريقة عرض الصورة على الشاشة وذلك ما يعرف نقطة /بوصة (dpi)
- الكثافة النقطية للطابعة وتحدد الجودة النهائية للصورة المطبوعة، والتى يتم قياسها بكل من نقطة /بوصة (dpi) أو الخط / بوصة (lpi)

الكثافة النقطية للصورة :

العامل الأساسى عند العمل مع الصور النقطية هو كثافتها النقطية، و يتم قياسها بعدد البكسلات فى كل بوصة (ppi). و يمكن أن تتنوع بكسلات الصورة فى الحجم ، فإذا كان لديك صورة كثافتها النقطية ١٠٠ ppi، فإن كل بكسل سيساوى ١/١٠٠ من البوصة المربعة. أما فى صورة كثافتها النقطية ٣٠٠ ppi ، فإن كل بكسل سيساوى ١/٣٠٠ من مربع البوصة – مما يعطيك تفاصيل أكثر دقة وأقل تشوها ولكن مع حجم ملف أكبر. فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا صورة ذات طول وعرض يساوى بوصة واحدة بكثافة نقطية ٧٢ ppi فإن البوصة المربعة تحتوى على ٥١٨٤ بكسلاً (٧٢ بكسل في العرض و٧٢ بكسلاً في الارتفاع) فإن حجم الملف يبلغ ٦ كيلو بايت ، في حين أن نفس الصورة بكثافة نقطية ١٤٤ تنتج ملفا حجمه ٢١ كيلو بايت.

ويعتبر حجم الملف عاملا هاما فى تحديد مساحة القرص التى تحتاجها للتخزين وأيضاً سرعة تداوله ومعالجته وطباعته. لذا فإن اختيار الكثافة النقطية المطلوبة للصورة يحتاج أن يكون عملية موائمة بين الحصول على كل البيانات المطلوبة للإنتاج بمواصفات جيدة للصورة وبين الاحتفاظ بحجم الملف أصغر ما يمكن.

الكثافة النقطية للشاشة :

هى نسبة عر ض بكسلات الشاشة إلى ارتفاعها تشير هنا إلى أبعاد بكسل الشاشة. وتحدد هذه الأبعاد اعتمادا على بطاقة الشاشة المستخدمة والبرمجيات التى تتعامل معها . ولأن أنظمة التشغيل المختلفة تتعامل مع بكسلات الشاشة بطرق مختلفة فالصور المنشأة باستخدام أنظمة الماكنتوش تبدو مشوهة شئ ما إذا ما عرضناها على أنظمة الحاسب الشخصية المتوافقة مع IBM. وقد يرجع هذا إلى أن أجهزة الماكنتوش تقوم بعرض الصورة بكثافة نقطية تبلغ ٧٢ نقطة في البوصة، بينما تقوم شاشات الحاسبات الشخصية بعرض الصورة بكثافة نقطية ٩٦ نقطة في البوصة.

الكثافة النقطية للشاشة تحدد مقاس الصورة التى يتم عرضها على تلك الشاشة. وباعتبار أن الكثافة النقطية للصورة تكون أعلى بكثير من الكثافة النقطية للشاشة التى تعرضها ، فإن الكثافة النقطية للصورة تبدو أكبر بكثير على الشاشة من مقاس الطباعة الفعلى. فمثلاً لو كانت لدينا صورة بكثافة نقطية ٧٢ بكسل فى البوصة ويجرى عرضها على شاشة حاسب شخصى { الكثافة النقطية ٩٦ بكسل فى البوصة } فإنها تبدو اصغر قليلاً من حجمها الفعلى. ولو كانت الصورة بالكثافة النقطية العالية ٣٠٠ مثلاً وتم عرضها على الشاشة نفسها فإنها تبدو بحجم اكبر بكثير من حجم طباعتها وذلك للاختلاف فى الكثافة النقطية بين الصورة والشاشة .

فى برامج تحرير الصور تترجم نقاط الصورة مباشرة إلى نقاط الشاشة أى أن الكثافة النقطية للصورة عندما تكون أكبر من الكثافة النقطية للشاشة فإن الصورة تبدو أكبر على الشاشة من الأبعاد المحددة لها فعلياً .فمثلاً عند عرض صورة مكونة من بوصة × بوصة ذات كثافة نقطية ١٤٤ نقطة فى البوصة على شاشة ذات كثافة نقطية ٧٢ نقطة فى البوصة فإنها تظهر فى مساحة ٢ بوصة × ٢ بوصة على الشاشة وذلك لأن الشاشة تستطيع فقط أن تعرض ٧٢ نقطة فى البوصة فتحتاج إلى ٢ بوصة لتعرض ١٤٤ نقطة وهو العدد المساوى لأحد حدود الصورة.

الكثافة النقطية للطابعة

إذا كانت الصورة تعد للطباعة فمن المهم أن نفهم الكثافة النقطية لتلك الطابعة (وهى عدد النقاط فى البوصة التى تنتجها طابعة الليزر أو النفث الحبرى أو طابعة فصل الألوان). التى تكون عادة مناسبة لكثافة النقطية للصورة لكن ليست هى نفس الرقم وأغلب طابعات الليزر يمكنها إخراج كثافة نقطية ٦٠٠ نقطة فى البوصة أو أكثر وتنتج جيداً الصور ذات الكثافة من ٧٢ إلى ١٥٠ نقطة فى البوصة. أما طابعات فصل الألوان ذات الجودة العالية. فيمكنها

الطباعة فى ١٢٠٠ إلى ٢٤٠٠ نقطة فى البوصة أو أعلى وتنتج بشكل جيد الصور ذات الكثافة النقطية من ٢٠٠ إلى ٣٠٠ نقطة فى البوصة.

المقارنة بين الأسلوبين :

يمكن لتقنية الصور النقطية التعامل مع أى نوع من الصور بمجرد تخزينها إلى شبكة دقيقة من النقاط التي لن تلحظ العين البشرية تمايزها. وذلك يلجأ إليها معظم مطورى البرمجيات بالنظر لبساطة البرامج اللازمة للتعامل معها.

جوانب القصور فى تقنية الصور النقطية

- ضخامة ملفات الصور النقطية حيث تحتل هذه الملفات مساحات تخزين هائلة من الذاكرة أو القرص الصلب. وخاصة عندما تكون الصورة كبيرة وملونة وذات كثافة نقطية عالية. ولهذا السبب يكتسب استخدام تقنيات فعالة لضغط الملفات أهمية حاسمة. كما تقل ضخامة حجم الملفات على الموارد الأخرى للكمبيوتر كالمعالج والناقل. وتبدو الفروق في الأداء جلية بين النظم التي تستخدم ناقلا من عيار 32 بت وتلك التي تستخدم ناقلا من عيار 16 بت أثناء معالجة ملفات الصور النقطية.
- افتقارها إلى المرونة مما يجعل معالجتها مسألة معقدة وترجع صعوبة المعالجة جزئيا إلى غياب الروابط الدلالية بين البيكسلات التي تشكل الصورة فإذا أخذنا مثلا صورة في هيئة الصور النقطية لبيت ريفي على تل، نجد أن ليس ثمة روابط داخلية بين النقاط التي تشكل البيت. فإذا أردنا القيام بأي نوع من المعالجة التي تستهدف الجزء الخاص بالبيت الريفي في اللوحة ٠ كأن نغير لونه أو أبعاده أو مكانه، فإن على البرنامج القيام بعمليات معالجة معقدة لاكتشاف حدود البيت الريفي. مع احتمال ان يرتكب بعض الأخطاء في تمييز هذه الحدود ٠ ولتغلب على هذه المشكلة تستخدم البرمجيات الحديثة تقنية البرمجة بالكائنات object oriented حيث تعرف النقاط العائدة للكائن ذاته كتله مستقلة ذات هوية ٠
- مشكلة الكثافة النقطية والتي تتحدد قيمتها عند إنشاء ملف الصورة بتقطيعها أفقيا وعموديا إلى مستطيلات صغيرة ٠ قد تبدو للعين كنقاط أو قد لا تميزها العين عندما تكون الكثافة النقطية كبيرة بما فيه الكفاية. وتبرز المشكلة عند تكبير الصورة حيث تكبر معها هذه المستطيلات إلى درجة تصبح معها مرئية مما يؤثر على المظهر المتجانس للصورة. ويمكن للبرمجيات الذكية التغلب على هذه المشكلة بإدخالها خطوطا جديدة بين بيكسلات الصورة الأصلية. ولكن ذلك يتطلب زيادة أعباء المعالجة على البرنامج. وتظهر مشكلات مماثلة عند تصغير الصور النقطية وتخزينها ثم تكبيرها ثانية حيث تتردى الكثافة النقطية وتصبح الصور مشوشة.

ثانيا: صور المتجهات Vector Graphics:

هى صور تتألف من خطوط ومنحنيات يتم تحديدها بطريقة رياضية وتعرف بالمتجهات Vectors. وهذه العناصر تتراكب معا لتكوين الشكل وتحدد مواقعها بواسطة إحداثيات. وتتميز العناصر المنشأة هنا بأنها موجودة دائما كعنصر منفصل مستقل مكتمل يمكن التحكم فيه بتحريكه، وتحجيمه، وتدويره وتكتيله، وحذفه كعنصر فردى أو كمجموعات بسهولة لان البرنامج يحتفظ بالخصائص التى تحدد العنصر على أساس رياضى حسابى.

والمتجهات تعبر عن الرسومات وفقاً لأشكالها الهندسية كمثال عند رسم دائرة قطرها بوصة فى برنامج يتعامل مع المتجهات فأنه يرسم دائرة وفقاً لحجمها وشكلها وبالتالى يمكننا ضبط حجمها أو تغيير لونها بدون أن تقل درجة جودة الرسم.

وتحصل الصور على شكلها عن طريق parametric equations أى معادلات خاصة بالوسيط أى صيغ ومعادلات رياضية للأشكال التى يمكن بناءها من الخطوط المستقيمة والمنحنيات حيث يتم تعريف كل عنصر عن طريق معادلة رياضية بحيث يتكون من خط تمهيدى وتعبئة ولابد من عرضهما فعلياً على هيئة صور نقطية مطبوعة أو ظاهرة على الشاشة. ويرجع السبب وراء ضرورة عرضها إلى أن كونها معادلات رياضية لا يعني شيئاً إلا إذا رأيت نتائجها.

شكل (٥-٤) الحرف e مكبرا فى ثلاث مستويات فى صورة متجهية Vector

وهذا النوع مفضل عند الحاجة إلى نصوص أو أشكال شديد الوضوح وذات مظهر حاد. والبرامج المعروفة مثل أدوب اللستريتور Adobe Illustrator **، فريهاند** Free Hand **، وكورل درو** Corel Draw **هى امثلة عن البرامج التى تنشئ الرسوم المتجهة وتتعامل معها. كما تستخدم الرسوم المتجهة أيضا بشكل موسع فى تطبيقات تصميم الصفحة والنشر المكتبى مثل** Quark Xpress **أو** Adobe PageMaker.

يقوم الكمبيوتر بكتابة هذه الرسوم بلغة خاصة مثل بوست سكريبت التى تستخدم فى مجال التصميم الطباعى والطباعة التجارية، ويتم ترجمتها إلى الشكل البصرى المرئى بأسلوب الكمبيوتر الخاص الذى يسمى التأويل، وعلى النقيض من ذلك فإن الرسوم النقطية تحتاج إلى ترجمة أقل لكن ملفاتها أكبر بكثير

وتمتاز الصور المتجهة Vector **عن النقطية بميزات أساسية أهمها:**

- **تتمتع بكثير من المرونة والفاعلية مقارنة بالصور النقطية. فعلى سبيل المثال يمكن تمثيل خط مستقيم بتعيين نهايته بدلا من تعيين كل نقطة فيه. كما يمكن تمثيل منحني كمجموعة من الخطوط المستقيمة القصيرة جدا المتصلة مع بعضها. ويمكن لأجزاء منها أن تمثل كأقواس دائرية تعطي بأنصاف أقطار انحنائها والنقاط المحددة لها من الطرفين. وباعتماد مثل هذه الطريقة في التمثيل يصبح التحكم بالأبعاد والمواقع والألوان والظلال أكثر سهولة وبدون أن يؤدي إلى تشوهات تقلل من جودة الصور.**
- **يمكن تغيير مقاساتها بتكبيرها أو تصغيرها مرات عديدة أو إعادة ترتيب الأشكال والخطوط بدون فقدان للمعلومات أو ظهور تشوهات وعيوب.**
- **تنتج ملفات مدمجة ومضغوطة وأصغر فى الحجم وتتطلب مساحة أقل للتخزين مما يسهل نقلها والتعامل معها بداخل الحاسب.**
- **الشكل المنشأ في برنامج الرسوم المتجهة يمكن تحريكه، أو تدويره أو نقله باعتباره عنصرا مستقلا لان البرنامج يحتفظ بالصفات تحديد العنصر على أساس رياضى. وبسبب ذلك تعمل برامج الرسوم المتجهة بطريقة أفضل بالنسبة للنصوص والأشكال التي تطلب مظهرا حادا شديد الوضوح.**
- **رغم أن التعريف الدقيق لملفات الصور المتجهة يؤكد أنها تحتوى على معلومات متجهات فقط لكن الواقع الحقيقى لصور المتجهات يسمح باحتوائها على بيانات غير متجهة مثل بيانات الصور النقطية والدرجات اللونية والظلية والنصوص.**
- **والرسومات المتجهة لا تعتمد على الكثافة النقطية حيث أنها لا تعبر عنها بعدد ثابت من النقط لهذا فهى تضبط حجمها آلياً حتى تظهر خطوطها رفيعة وحادة على أى وحدة إخراج (طابعة أو شاشة) وعلى أى كثافة نقطية وكنتيجة فأن الرسومات المتجهة هى أفضل اختيار عند كتابة حروف وخصوصاً ذات الحجم الصغير وأيضاً الرسومات التى تحتاج إلى حدة الخطوط ورفعها فى أحجام متعددة مثل الشعارات (Logo). ولكن بما أن شاشات الحاسب تتكون من شبكة من النقاط فأن كل من الرسومات المتجهة والصور النقطية لابد وأن تظهر على الشاشة كنقاط. وهكذا يكون على برامج الرسومات المتجهة أن تعمل على إخراج أشكالها على هيئة**

نقطية لإظهارها على الشاشة.

تعتمد تقنية التمثيل المتجهى على وصف عناصر الرسم فيما يشبه الوصف اللغوى وتضمن العناصر التي يمكن وصفها وفقا لهذه الطريقة أشكالا رسومية أولية مثل الخطوط والدوائر والمضلعات وغيرها.

وتبدو ملفات الرسوميات المصممة وفقا لهذه التقنية عند فتحها بمعالج للكلمات أشبه بالإنجليزية وأرقاما عشرية ورموزا كتابية أخرى. وعلى سبيل المثال تصف عبارة مثل (100,2250,5000) دائرة نصف قطرها 100ميليمتر وا ٍحداثيات مركزها X=2.25 سم و y=5 سم وهي عبارة شبيهة بتلك التي تستخدمها الهندسة التحليلية في وصف الأشكال الهندسية.

وتتضمن ملفات الرسوميات المتجهية متحولات يمكن من خلال تغيير قيمتها التحكم بالعديد من خصائص الرسوم كالتحكم بأبعادها والألوان وغيرها من الخصائص بدون الحاجة لإعادة كتابة المعادلات الرياضية التي تصف الرسوم.

وتستخدم تقنية الرسم المتجهى على نطاق واسع في الرسوميات الهندسية والبيانية. ويمكن للبرامج المؤهلة للتعامل مع الرسوميات المتجهية ، قراءة وتفسير العبارات التي تحتويها الملفات المتجهية. وبناء خارطة نقطية للصور والرسوميات التي تصفها. ومن ثم إظهارها على شاشة الكمبيوتر أو طباعتها بواسطة الطابعة.

وهكذا تخزن الرسوم الهندسية المنشأة بواسطة برامج التصميم بمساعدة الكمبيوتر CAD على شكل معادلات رياضية وبيانات رقمية ٠ ضمن نموذج ثلاثي الأبعاد وهو ما يفسر سهولة أجراء الكثير من التعديلات والمناورات باستخدام مثل هذه البرامج. فعندما نقوم بتدوير كائن رسومي أنشئ بواسطة أحد برامج CAD حول أحد محاوره، يقوم البرنامج بإعادة احتساب قيم المعادلات الرياضية التي تصف هذا الكائن بعد تعديل بعض عواملها طبقا لوضعها الجديد بعد تنفيذ عملية التدوير، ثم يقوم البرنامج بحساب المنحنيات التي تصفها المعادلات الجديدة كخارطة نقطية ورسمها على الشاشة. وعندما نريد إظهار كائن تختفي أجزاء منه خلف كائن آخر في الرسم ، فعندما يمكن للبرنامج أن يعيد رسم الشاشة بحيث يرسم الكائن المراد إظهاره في مقدمة الشاشة وعدم رسم أي كائن آخر فوقه.

ويلاحظ مستخدمى برمجيات الجداول الالكترونية مثل Exel أو Lotus مدى السهولة في تغير مخطط بياني أنشأته بمجرد تغيير إحدى القيم العددية في الجدول الممتد الذي ترتبط به أو تغيير إحدى الخيارات الخاصة بالرسم وذلك بفضل اعتماد هذه البرامج على تقنيات التمثيل المتجهى.

تستخدم تقنية التمثيل المتجهى لغات رسومية وصفية تسمى page–description languages كما يطلق عليها أحيانا تسميات أخرى مثل لائحة العرض display Lists أوmetafile .

وتعتمد مثل هذه اللغات على مفسرات interpreter متقدمة لتفسير وتنفيذ التعبيرات الخاصة بها وتلجأ هذه المفسرات إلى برامج فرعية متخصصة لتنفيذ رسم مختلف الأشكال ٠

وتعتبر لغة بوست سكريبت من أكثر اللغات الوصفية الرسومية شيوعا. وهي فضلا عن ذلك لغة قوية وغنية بالإمكانيات وصممت هذه اللغة أساسا لوصف الرسوميات الممثلة متجهيا بهدف إظهارها على الشاشة أو طباعتها بواسطة الطابعة ٠ ويمكن استخدام لغة بوست سكريبت وصف طائفة واسعة من الأشكال الممثلة متجهيا بما في ذلك الحروف الطباعيةfonts لكن استخدامها لوصف الصور الفوتوغرافية لن يعطي نتائج مرضية

جوانب القصور فى تقنية الصور المتجهة:

يعيب تقنية التمثيل المتجهى أنها قاصرة عن إمكانية تمثيل الأشكال المعقدة التي تحتويها الصور. كما يظل للعناصر التى تتكون منها الرسوم المتجهة مظهر آلى جاف ولا يمكنك تحسين الصورة أو إنشاء تلك التأثيرات اللونية الرائعة التى يمكنك الحصول عليها فى برامج معالجة الصور.

لكن المشكلة الأكثر أهمية فى العرض النقطى لبيانات المتجه وهى توليد تأثير سنون المنشار Saw tooth للمتجهات المائلة أو القطرية Diagonal التى لا تكون رأسية أو أفقية. المتجهات التى ترسم بزوايا تجعل الحساب الرمزى للمولد المتجه يقدم بعض الأنواع من الدوران أو إقحام أقرب جار فى تقدير عنوان الـ pixel للـ bits لتوليد متجهات معينة، وهو ما يسبب عرض المتجهات مسننة.

ثالثا: الملائمة للتطبيقات بين الرسوم النقطية والمتجهة

تعتبر تقنية "الصور النقطية "ملائمة تماماً للصور التي تحتوي على تنوع كبير في الألوان والظلال و الأشكال مثل الصور الفوتوغرافية واللوحات الفنية والإطارات الملتقطة من شريط فيديو أو شاشة كمبيوتر. فالتمثيل الفيزيائي المباشر لهذه الصور أسهل من وصفها بمعادلات رياضية.

أما التمثيل المتجهى فيعتبر ملائما للرسوم التي تعتمد على الخطوط مثل تلك التي تنتجها برامج التصميم والرسم الهندسى بواسطة الكمبيوتر cad والرسوم التي تحتوي أشكالا أكثر بساطة وأقل غنى بتدرجات الألوان والظلال. كما يعتبر التمثيل المتجهى ملائما للرسومات البيانية والرسوم التي تعد ببعض أنواع برامج الرسم الحر free hand

وفي بعض الحالات تستخدم التقنيتان معا في مراحل مختلفة من العمل وهو تدبير يتيح الاستفادة من مزايا كل منهما. ففي تطبيقات الخطوط fonts مثلا تستخدم تقنية لتمثيل المتجهى عند معالجة الأحرف داخل الكمبيوتر ، حيث تتوافر الكثير من المرونة لدى تغير حجم الخط أو تحويله إلى مائل أو أسود قاتم bold أما عند الانتهاء من رسم الحرف فمن السهل التعامل معه على هيئة الصور النقطية. وعلى العكس من ذلك يسهل على الراسمة plotter التعامل مع الهيئة المتجهية.

ويمكن للعديد من برامج التطبيقات التعامل مع كلتا الهيئتين، مع إعطاء الأفضلية للهيئة التي تسهل الوصول إلى غرضها. ويلجأ بعضها لتحويل الهيئة التي لا تستطيع التعامل معها مباشرة إلى الهيئة الأخرى. فمثلا يستخدم برنامج Corel Draw الهيئة المتجهية ولكن يمكنه تحويل ملفات TIFF التي تعتمد على تقنية الصور النقطية إلى تمثيل متجهى باقتفاء حدود الألوان والظلال وتسجيل معادلاتها وفقا لطريقة التمثيل المتجهى.

الوحدة الثالثة

اللون فى الحاسب

للون خصائص وتأثيرات تشكيلية مختلفة لها دور بارز فى التصميم، فمن خلال العلاقات اللونية المتنوعة واستيعاب المصمم لقدرة اللون على الحركة الديناميكية، وعلى توفير التغير الظاهرى للشكل والفراغ. كلها تتضامن مع قدرة المصمم على تبين الأهداف العملية وراء استخدام اللون وتأثيراته المختلفة لتحقيق القيم الوظيفية والجمالية فى منتجا ما أو لوحة ما أو حتى فى صياغة الفراغ الداخلى لأحد الأبنية. وتنظيم العلاقة ما بين اللون والمساحة والتكوين فى التصميم من خلال نظم ومعايير علمية، للوصول إلى نظام لونى يعتمد بشكل أساسى على قدرة الرائى على إدراك الألوان.

تنشأ أغلب المدركات الحسية فى البشر من اتصال النهايات العصبية فعلياً بشكل مباشر بالمؤثرات التى أحدثتها ومن ثم كان إدراكنا الحسى قاصراً على الإلمام بالبيئة الخارجية أو الداخلية المتصلتان بنا مباشرة، إلا فى الإبصار فإنه يتيح لنا أن نستقبل انطباعات بعيده كل البعد عن تلك الحدود الضيقة كما أنه يمكننا من أن ندرك موضع ذواتنا بالنسبة إلى المكان وموقعها بالنسبة إلى الأشياء الأخرى.

أولا: طبيعة وقياسات الضوء

الضوء هو "طاقه إشعاعية تقيم بصرياً ". ويتكون الطيف الكهرومغنطيسى من موجات طاقه إشعاعية يتراوح طولها بين واحد على مليار مليون إلى نحو ١٠٠مليون متر. هذا المدى الهائل يتضمن الأشعة الكونية، أشعه جاما، أشعه اكس والأشعة فوق البنفسجية، الطيف المرئى، والأشعة تحت الحمراء، وموجات الرادار، وموجات FM وموجات التلفزيون والراديو وموجات نقل القوى .

ويتراوح مدى المجال المرئى فى هذه الموجات بين ٣٨٠ إلى ٧٦٠ نانومتر. والنانومتر هو ما كان يعرف من قبل باسم ميليميكرون وهو وحده قياس أطوال الموجات التى يبلغ طوله$١٠^{-٩}$ (واحد على مليار من المتر). وحيث أن الضوء هو الطاقة الإشعاعية المرئية لذلك فإنها أساساً تكون نفسيه–فيزيائية Psychophysical، أى أن إدراكها يتضمن عاملى القدرة البشرية وطبيعة الضوء. والتغير فى الطول الموجى فى نطاق الطيف المرئى تعطى المجال لرؤية الألوان ويبلغ الطول الموجى للون البنفسجى نحو ٤٠٠٠ نانومتر ويتدرج إلى الأزرق٤٥٠ نانومتر فالأخضر٥٠٠ نانومتر فالأصفر ٦٠٠ نانومتر فالأحمر٧٠٠ نانومتر .

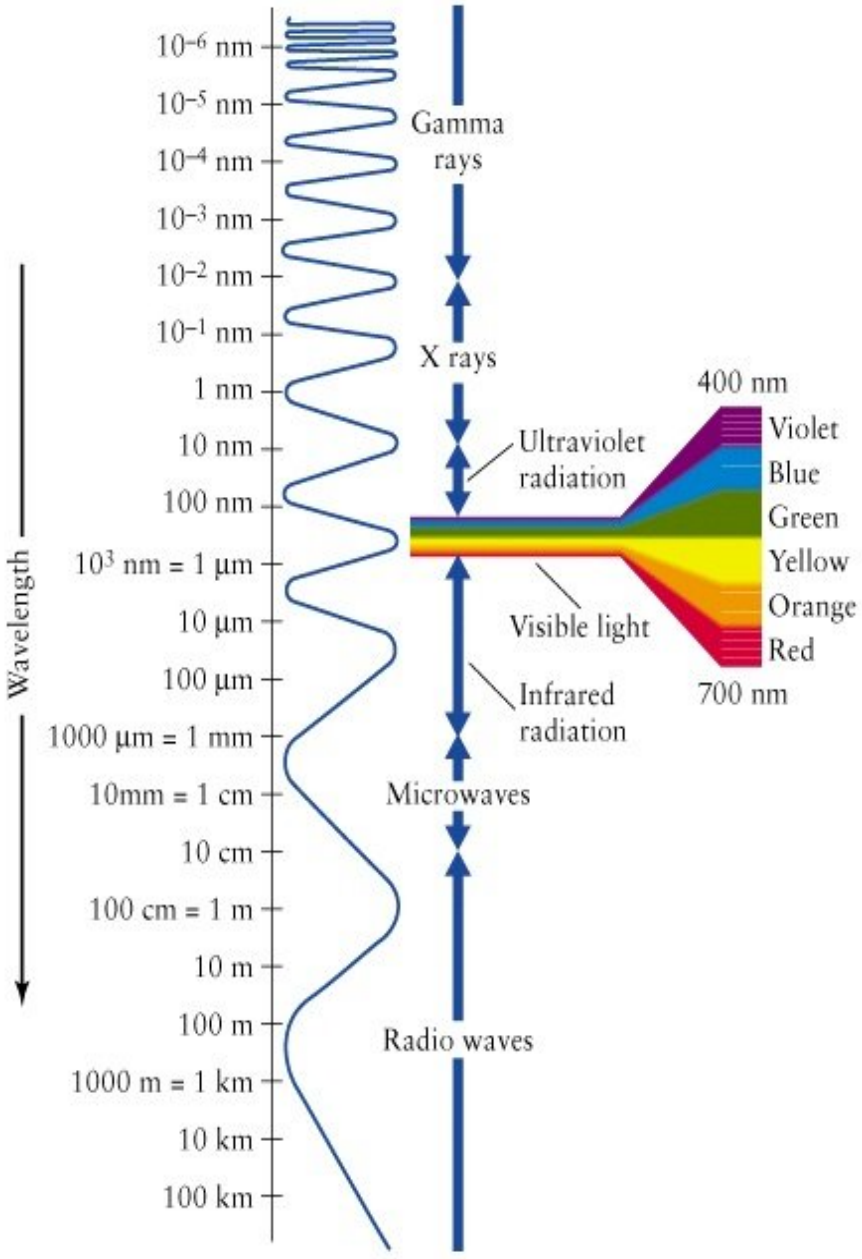
الضوء المنعكس Reflected Light

تسمى عمليه انعكاس الضوء من سطح ما بالطرح Subtraction حيث أن كل سطح يمتص تكوين معين من الأطوال الموجبة ويكون الضوء المنعكس من سطح لونى هو تأثير للتفاعل بين الصفات الطيفية للمصدر الضوئى الأصلى وصفات الامتصاص الطبيعية لهذا السطح. فإذا وضع جسم ملون تحت ضوء أبيض (ضوء يحتوى على كل الأطوال الموجيه بنسب متساوية) فسوف نرى هذا الجسم بلونه الطبيعى أما إذا رؤى الجسم تحت ضوء به تركيز من طاقه قطاع معين من الطيف الضوئى فإن الضوء المنعكس يمكن أن يعكس لونا ناتج عن تفاعل بين اللونين، لون الضوء ولون السطح فنرى الجسم الأزرق بلون أخضر إذا ما تعرض لضوء أصفر .

ثانيا: رؤية الألوان والتشريح الوظيفى للعين

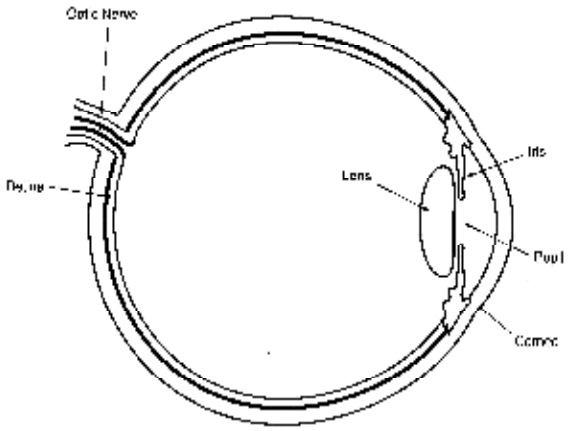
تشبه العين إلى حد كبير اله التصوير (الكاميرا) فى العديد من الجوانب فيحتوى كلاهما على عدسة Lens وغالق يسمى فى العين القزحية ومساحة يقع عليها صورة المرئيات تسمى الشبكية Retina . ولكن كلاهما يختلف أيضا فى العديد من الجوانب:

- **عدسة العين لا تتحرك للأمام والخلف لتحقيق الضبط البؤرى بل يتم هذا بتغير شكل العدسة ودرجه تحدبها لمرونتها العالية.**



شكل ٦-١ الطيف الكهرومغناطيسى

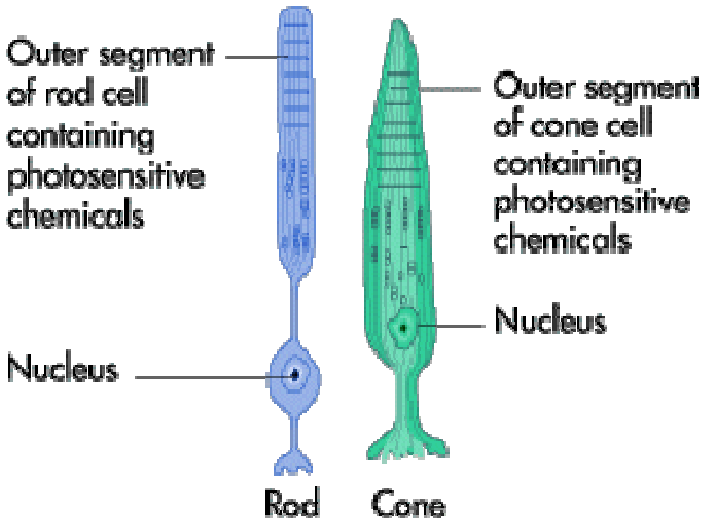
- **المساحة الحساسة للضوء فى عين الإنسان مقعرة منحنية تختلف درجه حساسيتها وفقا لموقعها سواء كان فى المركز أو الأطراف بينما تكون المساحة الحساسة فى آلات التصوير فى شكل أقلام مسطحة لها نفس درجه الحساسية فى كل بقعه من مساحة الفيلم . وهذه فى الواقع ميزه تكفل للعين تغطيه زاوية رؤية أكبر بكثير من تلك التى تحصل عليها باستخدام أفضل عدسات آلات التصوير وا ن كان لهذا عيب واضح هو وضوح الصورة تماماً عند مركز شبكيه العين فقط.**
- **العين يمكنها التكيف مع مدى واسع من درجات النصوع والاستضاءة وهو ما يحاول صناع آلات التصوير تقليده بإضافة غالق العدسة (Shutter) الذى يمكن فتحه وغلقه وفقاً لكميه التوهج الضوئى فى المجال المرئى.**



شكل ٦-٢ تركيب العين

وبمقدمه العين جزء شفاف أكبر تحدباً من باقى العين يسمى بالقرنية Cornea وهو يمثل عدسة ذات بعد بؤرى ثابت. وتقع القزحية Iris وهى الجزء الذى ينظم دخول الضوء بكميات مناسبة خلف القرنية مباشرة ويتحقق تنظيم دخول الضوء هذا بواسطة عضلات العين الستة التى يمكنها أن تتغلب على أن الملامح تتحدد بدقه فى جزء صغير فقط من الشبكية بقدرتها العالية فى الحركة والمسح فى اتجاهات مختلفة. وبالإضافة إلى هذه العضلات توجد مجموعه أخرى تقع داخل العين وهى جميعا عضلات لا إرادية صغيرة تعمل ذاتياً للمحافظة على مقله العين ويعمل بعضها على وقاية الشبكية.

وتقوم الرؤية اللونية على أن العين تحتوى في شبكيتها على من ٦ أو ٧ ملايين من الخلايا المخروطية القادرة على رؤية اللون والتى تتركز في معظمها ضمن منطقة مركزية تتوسط الشبكية. وتبلغ درجة الحساسية لكل من الألوان الثلاثة أوجها عند نقاط مختلفة من الطيف المرئى. وهكذا يكون أحدها أكثر حساسية للضوء الأزرق، وثانيها للون الأخضر، وثالثها للون الأصفر، بالإضافة إلى درجة حساسيتها الكبيرة للون الأحمر. وعندما ينطبع الضوء المنبعث من شئ ملون على تلك الخلايا، تقوم هذه الأخيرة بتوليد نبضات كهربية صغيرة تتحدد قيمها وفقاً للون الشيء. وتجرى معالجة تلك الإشارات الكهربائية لاستثارة الإحساس باللون في المخ. ولا يمكن للعين أن تقسم المثيرات اللونية إلى الأضواء المكونة لها، فهي لا ترى سوى نتائج مزيج الألوان، فيبدو لنا ضوء الشمس مثلا أبيض اللون.



اللون فى الإدراك البصرى :

للإدراك الإنسانى للألوان ثلاث مكونات أساسية :-

١. <u>الضوء:</u> فبدونه لا ترى عين الإنسان. كما أن القيم اللونية التى نراها تحوى بداخلها قدراً من خواص الضوء الذي يضئ المكان الذى نرى فيه. وعلى ذلك فإن الأشياء الملونة لا يكون لها نفس المظهر لو تمت رؤيتها تحت مصادر ضوئية مختلفة كل على حده.

٢. قدرة الجسم المرئى على امتصاص الضوء: أن الشيء الذي نراه يقوم بتحويل الضوء عن طريق الامتصاص والانعكاس (أو النفاذية) لأجزاء من الطيف.

٣. حساسية عين الرائى: أن الضوء المعدل بواسطة الشيء الذى تراه يتم استقباله وتفسيره بواسطة عين الرائى، وهو الشخص الذى يقوم بملاحظة وتقييم اللون. ومن ناحية أخرى فإن عين الإنسان تتنوع حساسيتها للطيف من شخص لأخر كما أن الإنسان يمر بعملية تكيف لونى Color Adaptation قد تستغرق لحظات، وذلك حينما يتغير الضوء الذى يضئ المكان الموجود به الإنسان

ثالثا: النظم اللونية

لقد كانت هناك العديد من المحاولات لترتيب وتنظيم اللون. وارتبطت هذه المحاولات دائما بتقدم العلوم الطبيعية والتقنية، بهدف أن تصبح هذه النظم أداة مفيدة للتصميمات اللونية، فدراسة اللون وبناء قواعد لونية محددة يمكن أن يكون عاملاً مساعداً للوصول إلى نتائج تصميميه لا تعتمد على البداهة والحس الخالص فحسب، وا نما تكون إلى جانب ذلك إنجازاً عقلياً ومنطقياً . لقد قامت هذه النظم على اعتبارات قياسية وحسية منذ بدايتها فى تراث ممتد من قدماء المصريين، حتى وصلت إلى نظم ألوان الحاسب المعاصرة التى تقوم على علاقات رياضية منطقية تصنعها أجهزة الكترونية بالغة التعقيد. فأنظمة اللون اليوم هى محصلة لعمل عقلى ولكنها تقوم فى الوقت نفسه على مفاهيم ومبادئ العلمية وعلى فهم كامل لقدرة البشر على الإدراك الحسى للون.

تطور النظام اللونى :

بدأ العلماء فى ترتيب الألوان ترتيباً نظرياً أو فلسفيا باستخدام رسوم تخطيطية متنوعة لتحديد ملامح الألوان وتباين علاقاتها. وبدأت محاولات ترتيب الألوان بأسلوب علمى بنظام أرسطو الذى يرتب التدريجات اللونية خطيا ثم تلاه نظام ديلابورت، نيوتن، لامبرت وهو الترتيب المعتمد على الأشكال الهندسية ثم ظهر التنظيم اللونى على هيئة خطوط بيانية الذى قدمه شيفر ميلر. لكن أهم التنظيمات التى أستقر علماء العالم والمصممين على استخدامها لزمن طويل كانت:

- النظام الكرو ى ثلاثى الأبعاد لتنظيم الدرجات اللونية الذى توصل إليه فيليب أوتو رنج .
- نظام استوالد اللونى الذى استخدم البعد الثالث، والذى وفر لنا أول دليل للألوان القياسية .
- نظام مانسل لوصف وقياس اللون طبقاً لخصائص الألوان وأبعادها الثلاثة. وهذا النظام يتكون من مدرج لونى مجسم. وهو مسجل ضمن الأنظمة اللونية القياسية لمعهد القياس القومى الأمريكى ANSI، كما استخدمه أيضا المعهد القياسى البريطانى BSI فى توصيفه للألوان ..
- نظام CIE الذى وضعته اللجنة الدولية للإضاءة Commission Internationale de l'Eclairage، وهو الأداة الأساسية اليوم للمهتمين بوضع معايير علمية للألوان والإضاءة. .
- نظام OSA الذى وضعته الجمعية البصرية الأمريكية Optical Society of America والذى قدم صياغة علمية للألوان ودرجات نصوعها وا عتامها، وقدم مجموعة كبيرة من عينات ألوان تتضمن ألوان ذات طبقات لونية لامعة ومصقولة، تستخدم على نطاق واسع فى مجالات الفن والصناعة. .
- نظام ACC Acoat Color Codification الهولندى، وهو نظام مشابه إلى حد كبير للنظام السابق.
- النظام العالمى اليابانى CIJ والاسم اختصار لعبارة Color Image of Japan وهو نتاج لجهد مضنى لسنوات طويلة من الدراسات النفسية والفيزيائية للألوان لعمل مقاييس بصرية . لونية تصلح للاستخدام فى العديد من مجالات استخدام اللون العلمية والفنية.
- نظام الألوان الطبيعية السويدى NCS The Natural Color System وهو واحد من أهم النظم التى تصنف الألوان على أساس من قدرات البشر على الإدراك البصرى والحسى معا.
- النظام الثلاثى Triplet Color System وظهر فى بريطانيا، وهو يمكنه استيعاب جميع أنظمة CIE، NCS وCIJ معا، ويضع مقاييس بصرية للون تعتمد على كل من الضوء والشكل وقدرة المشاهد على تبينهما، وبنيت فيه

قياسات الألوان على أساس نفسى–فيزيائى Psycho-Physical، ويعتمد هذا النظام على ثلاث عناصر أساسية:

- الضوء Light وطبيعته (إضاءة متوهجة أو خافتة) ومصدره (إضاءة طبيعية أو صناعية) .
- الجسم Object والحيز الذى يشغله فى الفراغ (نقطة، خط، مساحة، مسطح أو كتلة مجسمة)، وعلاقة ذلك بالخامات والملامس المختلفة
- المشاهد Observer وقدرته على رؤية وا ٍدراك اللون .

نظرية اسحق نيوتن :

كان اسحق نيوتن أول من حاول استكشاف طبيعة اللون باستخدام منهج علمى ونشر نظريته عن اللون عام ١٦٧٢ م فى كتابه "نظرية اللون" التى أثبتها بإمرار شعاع رفيع من ضوء الشمس من خلال ثقب صغير. ثم اعتراض هذا الشعاع بمنشور مثلث الشكل واستطاع أن يحلل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف الشمسي. ويرى نيوتن أن الضوء المرئي يتكون من موجات كهرومغناطيسية، فإذا تغير تردد هذه الموجات فإن إحساس العين يتراوح مع ازدياد التـردد من الأحمر عند أقل تردد مرئي، إلى البرتقالي فالأصفر فالأخضر فالبنفسجي عند أعلى تردد مرئي.

ولابد هنا من توضيح نظرية فيزيائية ثابتة وهى "أن لكل موجة ضوئية تردد يتناسب عكسياً مع طولها" فكلما زاد التردد كلما قصرت الموجة، إذ أن هناك علاقة ثابتة بين سرعة سريان الموجـات الضوئية، وطول الموجة الضوئية، وترددها. وهكذا فإن اللون الأحمر هو أطول الموجات الضوئية وأقلها تردداً في نفس الوقت، في حين أن اللون البنفسجي هو أقصر الموجات الضوئية وأعلاها تردداً أيضاً .

وهناك من الظواهر الكونية ما يؤكد هذه الحقيقة العلمية، فعند شروق الشمس تصطبغ السماء باللون الأحمر(أطول الموجات الضوئية) وذلك عندما تكون الشمس عند أبعد نقطة من الأرض وبذلك تتشتت باقي الموجات الضوئية وتضيع في سمك الغلاف الجوى ولا يصل إلا اللون الأحمر، في حين تبدو السماء زرقاء تماماً عند الظهيرة وذلك عند تعامد الشمس على سطح الأرض حيث تكون طبقة الغلاف الجوى أقل سمكاً وبالتالي يزيد تردد اللون الأزرق وهو من الموجات القصيرة فيصل إلى العين قبل الموجات اللونية الأخرى. أى أن طول الموجة اللونية وترددها يتناسب مع شدة الإضاءة وضعها بالتبادل.

وطبقاً لنظرية نيوتن فان الأبيض هو حصيلة الألوان مجتمعة، وهو ينكسر عندما يمر من خلال منشور زجاجي متحولاً إلى اللون البنفسجى المحمر والأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والبنفسجي . ويلاحظ أن أشعة الضوء التي تحدث تأثيرات لونية مختلفة لها موجات مختلفة السعة ، فان ألوان الطيف لها قابلية الاتحاد والتحول إلى الأبيض وأيضاً من الممكن اتحاد شعاعين لونيين منفصلين لإحداث الضوء الأبيض مثل الأحمر والأخضر المزرق.

نظريـة البرت منسل :

وتعتمد نظرية البرت منسل Albert Munsell لتحديد مواصفات الألوان التي وضعها عام ١٩٠٥، وقد افترض منسل أن لون أي صبغة يمكن وصفه أو تحديده عن طريق ثلاث خصائص رئيسية للون هى كنه اللون وقيمته وتشبعه:

الكنه HUE: أو أصل اللون وهو تعبير يدل على هذه الخاصية التي تترتب على اختلاف أطوال الموجات الضوئية فتجعلنا نسمى أجزاء الطيف اللونى أسماء كالأحمر أو الأخضر الخ .

القيمة Value: وتعتمد أساساً على كم الطاقة الضوئية الساقطة علي اللون، وبالتالي الكم الذى يعكسه من أشعة ضوئية، وبتعبير آخر فإن قيمة اللون تكمن في قدر نصوعه الحقيقي والظاهري. والنصوع الحقيقي أو ما يطلق عليه "النصوع الموضوعي للألوان". هو النصوع الذي يقاس بوسائل القياس الفيزيائية أما النصوع الظاهرى فهو النصوع الذي تقدره العين البشرية ولا يمكن الاعتماد عليه كأساس للحكم الموضوعي، إذ تختلف حساسية العين فى إدراك اللون من شخص لآخر.

التشبع Chroma: وهي الصفة التي تدل على نقاء اللون أو درجة تشبعه. ويرتبط تشبع اللون بمدى نقائه أو اختلاطه بالألوان المحايدة – الأبيض، الأسود، أو الرمادى – ففى حالة اختلاطه بالأبيض يجعل اللون فاتحاً، ومع الأسود يصبح غامقاً، ومزجه مع الرمادى يجعله محايداً وشدة اللون تعني أن اللون مشبعاً .

ويطلق أسم القيمة Value أيضا على المكون الثالث التشبع Chroma ولكن بما يحمل نفس المعنى الذى تعنيه كلمة التشبع من حيث أنه وصف كمى لدرجة تشبع اللون أو نقاؤه ويسمى النموذج عندئذ بنموذج (HSV)

إن الصفات الفيزيائية للضوء المنعكس من الأجسام و الذى يتسبب عن إحساسنا بالألوان تعتمد على الطول الموجى المسيطر Dominant Wavelength فى الطاقة الضوئية الصادرة. أما نقاء اللون فيعتمد على السيادة الكاملة لطول موجى معين كنقيض لخلائط الأطوال الموجيه المختلفة . إن خواص اللون التى تعكسها هذه الصفات هى:

١ – الكنه اللونى Hue لهذا اللون ونعنى بهذا ما إذا كان اللون أصفر أو أحمر أو أخضر . . . . الخ

٢ – التشبع Saturation وهو مدى بعد اللون عن الرمادى الذى من نفس الاستضاءة

٣ – الاستضاءة Lightness وهذه تستخدم لوصف الدرجة التى تعكس بها الأجسام جزء أصغر أو اكبر من الضوء الساقط .

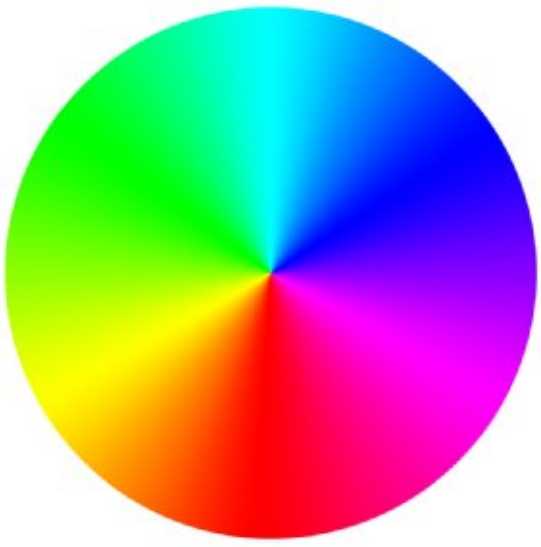
دائرة الألوان أو النموذج RYB

دائرة الألوان أو النموذج اللونى RYB هى واحدة من أهم الوسائل التي تساعدنا على التعرف على والتعامل مع الألوان وتصنيفها وهي تتكون من أثنى عشر قطاعا وتتجه مع عقارب الساعة وتنقسم إلى ثلاث مستويات:

- ألوان أساسية: وهى الأحمرRed، الأصفرYellow، الأزرقBlue.
- ألوان ثانوية: وهى البرتقالي (وهو مكون من الأحمر والأصفر) و الأخضر (وهو مكون من الأصفر والأزرق) والبنفسجي (وهو مكون من الأحمر والأزرق) وتقع في الوسط تماماً بين الألوان الأساسية
- ألوان المستوى الثالث: وهي الألوان التى فى القطاعات التي تقع بين لون أساسي ولون ثانوى مثل البرتقالي المحمر (الذى يتكون من الأحمر+البرتقالي) والأصفر المحمر (الذى يتكون من الأصفر+البرتقالي).

التضاد والتكامل فى دائرة الالوان:

التضاد contrast هو اللون الذي يبعد بثلاثة ألوان عن اللون الأول في دائرة الألوان. أما الألوان المتكاملة فهى الألوان المتقابلة والمواجهة لبعضها البعض في دائرة الألوان، وفى نموذج (RYB)، الألوان الأساسية المتكاملة هي { الأحمر والأخضر} ، {الأصفر والبنفسجي } و{ الأزرق والبرتقالي}. ويمكن استخدام الألوان المتكاملة من أي مكان في دائرة الألوان مثل البرتقالي المحمر مكمل للأزرق المخضر. وجدير بالذكر أن هناك عدة مفاهيم لونية تخص الألوان:



شكل ٦–٣ دائرة الألوان

- في كل ظل يظهر دائماً اللون المكمل للون السائد.
- إن مزج اللونين المكملين الضوئيين يعطي اللون الأسود.

- نحصل على التباين الأقصى الخاص باللون بواسطة لونين مكملين

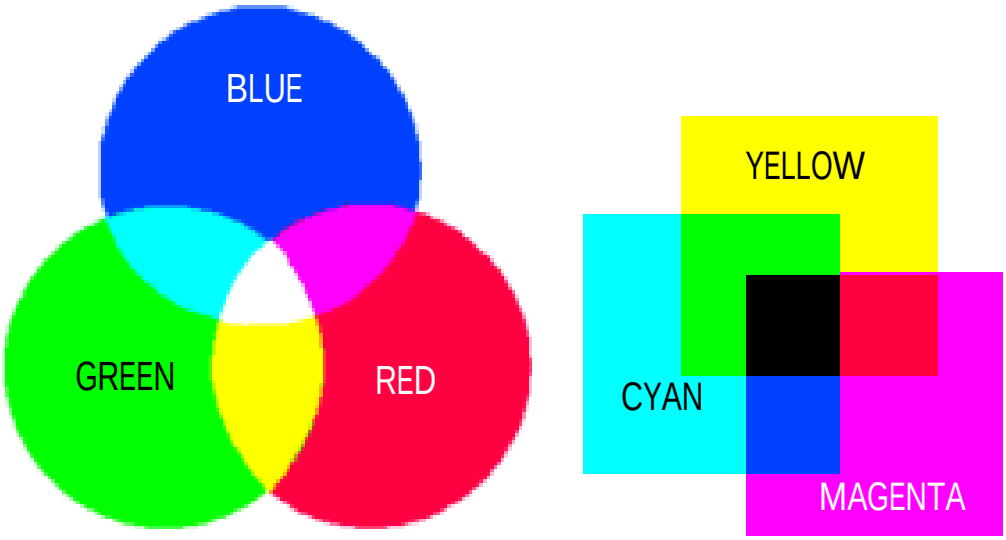
رابعا: اللون فى الحاسبات

أجريت تجارب علمية عديدة على مشاهدة الألوان فى الحاسبات ومدى تأثير ظروف المشاهدة ومستوى إضاءتها على دقة رؤية الألوانودرجاتها فى ظروف مختلفة من مصادر الإضاءة المباشرة وا ضاءة الخلفية. وكان الهدف الأساسى من كل هذه الأبحاث والتجارب هو إيجاد وسيلة للمقارنة ولمضاهاة ألوان لكل من الأصول والصور وهى على شاشات الحاسبات الآلية بعد إدخالها بأجهزة المسح، وأخيراً الإنتاج الملون النهائى سواء الخارج من أنظمة النشر المكتبى الإلكتروني المختلفة أو المطبوع النهائى.

ويتم وصف اللون فى الحاسبات بطرق مختلفة وفقا للجهاز المستخدم فطريقة وصف اللون على شاشة الحاسب مختلفة عنها في الطابعات أو عنها بداخل ذاكر الحاسب. فعلى شاشة الحاسب يتم تكوين اللون جمعيا، أما في الطباعة فيكون تكوين الألوان طرحيا . و يجب التعرف على الفرق بين هذين النظامين اللونين، جمع وطرح الألوان. لأن التحدى هنا يكون فى تحويل ما تراه على الشاشة أى ما نسميه بالنموذج الجمعى إلى ما تريد أن تراه على الصفحة المطبوعة أو ما يطلق عليه النموذج الطرحى. ومعظم برامج معالجة وتحرير الصور تعطيك الأدوات و الطرق الفنية للتحويل بين نماذج اللون الأساسية هذه. ولكن ينبغى أن نشير هنا إلى مسألة مهمة وهى أن النظامين يشيران إلى شىء واحد ولكنهما يختلفان فى طريقة تمثيله.

اللون الجمعي :

يعرف طلاب الفنون أن اللون الأحمر والأصفر والأزرق هى الألوان الأساسية وهو ما يطلق عليه نموذج الـ (RYB)، التى نحصل على لون بنى غامق عند خلطها معا بنسب متساوية، ولكن هذه الألوان هى فى الأصل صبغات، تختلف تماماً عن الألوان الأساسية التي تكون ألوان الطيف المعروفة. فند وصف الضوء، تكون الألوان الأساسية هي الأحمرRed والأخضر Green والأزرقBlue وهو ما يطلق عليه اليوم نموذج الـ (RGB)، كما اكتشفها أسحق نيوتن. وتتابع هذه الألوان في نظام يشتمل على الأحمر، ثم البرتقالي ثم الأصفر ثم الأخضر الأزرق ثم النيلي ثم البنفسجي لتكوين قوس قزح.ويحتل كل لون يراه الإنسان مكاناً مختلفاً بين ألوان الطيف وله طول موجه وتردد مميز. وعندما ترى عينيك كل ألوان الضوء معا بكثافة متساوية فانك ترى ضوءا ابيض وبنفس المفهوم عندما لا يصل شبكية العين ضوء فإننا نتوهم أننا نرى لونا أسود. إن الألوان الأحمر– الأخضر– والأزرق RGBيمكن جمعها لعمل اللون الأبيض وأى ألوان أخرى تستطيع رؤيتها وهذا هو السبب فى أنها تسمى ألوانا جمعية Additive colors.



شكل ٦-٤ الألوان الجمعية والألوان الطرحية

ونظراً لتغيير مكونات اللون فى كل نظام فإنه عند تغيير أى صورة من النظام الجمعى إلى النظام الطرحى نشهد تغيراً

طفيفاً فى الألوان خاصة تلك الألوان التى يدخل فى خلطها اللون الأزرق أو السيان. ولعل هذا يفسر أم ما نراه على الشاشة يختلف عما نحصل عليه مطبوعا ولو بقدر ضئيل.

الألوان الطرحية :

الألوان الطرحية تشكل أساسا للتلوين على الورقة. وفى هذا النظام تنظم الصبغات الزرقاء الحمراء الصفراء والسوداء (CMYK) بنسب مختلفة لإنشاء ألوان الطيف. كلما ازدادت قوة التلوين على ورقة بيضاء بالألوان الأحمر والأصفر والأزرق ، كلما أصبح اللون أغمق بسبب أن اشتراك هذه الألوان الأساسية يمتص الضوء المنعكس وينشئ تأثير الأسود ، وتسمى تلك الألوان ألوانا طرحية، كل لون فيها يوضع على ورقة يطرح من كمية الضوء المنعكس الينا من سطح الورقة حتى تصبح سوداء في نظرنا . ويرجع ذلك إلى إن أصل أو أساس الصبغات الثلاثة للون هي الأزرق الداكن (سيان) Cyan واللون الأصفر Yellow واللون الأحمر المزرق (الماجنتا) Magenta هي الألوان المكملة للضوء الأبيض والذى تعد ألوانه الأساسية الأحمر، الأخضر والأزرق . ويتم تكوين كل الصبغات المطلوبة من هذه الألوان الثلاثة. واستخدام هذه الألوان معا يؤدى إلى خلق نموذج اللون (CMY) . الذى يمكن الحصول على اللون الأحمر فيه بخلط اللون الأحمر المزرق واللون الأصفر. أما اللون الأزرق فيعتبر خليطاً من اللون الأزرق الداكن Cyan واللون الأحمر المزرق Magenta.

نماذج وصف اللون فى الحاسب

لنموذج اللونى Color Model هو أسلوب فى برامج وتطبيقات معالجة الصور والرسوم لعرض وقياس وتعريف نقاط اللون على وسائط التعامل معها أثناء العمل على الحاسب ومنها الشاشة والماسح الضوئى والصفحة المطبوعة وغيرها. ويعرف النموذج أيضا بأنه الطريقة التى يتبعها الحاسب فى خلط الألوان الأساسية لتكوين جميع الدرجات اللونية فى الصورة فمثلاً إذا كانت هناك نقطة بنفسجية فى الصورة فإن هذه النقطة ووفقا لأحد الأنظمة الشائعة وهو النظام الثلاثى RGB تحتوى على كمية من الأزرق وأخرى من الأحمر بنسب مختلفة حسب درجة اللون البنفسجى وقد يدخل بها أيضاً قليل من اللون الأخضر لتفتيح درجة اللون. أما إذا كانت الوصف وفقا للنظام الرباعى CMYK فإن النقطة البنفسجية ستتكون من لون Cyan مع لون Magenta مع قليل من الأسود Black ونظراً لتغيير مكونات اللون فى كل نظام فإنه عند تغيير أى صورة من النظام الثلاثى إلى النظام الرباعى نشهد تغيراً طفيفاً فى الألوان خصوصاً الألوان التى يدخل فى خلطها اللون الأزرق أو السيان.

وسلم النموذج اللوني هو نطاق الألوان التي يمكن عرضها أو طباعتها. والسلم اللوني الأطول هو الموجود في الطبيعة . أما سلم النموذج RGB فهو أقصر من سلم ألوان الطبيعة كما أن سلم النموذج CMYK اقصر منها جميعا.

والنظام (RGB) الثلاثى (Red – Green – Blue) ونظام (CMYK) هو النظام المستخدم لوصف اللون على الشاشة والماسح الضوئى والكاميرات الرقمية أما النظام الرباعى (Cyan- Magenta – Yellow- Black) فهو المستخدم فى عمليات الطباعة سواء بطابعات الحاسب أو الطباعة الكمية (الأوفست وغيرها). أما نظام (HSV) المعتمد على وجود خصائص رئيسية للون هى كنه اللون وقيمته وتشبعه بالإضافة إلى نظام Lab وهو أحد النظم الحديثة الصعبة الفهم. ويعتمد النموذجين RGB و CMYK على معالجة مكونات لونية، أما النموذجين HSV وlab فتعتمد على قيم الضوء المختلفة وموقع الألوان من ترددات الطيف.

النموذج CMYK (**الألوان الكيميائية**)			**النموذج** RGB (**الألوان الضوئية**) :		
لبنى	Cyan	C	**أحمر**	Red	R
أحمر	Magenta	M	**اخضر**	Green	G
أصفر	Yellow	Y	**أزرق**	Blue	B
أسود	Black	k			

مكونات النموذجين RGB و CMYK

نموذج لون HSB أو HSV:

يتكون هذا النموذج من وصف لكل من كنه أو درجة اللون Hue، التشبعSaturation، والإشراق أو النصوع Brightness ويسمى النصوع أحيانا القيمة Value وفى هذه الحالة يصبح اسم النموذج اللونى HSV حيث يحل الحرف الأول من كلمة القيمة Value محل الحرف الأول من كلمة النصوع Brightness. ويمكن قياس درجة اللون Hue وفقا لموقعها من دائرة ٣٦٠ درجة. أما التشبع والنصوع فيتم قياسهما على تدريج من من صفر إلى ١٠٠ % هذه الاختيارات تسمح بالوصول لأكثر من ثلاثة ملايين من التنويعات للونية.

Hue: وصف المكان المطلق للون على ألوان الطيف تبعا لطول موجته. فى ألوان الطيف الظاهرة من تحت الأحمر إلى ما فوق البنفسجى، اللون البرتقالى- الأحمر له طول موجة طويل بالمقارنة إلى طول موجة الأزرق النيلى الأقصر منه.

التشبعSaturation: وهي الصفة التي تدل على نقاء اللون أو درجة تشبعه، أو صفائه فى العرض المرئى. ويعرف التشبع أحيانا أيضا باسم Chroma level (مستوى صفاء اللون أو كثافته). ويرتبط تشبع اللون بمدى نقائه أو اختلاطه بالألوان المحايدة – الأبيض، الأسود، أو الرمادي –ففي حالة اختلاطه بالأبيض يجعل اللون فاتحاً، ومع الأسود يصبح غامقاً، ومزجه مع الرمادي يجعله محايداً وشدة اللون تعني أن اللون مشبعاً . يرتبط تشبع اللون عكسيا بمقدار لونه المضاد الذى يحتوى عليه . على سبيل المثال ، اللون الأحمر المشبع تماما لا يحتوى على ازرق أو اخضر . أضف أجزاء متساوية من الأخضر والأزرق إلى الأحمر الصافى ، وبذلك تقلل من التشبع.

النصوع Brightness: وصف كيفية ظهور اللون فاتحا أو داكنا بمعنى كم من الضوء يعكسه للعين وتعتمد أساساً على كم الطاقة الضوئية الساقطة علي اللون، وبالتالي الكم الذي يعكسه من أشعة ضوئية، وبتعبير آخر فإن قيمة اللون تكمن في قدر نصوعه الحقيقي والظاهري. والنصوع الحقيقي أو ما يطلق عليه "النصوع الموضوعي للألوان". هو النصوع الذي يقاس بوسائل القياس الفيزيائية أما النصوع الظاهري فهو النصوع الذي تقدره العين البشرية ولا يمكن الاعتماد عليه كأساس للحكم الموضوعي، إذ تختلف حساسية العين فى إدراك اللون من شخص لآخر. وفى هذه الحالة فإنك عندما تضيف الأسود لدرجة لونية ما ، فأنت تقلل من القيمة الخاصة به، بينما إضافة الأبيض يرفع أو يزيد القيمة الخاصة به.

على الرغم من أن HSB أو HSV هى اختيار شائع الاستخدام فى برامج معالجة الصور والرسوم، فإنها فى الواقع ليس نموذجا حقيقيا عمليا مثل CMYK, RGB أوLab، فهو مجرد طريقة لعرض وتقييم اللون فى الصورة ولا يمكن معالجتها أو تعديلها فى برامج تحرير الصور.

النموذج RGB

النموذج RGB نموذج لونى مهم لأنه الأقرب للطريقة التي تدرك العين البشرية بها اللون. وهو أيضا النموذج الذى تستعمله أجهزة المسح الضوئي والكاميرات الرقمية لالتقاط معلومات اللون بصيغة رقمية، وهو أيضا الطريقة التي تظهر بها شاشة جهازك اللون .

ويعتمد هذا النظام على أنه يمكنك تعيير كمية الألوان الأساسية الأحمر، الأخضر، والأزرق بتحديد قيمة نصوع كل لون من الألوان الثلاثة المكونة للنظام بقيمة تتراوح بين صفر إلى ٢٥٥ .والتوليف بين هذه القيم بالتباديل والتوافيق يُمكنك من الوصول لأكثر من ١٦ مليون لون أو درجة لونية مختلفة وهو نفس العدد من الألوان الذى يمكن للعين البشرية أن تدركه، ولكنها ما تزال ذات نطاق محدود إذا ما قورنت بما هو موجود فى الطبيعة بسبب القيود التى تفرضها طبيعة شبكة الحبيبات الفوسفورية التى تستخدم فى عرض الصورة على الشاشة أو إمكانيات خلايا التقاط الضوء فى الماسح أو قدرة خلايا شبكية العين على التقاط الألوان.

يتم الإشارة فى هذا النموذج إلى ألوان الأحمر ، الأخضر ، الأزرق باسم ألوان أولية جمعيةPrimaries additive. ويمكن تشكيل نسبة عالية من الطيف اللوني المرئي عن طريق الخلط بين مقادير مختلفة من هذه المكونات الرئيسية الثلاث للضوء الملون.

وفى النموذج RGB يمتزج الضوء الأحمر والأخضر والأزرق وبنسب متساوية للحصول على اللون الأبيض، وهو أكثر الألوان نصوعا على الإطلاق أما انعدام الضوء أو مزج كثافات منخفضة من الأحمر، الأخضر، الأزرق فيؤدى إلى ظهور

الأسود أو الدرجات المعتمة من الرمادى وفقا لنسب الألوان المضافة. كما نحصل على ألوان ثانوية عندما تضيف اللون الأحمر والأزرق لإنتاج لون أحمر أرجواني أو البنفسجى، وعندما تضيف اللون الأخضر والأزرق للحصول على أزرق السماوى أو الفيروزى Turquoise، وعندما تضيف اللون الأحمر والأخضر التام الكثافة تحصل على اللون الأصفر. وبطرح بعض الأحمر يتكون أخضر مائل للصفرة ، وبطرح نسبة من الأخضر يتكون اللون البرتقالى ولكن كل هذه الألوان بها نسبة ما من اللون الأزرق لتفتيح أو تغميق الدرجة اللونية المطلوبة. وكذلك فإن اضافة الأخضر والأزرق معا بدون مزيج من الأحمر يكون اللون الأزرق السماوى .

النموذج CMYK

النموذج اللونى CMYK يمثل أحبار الطباعة الرباعية المستخدمة في طباعة الأوفست وغيرها ن انواع الطباعة الكمية ولطباعة الصورة باستخدام هذا النوع من تقنيات الطباعة، ينبغي تحبير كل لوح من ألواح الطباعة الأربعة بواحد من تلك الألوان والعملية المؤدية إلى إنتاج كل لوح من ألواح الطباعة تدعي عملية فرز أو فصل الألوان color separations وا عادة جمع الألوان المفروزة تنتج صور ة مكتملة أو مركبة. والألوان الأساسية الطرحية التى تستعملها الطابعات التجارية وهى الأزرق السماوى، والأحمر الأرجوانى ، والأصفر وفيها يمتص الأزرق السماوى الضوء الأحمر، بينما يمتص الأحمر الأرجوانى الضوء الأخضر ويمتص الأصفر الضوء الأزرق. هذه الألوان لا يمكنها إنتاج اللون الأسود فى الواقع حتى فى كثافتها الكاملة، فالألوان الأزرق السماوى الأحمر الأرجوانى والأصفر الممتزجة بنسب متساوية معا لا تنتج ما هو أكثر من لون بنى طينى وهو ما دعا إلى إضافة اللون الأسود إلى النموذج لكى يساعد فى إبراز وتعميق ظلال الألوان وبالطبع طباعة اللون الأسود الحقيقى.

ويعد الاختلاف بين مفهومى الضوء والصبغة أمر هام يجب الإلمام به حتى نتمكن من تفسير كيفية ظهور الأشياء في كافة أحوال الإضاءة مختلفة فالضوء والصبغات اللونية عنصران مختلفان ولكنها مكملان لبعضهم البعض فإحدى الألوان الأساسية لنماذج الضوء مثلاً قد تكون مكملة لألوان الموجودة في نماذج الصبغة وهكذا. فيقوم نموذج الـ (RGB) بإرسال الضوء بينما يقوم (CMYK) بعكسه. ولذلك لا يمكن رؤية لون أو صبغة أي شكل ما لم يخترقه أو يصطدم به الضوء وبالتالي يحتاج الضوء الملون إلى سطح غير شفاف لاختراقه حتى نراه.

وفى هذا النموذج يمتزج الأزرق السماوى كامل الكثافة والأحمر الأرجوانى لإنتاج الأزرق الداكن مع مسحة من البنفسجى، وطرح بعض الأزرق السماوى من الخليط يؤدى إلى إنتاج اللون البنفسجى وطرح بعض الأحمر الأرجوانى ينتج لونا أزرق متوسط باهت كل هذه الألوان الناتجة جميعا تشترط انعدام أو نقص متدرج للأصفر وفقا للدرجة اللونية المطلوبة. كما يمتزج الأحمر الأرجوانى التام الكثافة والأصفر ليكونا معا أحمر لامع. وطرح بعض الأحمر الأرجوانى لعمل لون برتقالى لامع وطرح بعض الأصفر لعمل لون وردى. كل هذه الألوان الناتجة جميعا تشترط انعدام أو نقص متدرج للأزرق السماوى. أما الأصفر التام الكثافة والأزرق سماوي فيمتزجا ليكونا معا أخضرا لامعا مع قليل من الزرقة. وطرح بعض الأصفر يؤدى لتكون لون أزرق مخضر ويؤدى طرح بعض الأزرق السماوى تكوين لون أخضر مصفر. ومزج الأزرق السماوى تام الكثافة والأحمر الأرجوانى والأصفر معا فيكون ليس ما هو متوقعا وا نما لونا بنيا طينيا. وكما سبقت الإشارة إليه من قبل فإن الأسود لا يتم تكوينه كما هو الحال فى النموذج RGBوا نما هو صبغة سوداء مضافة لأى صبغة أخرى لتغمق اللون أو إحداث اللون الأسود. أما انعدام وجود صبغة أو عدم وجود لون نهائيا ينتج عنة لون الأبيض (بافتراض أن الأبيض هو لون الورق). وبالطبع إذا ما تمت الطباعة على ورق غير ابيض يستحيل تكوين اللون الأبيض وفقا لهذا النظام.

ويمكنك أن تلاحظ الانخفاض في جودة اللون عندما تقوم وتحويل صورة من النموذج RGB إلى النموذج اللونى CMYK لأنه على الرغم من استخدام صيغة لون CMYK لأربع قنوات تحتوي كل واحدة منهم على ٢٥٧ مستوى لضبط الإضاءة إلا أن مساحة لون CMYK ليست في حجم لون RGB فلا يمكن لحبر الطباعة أن يحصل على كل شيء تراه في صيغة RGB ولذا فبالرغم من القدرة على عرض إمكانيات أكثر للون في طريقة CMYK إلا أنها لا تكون واضحة الرؤية مثل RGB.

وعلى الرغم من أن العديد من مستخدمى الحاسب فى معالجة الصور يدافعون عن العمل بطريقة CMYK لأن العمل باستخدام النموذج CMYK يزيل عوامل الإحباط فى اللون، فانه من المؤسف أنها أبطأ كثيراً لأنها بحاجة إلى حاسب

أسرع وذاكرة أكثر سعة لأن برنامج معالجة الصور فى هذه الحالة يجب أن يحول قيم CMYK المعروضة إلى النموذج RGB الذى تفهمه إلكترونيات شاشات العرض بصورة سريعة لكى لا تلاحظ أنت ما يحدث. وعندما يعرض لك البرنامج الذى تستخدمه صورة بنمط CMYK فإنه يسعى لمحاكاة ما يمكن أن تكون عليه الصورة إذا تم طبعها على الورق باستخدام الأحبار. ويكون اللون الأسود دائماً الصورة الأساسية في عملية الطباعة لـ CMYK.

وا ذا كنت قد اعتدت على تحرير صور RGB فالتحرير فى طريقة CMYK يمكن أن يتطلب بعض المفاهيم المختلفة نوعا ما خاصة عند تحرير طبقات اللون الفردية. فعندما تعرض طبقة لون واحد فى طريقةRGB فان الأبيض يشير إلى لون عالى الكثافة، والأسود يوضح لون منخفض الكثافة وهذا عكس ما يحدث عند استخدام النموذج CMYK الذى عندما ترى طبقة لون فردية فيه فان الأسود يعنى لون عالى الكثافة والأبيض يعنى لون منخفض الكثافة .

ويجدر هنا الإشارة إلى أنه قبل تحويل صورة إلى نموذج لون CMYK ينبغى التأكد من أن البرنامج الذى تعمل عليه قد تم معايرته للتوافق مع الشاشة والماسح والطابعة التى تتصل به. الأمر الذى يمكن أن يكون له تأثير ملحوظ على جودة إنتاج صورة ما وفقا للنموذج CMYK.

النموذج اللونى Lab

مساحة الألوان فى نموذج لون LAB تشكل كل الألوان التى يمكن أن يتضمنها نموذجىRGB وCMYK. ويفضل مستعملى برامج تحرير الصور العمل فى هذه الطريقة لأن LAB مستقل عن أيا من الضوء أو الصبغة. وقد طورت هذا النظام منظمة اللون العالمية Commission Internationale de l'Eclairage CIE عام ١٩٣١ وهو ما اعتبر عندئذ نموذج اللون الذى يمكن أن يحتوى نظرياً على كل لون تستطيع العين رؤيته. ويعالج نموذج لون LAB كل العيوب فى نماذج RGB و CMYK، كما يقدم عددا أكبر من الألوان فى نطاق التدرج بين الأزرق إلى الأخضر إلى الأحمر مقارنة بالنظم الأخرى. وفى نفس الوقت، فإنه يعالج الألوان المفقودة من سلسلة التدرج اللونى الذى يخلقه النموذجCMYK وعددها يكفى لتلوين كل سنتمتر مربع فى إستاد القاهرة بلون مختلف.

ومن الناحية النظرية يمكن عرض نفس الألوان التي تراها على الشاشة الخاصة بك بنظام LAB على الطابعة. وعندما يقوم برنامج مثل فوتوشوب بالتحويل بين نظامى RGB و CMYK ونظم الألوان الأخرى يتم استخدام نظام LAB كمرحلة انتقالية لأن كم الألوان فى نظام LAB يمكنها أن تستوعب الألوان فى جميع الصيغ والنظم الأخرى. عندما يتم تحويل الألوان باستخدام طريقة LAB لن تفقد أى لون لأن سلسلتها اللونية تشمل كامل سلسلتى طرق RGB و CMYK.

ويستعمل هذا النموذج ثلاث طبقات تحتوي كل واحدة منها على نقاط ضوئية بها ٢٥٦إمكانية لون مختلفة وهى قناة للنصوع luminosity channel وأخريين لنطاق اللون chromatic channels. وطبقة النصوع التى يشار إليها حرف L لها مقياس من صفر إلى ١٠٠ % والنصوع هنا يشبه إلى حد بعيد ذلك المستخدم فى النموذج HSL، وفيه يكون الأبيض لون كامل الكثافة. أما محورى اللون فهما طبقتى b و a اللتين تتراوح قيمهما ما بين ١٢٨ إلى سالب ١٢٧. وطبقة " a" تمثل الألوان من الأزرق إلى الأصفر ألوان التى تتراوح من أخضر غامق (قيم نصوع منخفضة) إلى رمادى (قيم نصوع متوسطة) إلى وردى لامع (قيم نصوع عالية) ، وطبقة "b" تتراوح من ازرق لامع (قيم نصوع منخفضة) إلى رمادى إلى أصفر محروق (قيم نصوع عالية) للألوان من الأحمر الأرجوانى إلى الأخضر. هذه الألوان تمتزج معاً لتنتج ألوان أفتح .

والتحرير فى طريقة LAB فى نفس سرعة التحرير فى طريقة RGB وفى معظم الأحيان هو أسرع كثيرا من التحرير فى طريقةCMYK. إذا كنت تخطط طباعة صورتك لعمليات فصل اللون ، فقد تريد التجربة باستعمال طريقة LAB بدلاً منRGB، بسبب أن LAB لا يؤكد عدم تغيير الألوان عندما تحول الصورة إلى CMYK، فيما عدا تغيير الألوان التى تقع خارج نطاق CMTK مثل الألوان الصفراء المتذبذبة والأزرق الغامق.

الفصل الرابع

رسوم الحاسب ثلاثية الأبعاد (المجسمة)

3D Computer Graphics

أصبحت رسوم الحاسب ثلاثية الأبعاد واحدة من أهم المجالات التى تتمتع بخصوصية وتميز واضحين بين علوم الحاسب. وهذا المجال يتضمن الدراسات والتقنيات والأساليب والبرمجيات التى تهتم بتُوليبّناءُووتعديل ومعالجة و َعْ رضُ الأجسام والأشياء ثلاثية الأبعاد من خلال وسائط ثنائية الأبعاد (شاشة العرض). وبينما يكون البكسل pixel في الرسوم ثنائية الأبعاد لَه خصائص الموقع ، واللون، والسطوع، فإن البكسل فى رسم الحاسب ثلاثية الأبعاد بحاجة إلى أن يُ ضيفُ خاصيةَ العمق التي تشير َ إلى موقع النّقطةُ على محور الوهمى Z عندما تتجْ معُ العديد من البكسلات ثلاثية الأبعاد، بحيث يحمل كل منها قيمةِ عمقه الخاصة ، تكون النتيجة ظهور سطحُ ثلاثي الأبعاد، بل ويمكن أيضا أن يكون لهذا السطح الناشئ العديد من الخواص الإضافية مثل الظل و الملمس.

ويسمى تَحويل معلوماتِ المجسمات ثلاثية الأبعاد إلى الخريطة النقطية التى تلزم لعرضها على الشاشة الإظهار Rendering هذه واحدة من أعقد عمليات الحاسب وتَتطلّبُ ذاكر عالية وقدرة عالية على المعالجة. وفى هذه الحالة فإن مصطلح "ثلاثى الأبعاد (3D)" لا يشير إلى منظر يظهر من خلال عمل المخ على دمج مجموعة من المناظر المختلفة، وا ِنما هو صورة تظهر بشكل دقيق وواقعى لتمثل ظلال وأضواء ومناظير محسوبة بحسابات رياضية دقيقة من خلال الحاسب فهو باستخدام الرياضيات يستنتج كيف يمكن لأى جسم أن يظهر للرائى من أى زاوية من الزوايا فى ظل ظروف معينة من إضاءة والظلال المنعكسة والخامات والألوان .

وفى الماضيِ ، كانت رسوم الحاسب ثلاثية الأبعاد تتوفر فقط فى محطات العمل Graphic Workstations القويةِ ، لكن معجّلات رسوم الحاسب ثلاثية الأبعاد 3D Accelerators موجودة الآن بداخل أى حاسب شخصي متوسطة التكلفةويَحتوي معجّل الرسوم هذا ذاكرة ومعالج جرافيكى مُتَخَصّص Graphics microprocessor يمكنه أن يعالج العديد من عمليات َ الإظهار.

وتتطلب الخطوة الأولى فى عملية الإظهار من المستخدم أن يزود الحاسب بمعلومات ووصف مفصل لهذا المجسم الذى يريد عمله وهذا الوصف يمكن إدخاله للحاسب من خلال صور فوتوغرافية أو صور فيديو أو ان يرسم من الصفر باستخدام البرامج المختلفة مثل 3D

MAX ويقوم الحاسب بحساب الرؤية المنظورية للمجسم من كل الزوايا باستخدام تلك المعلومات لخلق المنظور وتحويل تلك المعلومات إلى خطوط wire- frame أو مجسم شبكى وهذا المجسم الشبكى يمثل بدقة شديدة الحساب العلمى والرياضى لهذا الجسم .

الخطوة التالية يوجه فيها المصمم الحاسب لملأ الأسطح التى كونتها الأشكال الهندسية بالألوان والملامس والظلال التى تعطى الجسم شكلاً واقعياً .

وتستخدم لذلك الغرض تقنيات مستحدثة مثل تتبع أو اقتفاء الشعاع Ray Tracing وهى تقنية تعنى بتتبع مسار الضوء من مصدره إلى أن يستقر على جسم ما، بما يتضمن أثر هذا الضوء على أية أجسام تعكس هذا الضوء على الجسم ويمكن لهذه التقنية أن تضفى ظلالا واقعية إلى الصورة المجسمة.

وبالإضافة إلى الملمس، تدعم برامج الحاسب ثلاثية الأبعاد أشياء متعددة أيضا مثل تفاعل هذه الأجسام مع بعضها البعض، فمثال، فرو ما يخفي جسم صلب شيئا خلفه بشكل جزئي. وربما كان هذا الجسم الأمامى شفافا بعض الشىء فينتج عن تفاعل الجسمين ظهور طيف خفيف من الجسم الخلفى من خلال الجسم الأمامى.

وأخيراً يزود المصمم الحاسب بمعلومات تفصيلية أخرى عن مصادر الضوء وزاويته ونوع الإضاءة ومن هذه المعلومات يحدد الحاسب الطريقة التى يسقط بها الضوء على كل سطح من أسطح المجسم أو على الإطار الشبكى التى تمثل المجسم الأصلى وبالتالى يمكن للحاسب أن يحسب الانعكاسات والظلال المناسبة وفق هذه الأضواء .

ويناقش هذا الفصل كل هذه الاعتبارات وأهم منها فإنه يجيب على تساؤلات عديدة لعل أهمها:

- كيف يخدع الحاسب العين ويوهمها أن الشاشة المسطحة لها عمق يمتد إلى عدة غرف بداخله؟
- وكيف يقنعك مصممو البرامج بما تراه على هذه الشاشة من أشخاص حقيقيين يتحركون على خلفية من مناظر طبيعية تنبض بالحياة؟

والصور المسطحة كالرسوم التوضيحية Illustrations والصور الفوتوغرافية Images- Photos والأفلام Movie Films يمكن أن تعالج على شاشة الحاسب بواحد من عدة تقنيات لخلق خداع البصر الذى يوهم بوجود العمق Depth Illusion. ومثل هذه التقنيات تجعل الأشياء فى هذه الصور تبدو وكأنها تبرز من سطح الورقة أو شاشة الحاسب او الفيلم. ورغم أن الاستخدام المعتاد لتلك الرسوم يكون فى عالم الترفيه Entertainment مثل المسرح والسينماوالرسوم

المتحركة إلا أنها تستخدم الآن بشكل فى غاية الأهمية فى الطب والتصميم الصناعى وبرامج التدريب على التقنيات الافتراضية.

إننا عندما نرى صورا على شاشة الحاسب فإننا نراها من خلال سطح له بعدين حقيقيين طول وعرض. ولكنك عندما تنظر إلى فيلم مثل Toy story أو عندما تلعب لعبة من العاب الحاسب مثل Tomb Raider أو Doom فإنك تتعامل مع نافذة على عالم وهمى ثلاثى الأبعاد.

والشيء المثير فى هذه الصورة التى تراها هو أن العالم الذى تراه قد يكون هو العالم الحقيقى الذى تعيشه أو العالم الذى عاشه الآخرون فى الماضى أو حتى العالم الذى سنعيشه فى المستقبل. بل ويمكن أن نقول أنه عالم خاص يتواجد فقط فى ذهن الذين صمموا هذه الصور أو الألعاب أو الأفلام التى تراها. وكل هذه العوالم يمكن أن تراها على نفس الشاشة، بل ويمكن أن تندمج جميعا فى عالم خيالى واحد.

هنا سوف نتناول بعض الحيل التى تخدع الرائى وتوهمه بأن العالم الموجود خلف زجاج الشاشة هو عالم ثلاثى الأبعاد. وكيف نجح مصممو معدات الحاسب الجرافيكية فى تحقيق آمال مصممى البرامج بأن تتحرك الشخوص والمرئيات بسرعة تجعلك تعيش فى عالم حقيقى بل وتتفاعل معك وتستجيب لحركتك ورؤيتك وتصوراتك.

بين الصور ثنائية وثلاثية الأبعاد:

بعض الصور ثنائية الأبعاد ينبغى أن تظل كذلك عن قصد وبشكل متعمد. خذ مثلا العلامات الإرشادية الدولية التى ترشدك إلى مواقع الأبواب والأماكن العامة. هنا تصمم الرموز بحيث يمكننا أن نتعرف على ما فيها بوضوح وبدون لبس من الوهلة الأولى، خاصة تلك التى تراها على الطرق السريعة مثلا. لذلك فإن المصمم فى هذه الحالة يسعى لاستخدام الأشكال الأساسية البسيطة جدا. ويمكن كذلك إضافة بعض التعبيرات اللفظية المكتوبة التى تضيف للمعنى كأن توضح نوع الشخص الذى يستخدم هذا المكان وا ن كان بالغا أو طفلا أو معوقا. لكن المعلومات الإضافية هنا تطيل من وقت التعرف على المعنى المقصود بالعلامة الإرشادية. وهذا هو الفرق بين الصور والرسوم ثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد. إن الرسوم ثنائية الأبعاد تكون مفيدة جدا فى توصيل معلومات بسيطة وتبادل أفكار سريعة. أما الرسوم ثلاثية الأبعاد فإنها تعطى عمقا إضافيا اكثر تعقيدا ولكنها تحمل أيضا كما اكبر من المعلومات لتحقيق ذلك.

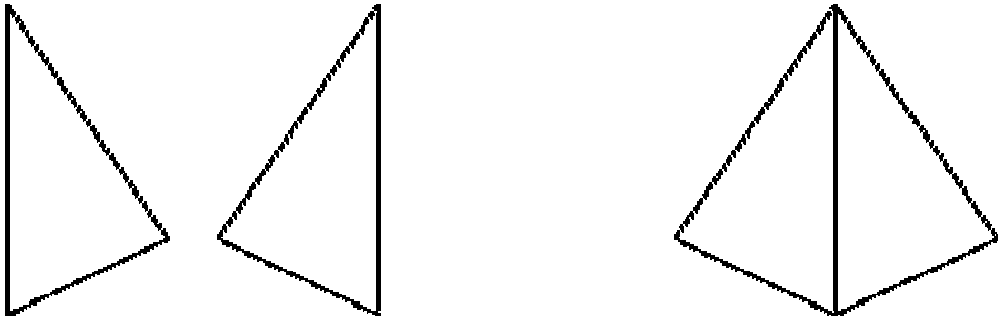
وقد يكون من غير المفيد أحيانا أن نجسم كل شيء وأن نجعل له عمقا. فإن لم تكن هناك حاجة حقيقية لوجود شيء ثلاثى الأبعاد يصبح الأمر عبئا على الرائى ويشغله أكثر مما يجب.

كيف نرى المجسمات:

رسوم الحاسب ثلاثية الأبعاد 3D Computer Graphics هى مجرد رسوم مسطحة تم إعدادها لإظهار الإيهام بالعمق. فالبشر يستقبلون العالم والأشياء بشكل ثلاثى الأبعاد متضمنا الطول والعرض والعمق. ورغم أن هذه الظاهرة تبدو بسيطة إلا أنها نتاج تفاعلات معقدة بين العين والمخ لم يتمكن العلماء حتى الآن من فهمها بشكل دقيق فعيوننا تبعد عن بعضها البعض بحوالى ٦سم مما ينتج عنه أن تستقبل كل عين منظراً مختلفا ويعمل المخ على صهر تلك المرئيات فى صورة واحدة ثلاثية الأبعاد وهذا النوع من الرؤية يسمى الرؤية الثنائية binocular vision أو الرؤية المجسمة stereoscopic

عيون البشر جميعا مبنية فسيولوجيا بحيث يمكنها استيعاب المناظر ثلاثية الأبعاد ورؤيتها مجسمة من خلال المسافة التى تفصل بين عينينا اليمنى واليسرى ومن خلال قدرة عقولنا على دمج المناظر المختلفة التى تراها العيون فى منظر واحد مجسم. وعلى الرغم من ذلك فإنه مازال هناك قدر من القصور فى ادراكنا المجسم واستيعابنا للأمور فى شكلها ثلاثى الأبعاد. دعنا أولا نرى كيف نوهم أنفسنا برؤية المجسمات حتى ولو كانت مجرد رموز.

انظر إلى المثلثين الموجودين بالجهة اليسرى من الصورة فى شكل ١٥-١. كل من هذين المثلثين الموجودين هنا له ثلاثة أضلاع وثلاثة زوايا.و هذا هو بالطبع كل ما يلزم لتمثيل مثلث. لكننا نرى الشكل الذى إلى اليمين هرما ثلاثى الأبعاد له أربعة أوجه مثلثة وقاعدة مربعة. ونلاحظ هنا أن كل ما تطلبه الأمر لتمثيل هذا الهرم هو خمسة أضلاع وست زوايا فحسب وهو ما يعادل تقريبا أقل قليلا من ضعف المعلومات اللازمة لتمثيل المثلث.



شكل رقم ١٥-١ بين الصورة الثنائية والثلاثية الأبعاد

لمئات من السنين عرف الفنانون عددا من الحيل والخدع التى تعمل عل خداع العين لكى ترى الرسوم ثنائية الأبعاد تبدو كما لو كانت نافذة على العالم الحقيقى ثلاثى الأبعاد. ويمكنك أن ترى نفس الشىء على الصور التى تدخلها الحاسب بالماسح الضوئى وتعرضها على الشاشة تماما كما يحدث مع الصور المرسومة أو المطبوعة فى كتاب مثلا. ومن بين هذه الحيل التى عرفت منذ مئات السنين لخداع العين وا يهامها:

- تظهر الأشياء أصغر كلما بعدت عن الرائى
- الأشياء القريبة من الكاميرا تبدو أوضح وأدق فى تفاصيلها.
- كلما كانت الأشياء بعيدة كلما بدت غير واضحة وغائمة ومشوشة Fuzzy
- تتشبع الألوان بالرمادى أكثر كلما بعدت عن عين الرائى.

أسباب القصور فى رؤية المجسمات:

لعلنا نتذكر الفترة التى انتشر فيها لعبة Rubik's cube فى أوائل الثمانينيات حيث ظهر بشكل واضح قصور واضح فى قدرة الناس جميعا على التعامل مع أو فهم كيفية معالجة الأجسام فى فراغ ثلاثى الأبعاد . ولكننا سنركز هنا على موضوع هذا الفصل وهو رسوم الحاسب ثلاثية الأبعاد المستخدمة فى التصميم. فواضح حتى الآن أنه من الصعب حتى على هؤلاء الذين تعودوا على العمل مع مساقط الرسم الهندسى والذين اعتادوا التعامل مع المرئيات ثلاثية الأبعاد كجزء من خبرتهم فى الرسم الهندسى أن يتخيلوا المجسم الذى يتعاملون معه مرئيا من أى نقطة غير معلومة فى الفراغ.

وهنا لابد أن يكون واضحا تماما أن هناك قصورا فى توظيف واستيعاب الرؤية المنظورية لدى المصممين يرجع إلى سببين رئيسيين:

تقاليد المصممين ونعنى بتقاليد المصممين تلك الطريقة التى اعتاد المصممون أن يعرضوا أفكارهم من خلالها. لقد كانت التقاليد تفرض على المصمم استخدام مسقطين أو ثلاثة لتوضيح أو مجرد تمثيل أو عرض أفكارهم وتصميماتهم. واعتادوا فى هذا إهمال الصور المنظورية ثلاثية الأبعاد الدقيقة التى تمثل الواقع تقريبا كأداة تصميميه ولكنها كانت ترجأ لكى تستخدم فى عروض التصميم النهائية كنوع من الترف.

نزعات المستهلكين: والمقصود هنا هو وجهة النظر المختلفة للإنسان العادى تجاه النماذج التى يصنعها الحاسب ومقارنتها بالنماذج المادية Physical model الحقيقية. فيعتقد المستهلك العادى أن نماذج الحاسب هى مجرد تمثيل مسطح وغير واقعى وغير قابل لإظهار الوظائف والاستخدامات المحتملة للمنتج.

واقعية الرسوم المجسمة:

ومع هذا فإننا عندما نتكلم عن الرسوم ثلاثية الأبعاد فى الحاسبات اليوم لا نتكلم عن رسوم ساكنة كالطبيعة الصامتة وإنما نحن نتحدث عن صور متحركة حية وإذا كان تحويل الصور من الشكل ثنائى الأبعاد إلى الشكل الثلاثى الأبعاد يتطلب قدرا من المعلومات الإضافية كما سبق أن أشرنا، فإن الخطوة الأكثر تقدما وهى تحويل الرسوم ثلاثية أبعاد إلى رسوم ثلاثية الأبعاد

متحركة بشكل واقعى يتطلب قدرا اكبر بكثير جدا من المعلومات.

لقد اعتبرت النماذج المادية الملموسة دائما شىء سامى عالى القيمة غير قابل للزيف أو الخداع. على الرغم من أنها كانت تصنع غالبا بعد إتمام جزء كبير من العملية التصميمية وبعد أن قاربت هذه العملية على الانتهاء تقريبا. أما نماذج الحاسب فى المقابل وهى جزء أساسى من مراحل تطور التصميم فبعكس النماذج المادية يمكن اختراقها ورؤيتها من اكثر من موضع داخليا وخارجيا كما أنه من الممكن تعديلها بشكل فورى فى أى لحظة.

إن جزءا كبيرا من هذه المشكلة هو أن الحضارة قد أفسدتنا وأصبحنا مدللين إلى الدرجة التى تتطلب أن كل شىء نراه يجب أن يكون على أعلى درجة من الواقعية والدقة. ففى منتصف السبعينيات كانت لعبة مثل Pong تبهر الناس بحركة الكرة على الشاشة أما اليوم فإننا نقارن جودة الصورة فى الألعاب على شاشة الحاسب بجودة صور الأفلام السينمائية التى قد تنشأ عنها هذه الألعاب. بل ونرغب فى أن تكون نعومة التفاصيل ودقة الحركة فى صور الألعاب تماثل تماما دقة أفلام السينما أو الفيديو التى تصور ممثلين حقيقيين وهو ما يمثل تحديا لقدرات المصمم.

مراحل بناء العالم ثلاثى الأبعاد:

يتضافر عدد من مكونات الصورة نحو جعل المنظر يبدو حقيقيا. وهذا يتضمن عددا كبيرا من العناصر التى تصوغ المنظر فى شكله النهائى لعل أهمها:

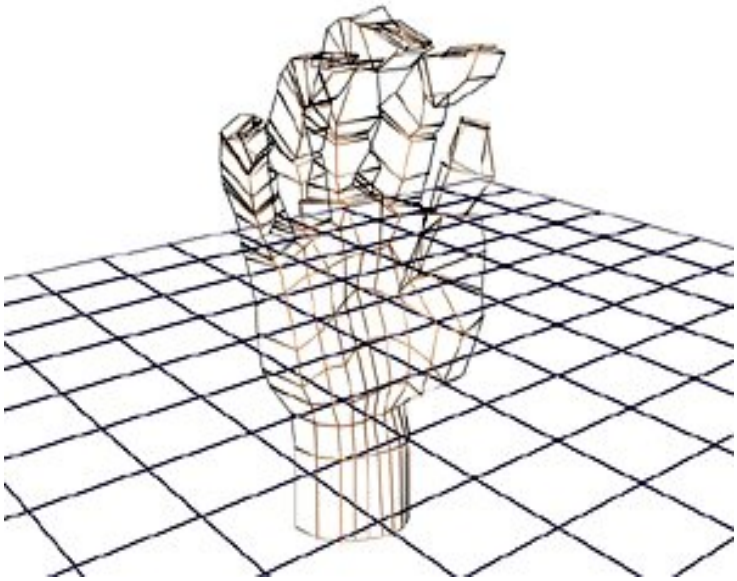
- بناء و أشكال الأشياء Modeling
- ملامسها الأجسام Texture
- الإضاءة Lighting

بالإضافة إلى بعض العناصر الأخرى التى توحى بالواقعية وتقترب بالمنظر من الحقيقة التى نألفها مثل:

- المنظور Perspective
- عمق الرؤية Depth of Field
- مدى دقة التفاصيل Accuracy and Anti-Aliasing

١- بناء أشكال الأشياء Modeling:

عندما ننظر عبر النافذة فإننا نرى كل ما حولنا من أجسام ومناظر تتكون من كل الأشكال والمجسمات والعناصر. ونرى فى كل شىء خطوطا مستقيمة ومنحنية فى أحجام وتوليفات عديدة ومتنوعة تجمعها معا.

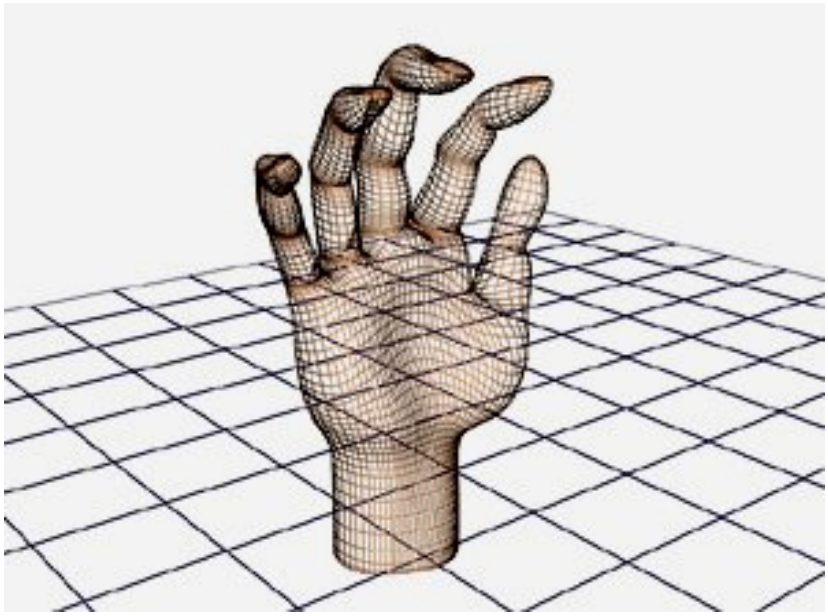


شكل ١٥-٢ الإطار الشبكى wireframe لليد مصنوعة من عدد قليل نسبيا(٨٦٢) من المضلعات

وبشكل مماثل فإنك تنظر إلى منظر مجسم ثلاثى الأبعاد على شاشة الحاسب لترى الصور مصنوعة من العديد من الأشكال على الرغم من أن معظمها قد صنع بواسطة خطوط مستقيمة. نرى مربعات ومستطيلات ومتوازيات مستطيلات ودوائر وأشكال بيضاوية ولكن أهمها جميعا وأكثرها انتشارا هو المثلث. ومع هذا ولكى تبنى صورة يمكن النظر إليها كجسم ناعم الانحناءات كتلك التى نراها فى الطبيعة فإن بعضا من الأشكال ينبغى أن يكون صغيرا جدا. وجسم معقد كالجسم البشرى يمكن أن يتطلب آلافا من هذه العناصر الشكلية تتجاور مع بعضها فى نظام بنائى يسمى الإطار الشبكى Wireframe . عند هذه النقطة فإن البناء ينبغى أن يكون واضحا فيه ما سوف تمثله الصورة ولو كان ذلك بشىء من البساطة. ولكن الخطوة التالية الهامة هى أن هذه الإطار الشبكى ينبغى أن يكون له أسطح.

٢- ملامس الأسطح Texture **:**

عندما نقابل سطحا ما فى العالم الحقيقى يمكننا أن نتعرف على المعلومات الخاصة به بوسيلتين أساسيتين، فيمكننا أن ننظر إليه -فى بعض الأحيان من عدة زوايا- أو كما يمكننا لمسه لنتعرف على ما إذا كان صلبا أو خشنا أو ناعما. أما فى العالم الافتراضى ثلاثى الأبعاد فإن كل ما يمكننا أن نفعله هو أن ننظر إلى أسطح الأشياء لكى نجد كل ما يلزمنا فيها من معلومات. ومثل هذه المعلومات يمكن أن تصلنا من خلال ثلاثة عناصر:



شكل ١٥-٣ استخدام ٣٤٤٤ مضلع لبناء الإطار الشبكى جعلت اليد أكثر طبيعيةو استدارة

اللون: أى لون مجمل الشىء وهل يحمل كله نفس اللون أم أن بعض عناصره أو جزيئاته تحمل ألوانا أخرى.

الملمس:و هل يبدو الشىء ناعما أم يحتوى على ملامس خطية أو نتوءات أو شقوق أو أى شىء آخر غير معتاد فى سطحه.

الانعكاسات: كم من الضوء يعكس الشىء وهل الانعكاسات حادة أم مشوشة أو غائمة. وهل هناك مصدر واحد لهذه الانعكاسات، أم أنها تأتى من أكثر من مصدر .

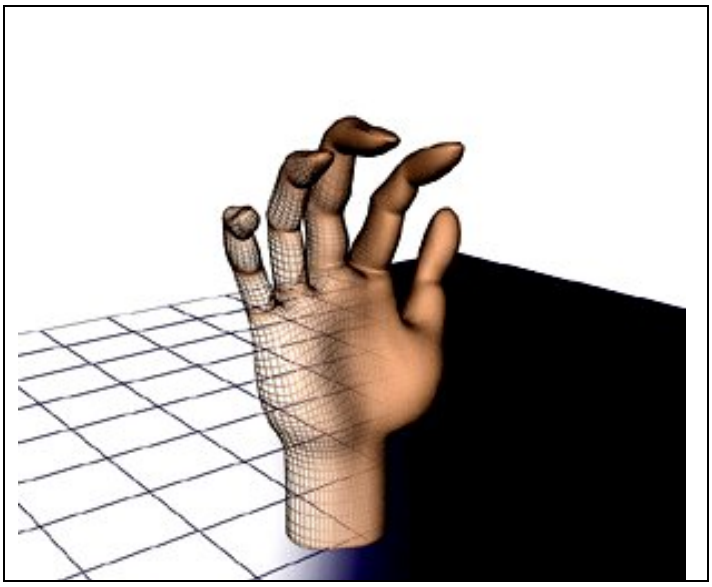
و هناك طريق واحد لجعل المنظر يبدو حقيقيا وواقعيا وهو أن يكون لديك مجموعة متنوعة من هذه العناصر الثلاثة تنتشر فى أرجاء الصورة المختلفة. انظر حولك الآن إن لون مفاتيح الحاسب الذى تعمل عليه لها لون مختلف وملامس مختلفة وانعكاسات مختلفة عن كل ما يحيط بها، حتى عن جسم الحاسب أو الشاشة المجاور لها كلها تختلف عن لون وملمس ذراعك ويدك وهكذا.

ولكى يتحقق لمنظر ما ألوان واقعية يكون على الحاسب الاختيار بين ملايين الألوان لك بكسل من بكسلات الصورة.

أما التنوع فى الملمس فيأتى من كلا من النماذج الرياضية التى نعرفها للأسطح بدءا من جلد الضفدعة إلى طبق الجيلى إلى الصور الملمسية التى يختزنها الحاسب والتى يمكن تطبيقها على الأسطح. وهذه بالمناسبة يمكن أن تكون أى صورة مختزنة بالحاسب وليس فحسب الصور

التى تتضمن تمثيلا للمجسمات.

كما أننا يمكننا ربط الخواص التى لا يمكن أن نراها كالصلابة والمتانة والمرونة والبرودة والحرارة إلى توليفة من الألوان والملامس والانعكاسات وإذا ما كان واحدا منها خاطئا فإن خدعة رؤية الواقع سوف تضيع.

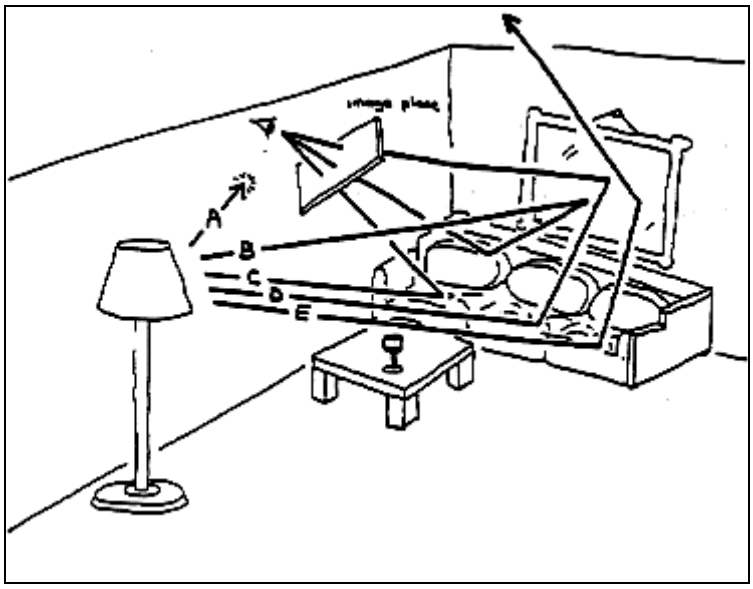


شكل ١٥-٤ إضافة الأسطح للإطار الشبكى بدأ فى تغيير الشكل من بناء هندسى رياضى إلى ما يمكننا أن نميزه كيد طبيعية

٣- الإضاءة Lighting:

عندما ندخل إلى غرفة ما فإن أول ما نفعله هو أن نبادر إلى إضاءة المصباح. وهذه مسألة بديهية قد لا تشغل من تفكيرنا الكثير. وقد لا نفكر أبدا فى الطريقة التى يأتى بها الضوء من المصباح وكيف ينتشر حولنا فى الغرفة ولكن المهتمين بالرسوم المجسمة ثلاثية الأبعاد لابد لهم ان يفكروا بذلك جيدا لأن الأسطح المحيطة بالشبكة لابد لها من أن تضاء من جهة ما. وأحد أهم التقنيات المستخدمة فى ذلك هى تتبع الإشعاع Ray Tracingالتى سبق الإشارة إليها، و هى تعتمد على مخطط لمسار الضوء الذى يسلكه شعاع خيالى من الضوء خلال مساره من مصدر الضوء إلى الجسم المضاء شكل (١٥-٥). حتى فى انعكاسه من المرايا وأشباهها والأسطح العاكسة الأخرى حتى يقع تماما عل الأجسام بكثافة مختلفة من زوايا مختلفة.

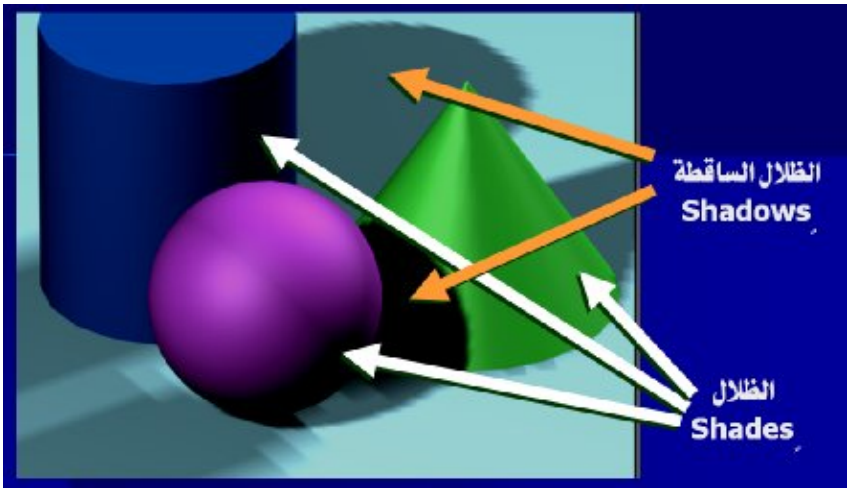
وعندما يكون الضوء فى مسار واحد من مصدر واحد فإن حسابات إضاءة الأجسام يكون معقدا إلى حد ما . لكن معظم الغرف والأماكن التى نعرفها تأتيها الإضاءة من أكثر من مصدر مثل عدد من المصابيح تتدلى من السقف، أو جوانب الغرفةأو ضوء طبيعى يأتى من النوافذ،



شكل ١٥-٥ يوضح مدى تعقد حسابات الإضاءة

كما يمكن أن يكون مصدر الضوءالشمو ع وغيرها من مصادر الإضاءة الخافتة. وعندما تتفاعل هذه جميعا لإضاءة مكان ما أو جسم ما فإن حسابات الضوء هنا تكون من التعقيد بحيث لا يمكن لعقل بشرى أن يستوعبها.

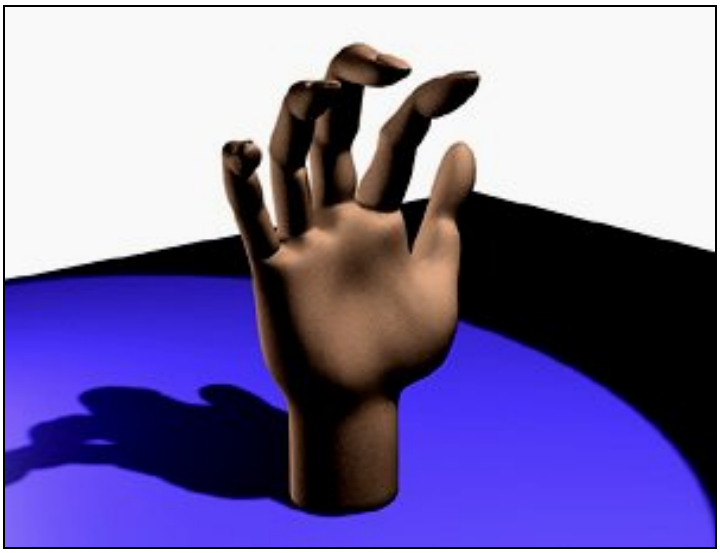
ويلعب الضوء دورا هاما أيضا فى تأثيرين يعطيان مظهر يدل على الوزن والصلابة للأجسام وهى الظلال والظلال الساقطة:



الظل Shade **:**

وهو يحدث عندما يسطع الضوء على جسم ما من ناحية أكثر من ناحية أخرى. هذا الظل هو الذى يعطينا استدارة الكرة وبروز عظام الخدين وانحناءات وانثناءات الملاءة على السرير والستارة على النافذة ويبدو معه عمق الأشياء. وهذه الاختلافات فى شدة الضوء تحدث تأثيرها على الأشياء بحيث تخدع الرائى وتوهمه بأنه يرى الأسطح مجسمات لها طول وعرض

وعمق. ولولا الظل الذى جسم اليد التى فى شكل ١٥-٦ لما عرفنا أنها يدا.



شكل رقم ١٥-٦ لا يضيف الضوء العمق فحسب من خلال الظلال ولكنه يثبت الاجسام فى الارض ويعطيها ثقلها ووزنها من خلال الظل المرمى

الظلال الساقطة Shadow :

وهو التأثير الذى يعطى خداع الوزن، فالأجسام الصلبة تسقط ظلالا عندما يسطع الضوء عليها ويمكنك أن ترى هذا واضحا فى المزولة الشمسية أو فى صورة لشجرة قبل الظهيرة يسقط عليها الضوء من جهة ما فيسقط ظلها على الجهة المقابلة. ولأننا تعودنا أن نرى الناس والأشياء وهى تلقى بظلالها ، فإن رؤية الظلال الساقطة فى المناظر والصور المصنوعة ثلاثية الأبعاد تجعلها اكثر واقعية وتؤكد خدعة الوهم بأننا نرى منظرا أو نافذة على العالم الحقيقى بدلا من شاشة مليئة بالأشكال المرسومة هندسيا والمولدة رياضيا. وفى الصورة شكل ١٥-٦ أيضا يمكننا أن نتبين أن الظلال الساقطة لا تضيف العمق فحسب ولكنها تثبت الأجسام فى الأرض وتعطيها ثقلها ووزنها.

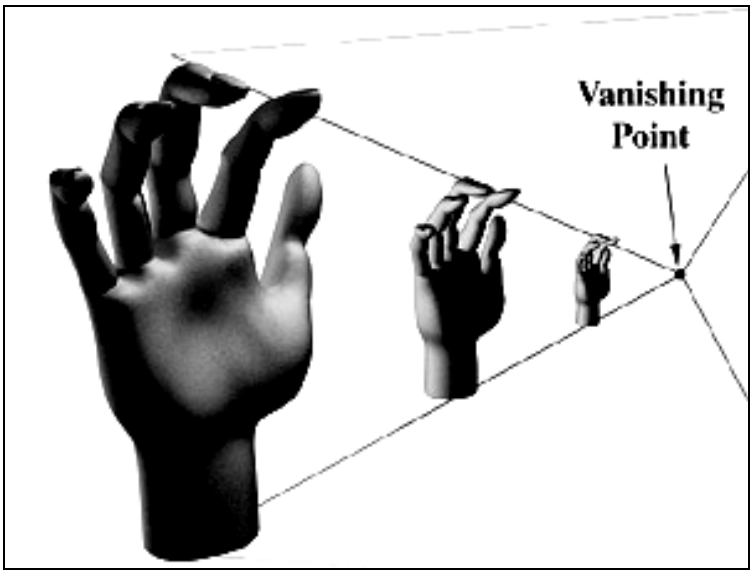
٤- المنظور Perspective

المنظور هو أحد الكلمات التى تبدو صناعية أو هندسية الطابع، ولكنها فى الحقيقة تصف حقيقة واضحة يراها كل منا فى كل لحظة من لحظات حياته. فإذا ما وقفت على جانب طريق طويل مستقيم ناظرا إلى آخره فإنه يبدو كما لو كان جانبى الطريق يجتمعان مع فى نقطة واحدة عند خط الأفق. كما أنك ترى الأشجارو أعمدة الإضاءة الأقرب اكبر والأبعد اصغر والأبعد منها اصغر واصغر وهكذا. فى الحقيقة أن الأشجار تبدو كما لو كانت تتجمع Converge فى نقطة تنشأ عند التقاء جانبى الطريق. وهكذا عندما نجد أن عناصر منظر ما تتجمع بالتدريج فى نقطة

واحدة على مسافة بعيدة منا فإن هذا هو ما يسمى منظورا Perspective. وبالطبع فإن هناك عدة تنويعات واختلافات ولكن معظم الرسوم ثلاثية الأبعاد تستخدم إما منظور النقطة الواحدة كما وصفناه هنا، وهو أسهل أنواع المنظور حسابا ومعالجة بداخل الحاسب. ولن قدرة برامج معالجة الرسوم الثلاثية الأبعاد تقاس من بين ما تقاس به بقابليتها للرسم بمنظور النقطتين أو الثلاث نقاط. وكلا النوعين يوفر قدرا متزايدا من الواقعية، ويجعل من المنظر أشبه بما تقدمه الكاميرا الفوتوغرافية من صور وهو ما يقرب الصورة من ذهن المشاهد.

فى شكل ١٥-٧ قد نلاحظ أن الأيادى بعيدة عن بعضها البعض لكن فى المناظر الحقيقية غالبا ما يكون هناك بعض الأجسام التى تحجب أجساما أخرى. ويكون على برمجيات الحاسب عند بناء مثل هذه المناظر ليس فقط حساب حجم الجسم الأبعد وموضعه وا إنما أيضا معرفة أى الأجسام يظهر اكبر وأيها اصغر وأى التفاصيل فى الأجسام الأخرى تحجب وأيها يظهر واضحا.

وأهم التقنيات المستخدمة لهذا الغرض أى فى حساب هذه العوامل هو ما يسمى بمخزن العمق z-buffer . وهذا الاسم يأتى من التوصيف المعروف للإحداثيات الهندسية أو الخطوط الوهمية التى تمتد من مقدمة الصورة إلى خط الأفق وهناك كما نعلم بالطبع محورين آخرين هما x الذى يقيس المنظر من جانب إلى الآخر ٧الذى يعاير ه من اعلى إلى اسفل.



شكل رقم ١٥-٧ الشكل المنظور

وتعمل طريقةz-buffer على إعطاء كل مضلع أو نقطة فى المنظر قيمة تعتمد على مدى قربها من مقدمة الصورة. وعموما فإن قيم z الأصغر تكون للنقاط القريبة من المقدمة (سطح الشاشة) وكلما زادت القيمة كلما زاد بعدها عن سطح الشاشة واقترب من نقطة الأفق. فعلى سبيل المثال فإنه فى Z-Buffer ذى ١٦ بيت (16 Bit) يخصص رقما مثل ٣٢٧٦٨ - لجسم يتم

إظهاره كأقرب ما يكون للشاشة ويعطى القيمة ٣٢٧٦٨ الموجبة لجسم يبعد عنها بعدا أقصى.

فى العالم الواقعى لا يمكننا أن نرى الأجسام المتوارية خلف أجسام أخرى لذلك فإنه لا يكون لدينا مشكلة فى التعرف على أى الأجسام اقرب وأيها ابعد وأيها يخفى الآخر.

لكن الحاسب يواجه هذه المشكلة دائما ويحاول أن يحلها بشكل مختلف، وذلك بأن يحسب قيمة العمق Z لكل نقطة عند إنشاءها ويقارنها بالأجسام الأخرى التى لها نفس الإحداثيات السينية والصادية X و Y ويكون الجسم الذى له اقل قيمة لـ Z كامل التفاصيل ظاهرا تماما بينما الأجسام التى لها قيمة Z أعلى لا تكون ظاهرة عند تقاطعها مع الأخرى.

إن النتائج هنا تؤكد أننا لا يمكننا أن نرى الخلفية أو العناصر الأقرب لها. إذا ما وقفت خلف عناصر أخرى اقرب للمقدمة. وبما أن قيم Z تحسب للأجسام قبل إظهارها لذلك فإن هناك بعض المناطق والأجسام التى تكون محجوبة بأخرى لا يتم إظهارها أبدا مما يسرع العمل أثناء عملية الإظهار Rendering.

٥- عمق الميدان Depth of Field

عمق الميدان مصطلح يأتى إلى رسوم الحاسب من علوم التصوير الضوئىPhotography ، و هو تأثير ضوئى بصرى يستخدم بنجاح فى خلق المناظر المجسمة ثلاثية الأبعاد وفى الصورة شكل ١٥-٧ فكما أن الأيدى تبدو لنا وهى تصغر كلما بعدت عن عيوننا، فإن هناك ظاهرة أخرى تحدث وهى أن الأيدى الأبعد تصبح أيضا أقل وضوحا وغائمة بعض الشىء. وهذا ينطبق أيضا على رؤية الصور والأفلام. ويستخدم مخرجو الأفلام ومصممو رسوم الحاسب المجسمة عمق الرؤية فى غرضين أساسيين:

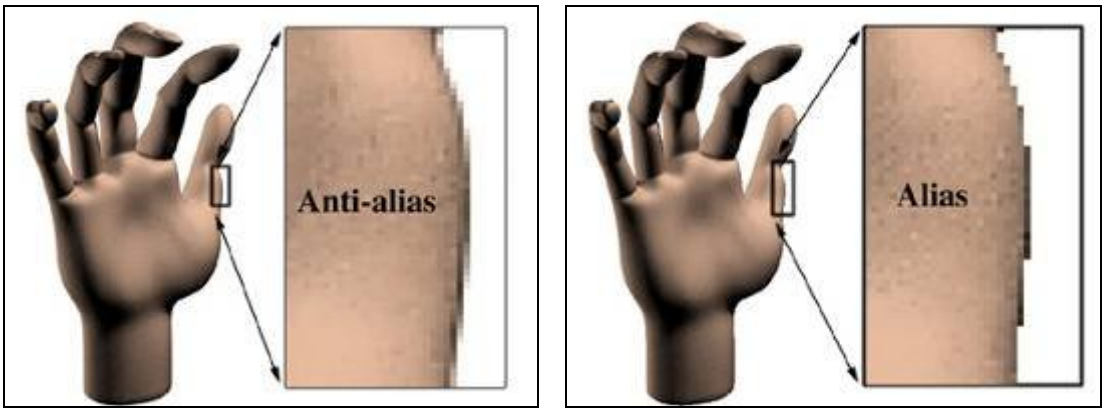
١. لتأكيد الخداع والإيهام بوجود العمق فى المنظر الذى تراه. إنه من الممكن للحاسب أن يجعل كل شىء يظهر فى المنظر بصرف النظر عن درجة قربه أو بعده واضحا بدون أى تشويش وهو ما لا تستطيعه العين. ولكن بما أننا قد اعتدنا على رؤية الأشياء الأبعد اقل وضوحا فإنه إذا ما صنع الحاسب ذلك يكون المنظر غير واقعى ويبدو مصنوعا وآليا بعض الشىء.
٢. تركيز الاهتمام على عنصر معين أو ممثل معين يكون فى هذه اللحظة محور الاهتمام أو الأكثر أهمية.

فلكى يوجه المخرج اهتمامنا إلى بطل المسلسل فإنه على سبيل المثال سوف يستخدم عمق الميدان قليل العمق حيث يظهر الممثل وحده كأوضح ما يكون فى البؤرة. وهكذا الحال تماما فى تصميم المناظر ثلاثية الأبعاد بداخل الحاسب. إن المنظر الذى يصمم لكى يبهرك بجلال وعظمة

الطبيعة فى المقابل لابدو أن يستخدم فكرة عمق الميدان بوعى أكبر بكثير للحصول على المنظر الموجود فى الخلفية فى البؤرة تماما.

٦- دقة التفاصيل Details Accuracy:

ونعنى بهذا ما يسمى بإزالة تكسر الخطوط Anti-Aliasو هى تقنية تستخدم لخداع العين وا يهامها برؤية أشياء غير موجودة. إن قدرة نظم الرسم والصور الرقمية فى خلق خطوط رأسية وأفقية هو شىء لاشك فيه. ولكن عندما يأتى الأمر إلى الأقواس والخطوط المائلة والمنحنية والقطرية وهى الأكثر انتشارا فى عالم الحقيقة، فإن الحاسب يمكن ان ينتج تأثيرات تشبه السلالم والدرجات بدلا من الخطوط المنحنية السلسة السليمة التى نعرفها.



ظاهرة تكسر الخطوط Alias إزالة تكسر الخطوط Anti-alias

شكل رقم ١٥-٩ إزالة تكسر الخطوط Anti-alias

ولمزيد من خداع العين نحو رؤية هذه الخطوط ناعمة فإن الحاسب يعمد إلى إضافة ظلال متدرجة لنفس لون الخط على البكسلات المحيطة به. هذه البكسلات الذائبة المتدرجة من الخط إلى ما يحيط به سوف تخدع العين نحو التفكير فى أن الدرجات أو السلالم قد اختفت. وهذه الطريقة فى خداع النظر بإضافة ألوان وظلال متدرجة تسمى Anti- Alias وهى واحدة من التقنيات التى تفصل صور الحاسب المجسمة عن تلك المصنوعة باليد. إن المسألة تكون أكثر تعقيدا عندما تتحرك هذه الخطوط فى الرسوم المتحركة، حيث يتطلب الأمر إضافة الألوان والدرجات الظلية المختلفة لتناسب الموقع الجديد للخط المطلوب رسمه.

الوحدة الخامسة

التصنيع بمعاونة الكمبيوتر

Computer Aided Manufacture CAM

الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence AI

يتضح يوماً بعد يوم تشابك وتداخل فروع المعرفة المختلفة وتزايد عمليات التأثير والتأثر بينها ، ولذلك أصبح من المستحيل فى بعض الأحيان إحراز تقدم فى أحد المجالات دون الاستفادة من نتائج البحث فى المجالات الأخرى ويلاحظ للمتتبع لأساليب التصميم فى السنوات الأخيرة اتجاهاً هاماً فى مسار تقنياتها وهو المدخل التعددى Multidisciplinary Approach . ولهذا لم يعد التصميم أبدا مجهوداً فردياً ذاتيا يقوم به أحد أو مجموعة من المصممين من مجال واحد بل أصبح نشاطاً جماعياً بالدرجة الأولى ، وفى كل الوحدات الإنتاجية المتقدمة تكونت فرق عمل للتصميم من مصممين من تخصصات مختلفة لممارسة الأبحاث التعددية والابتكار الجماعى ضمن مفهوم شمولى لفكرة التصميم تبعدها عن الابتكار الفردى المحدود. وأصبح من الطبيعى أن نجد علماء الرياضيات والطبيعة والطب والهندسة والتصميم والعلوم الإنسانية والحاسب الآلى يعملون كفريق واحد لتصميم منتج ما، والسمة أكثر ما تكون انتشارا بالطبع فى المنتجات المعقدة الكثيرة الأجزاء كالطائرات والمركبات الفضائية لكنها قد بدأت تنتشر وبشكل واسع فى تصميم منتجات أقل تعقيدا مثل السيارات ووسائل النقل الخفيف. لكن هذا لا يعنى أن استخدام المدخل التعددى Multidisciplinary Approach يقتصر على نوعية معينة من المنتجات، بل أن مجال تصميم وتصنيع المنتجات الاستهلاكية المحدودة الحجم مثل معدات إعداد الطعام كالخلاط وحتى المكواة الكهربائية قد بدأت تشهد نوع من التعاون بين علماء من شتى المجالات فى تصميمها.

وتفرض مشكلة التصميم المعقدة والمتشبعة هذه الحاجة الدائمة لمعالجة كم هائل من بيانات ومعلومات المنتج والمستهلك والمعارف الهندسية والتقنية، وتتناول اعتبارات استخداميه وظيفية وأدائية وقيم جمالية ومقومات تقنية تتعلق بعمليات الإنتاج والخامات المستخدمة. ويضاف إلى كل هذا متغيرات وظروف بيئة الإنتاج والاستخدام وغيرها. فالمعلومات المتوفرة لمصممى المنتجات اليوم فى مجالات الخامات والعمليات الإنتاجية ومتغيرات البيئة والاعتبارات المتعلقة بالمستخدم البشرى مثل قياسات جسمه وقدراته واهتماماته وذوقه، مثلا، لا يمكن لأى عقل بشرى استيعابها والاستفادة منها بشكل كامل. ويزيد الأمر تعقيدا عند بناء النظم والمنتجات المعقدة وهو أمر أكثر شيوعا اليوم عن ذى قبل ويتطلب إجراءات وعمليات طويلة ومعقدة وحل عدد كبير من العلاقات والمتطلبات وإيجاد صيغة تجمعها سويا

التصميم بطبيعته أيضا فى حاجة إلى التعديل والتغيير والتطوير والمتابعة المستمرة فى جميع مراحل بناء التصميم بما يتضمن حتى مراحل ما قبل وجود التصميم ذاته. كما تتضمن العملية التصميمية قدرا كبيرا من عمليات التحليل والتقييم والاستفادة من النتائج للوصول حلول تصميميه أفضل. وللحاسب كما هو معروف قدرة تحليلية عالية تعتمد على التحليل الرياضى الرقمى البالغ السرعة وإن لم يتوفر الإطار المناسب الذى يعمل الحاسب من خلاله، فإن هذا التحليل لن يمكنه أن يأخذ فى الاعتبار ظروف وملابسات اتخاذ القرار، ولن يمكنه بأى شكل أن يوفر العدد المناسب من البدائل المناسبة سواء فى الشكل أو الإمكانيات التى تدعم عمليات التحسين والتطوير.

وقد يتطرق ذهن البعض الى أن الذكاء الاصطناعى هو شيء غامض يتمثل فى بعض الآليات الصناعية البالغة التعقيد مثل الروبوت Robot أو ماكينات التحكم الرقمى Numerical Control. إلا أن الأمر أبسط من هذا بكثير. فبعض أوامر البرامج الشائعة مثل الفوتوشوب Adobe Photoshop الذى يستخدم فى معالجة الصور أو برنامج 33d Studio Max الذى يستخدم فى النمذجة و المحاكاة ، تستخدم قدرا كبيرا من الذكاء الاصطناعى. فأوامر تحسين جودة الصورة أوتوماتيكيا مثل Autolevel أو Autocolor هى نموذج مبسط لقدرات الذكاء الاصطناعى فى اكتشاف المشاكل والعمل على الاستجابة لها بشكل ذكى. وكذلك فإن بعض المرشحات Filters لها نفس القدرة فى استخدام قدر من

الذكاء الاصطناعى. كما أن الطابعة البسيطة التى تمتلكها لديها بعض من الذكاء الاصطناعى يسمح لها بالتعرف على نوع الورق والطباعة بكثافة حبر مناسبة. والأمثلة عديدة وفى متناول كل منا فى حياته اليومية.

لقد نشأ الذكاء الاصطناعى Artificial Intelligence, AI كأحد علوم الحاسب التى تهتم بدراسة وفهم طبيعة الذكاء البشرى ومحاكاتها لخلق جيل جديد من الحاسبات الذكية التى يمكن برمجتها لإنجاز مهام يحتاج إنجازها إلى قدرة عالية على الاستنتاج والاستنباط والإدراك وهى صفات يتمتع بها الإنسان وتندرج تحت قائمة السلوك الذكى له ولم يكن من الممكن من قبل أن تكتسبها الآلة.

وعلم الذكاء الاصطناعي يهدف أيضا إلى محاكاة بعض عمليات الإدراك والاستنتاج المنطقى التى يمارسها الإنسان بشكل تلقائى، بهدف إنجاز العديد من المهام الصعبة والمعقدة والدقيقة التى كانت تتم يدويا وذلك باستخدام ما يسمى بتقنيات الذكاء الاصطناعى المتقدمة. وهذه التقنيات يمكن أن تتكامل مع نظم المعلومات المبنية على الحاسب (Computer - Based Information Systems) لزيادة قدرات الحاسبات وتوسيع نطاق التطبيقات التى تتم باستخدام الحاسب.

أن فكرة تمتع الحاسب بنوع من الذكاء يشبه الذكاء الإنسانى فكرة مثيرة وشيقة فتحت آفاق التحدى لينطلق العلماء والباحثون لنقل هذه الفكرة من حيز الخيال الى أرض الواقع.

ما هو الذكاء الاصطناعي ؟

يختلف علماء الذكاء الاصطناعي في تعريفهم له. ويساعد على هذا الاختلاف أن مفهومنا لما يمكن أن يشكل الذكاء بصفة عامة مازال غامضاً وحتى تعريف الذكاء البشرى يشوبه الكثير من عدم الدقة. وأكثر قياسات الذكاء البشرى شيوعا هي ما يعرف بحاصل الذكاء Intelligence quotient IQ يشوب مصداقيته فى تقييم وقياس ذكاء شخص الكثير من الخلاف والجدل. ولذلك فليس من المستغرب أن يكون التعريف الخاص بذكاء الآلة وهو ما يتعرض له الذكاء الاصطناعي يشوبه أيضا قدرا مساويا من الخلاف والجدل إن لم يكن أكثر. وبرغم اختلافات العلماء فإن هناك إجماع على أن الذكاء الإصطناعى يتناول جانبان:

- تصميم وبرمجة الحاسبات لتحقيق مهام وأعمال تحتاج من البشر عادة إلى استخدام ذكائهم للقيام بها.
- محاولة تفهم كيف يفكر الإنسان وإعداد البرامج التي تشكل وتصوغ بعض السمات الهامة لعمليات الإدراك عند البشر وتوفر لمستخدم الذكاء الصناعى قدرة متميزة على التعميم والتجريد، والتعرف على أوجه الشبه بين المواقف المختلفة، والتكيف مع المواقف المستجدة، واكتشاف الأخطاء وتصحيحها لتحسين الأداء فى المستقبل.

والجانب الثانى هو ما يهم المصمم، بل وجميع العاملين فى فريق التصميم المتكامل. إذ أنه الجانب الذى يتفاعل من خلاله المصمم مع مشكلة التصميم من منطلق جديد هو استخدام قدرات الحاسب فى عمليات التحليل والتقييم وبناء الحلول.

حاول العديد من العلماء وضع مفهوم واضح لما يطلق عليه ذكاء اصطناعى وذلك حتى يسهل فهمه، ومن هؤلاء العلماء إيلين ريتش Elaine Rich الذى عرف الذكاء الاصطناعى على أنه "دراسة لكيفية توجيه الحاسب لأداء أشياء يؤديها الإنسان بطريقة أفضل". بينما يفترض نيلز نيلسون Nils Nilsson "إن هدف الذكاء الاصطناعي هو بناء آلات قادرة على القيام بالمهام التي تتطلب الذكاء البشرى" أما دونالد ميتشى Donald Michie فيقترح أن "الذكاء الاصطناعي هو اسم مهذب يطلق على نطاق المشاكل التي يصعب حلها إلا باستخدام الحاسب" . أما ادوارد فيجنبوم Edward Feigenbaum فيعرف الذكاء الاصطناعى بأنه "قدرة الحاسب الآلى على أداء مهام أو سلوكيات يوصف الإنسان بالذكاء عندما يؤديها وأن هدف الأبحاث في مجال الذكاء الاصطناعي هو بناء برمجيات قادرة على أداء مثل هذه المهام" . لكن تعريف مارفن منسكىMarvin Minsky للذكاء الصناعى أكثر عمومية حيث يقول انه "هو العلم القادر على بناء آلات تؤدى مهاما تتطلب قدراً من الذكاء البشرى عندما يقوم بها الإنسان" ويشترك معه مارتن ويك Martin Weik فى توصيفه للذكاء الاصطناعي بقدرة الآلة على القيام بالمهام التي تحتاج للذكاء البشرى عند أدائها مثل الاستنتاج المنطقي والتعليم والقدرة على التعديل والملاحظة والتلاؤم مع القيود التى يفرضها الوسط المحيط"

الذكاء الإنساني

يعرف العالم الأمريكى كريستوفر ايفانز الذكاء على أنه قدرة الإنسان على التلاؤم مع المتغيرات التى يتفاعل معها. وكلما زادت قدرة الإنسان على هذا التلاؤم كلما كان أكثر ذكاء: ويتميز الذكاء الإنساني بوجود قدرات خاصة تتخلص في:

- الفهم الجيد للأحداث وتحديد أهم عناصرها استخدام المعارف المكتسبة لفهم البنية المحيطة وأن يكون رد الفعل مرتبا وبطريقة متأنية غير مندفعة . ويشمل هذا التمييز الدقيق بين القضايا والتوصيل من الجزئيات إلى العموميات واستبعاد المعلومات غير المناسبة
- اكتساب المعلومات والتعلم والفهم من واقع الخبرة المكتسبة من خلال الممارسة الفعلية والتطبيق العلمي والخبرة المكتسبة
- القدرة على فهم وتحليل المواقف الغامضة وغير التقليدية باستخدام أسلوب الاستنتاج المنطقي واستخلاص نتائج مفيدة من مواقف مبهمة أو متداخلة وكذلك القدرة على ربطها بالمواقف المتشابهة .
- القدرة على اكتشاف الأخطاء وتصحيحها وصولا إلى تحسين الأداء في المستقبل.
- القدرة على اكتساب المعرفة واستخدامها في حل المشاكل والقضايا التي يتصدى لها الإنسان جنباً إلى جنب مع خبرته في الحياة وتقديره للمواقف.
- القدرة على استنباط القوانين العامة من الأمثلة المحدودة ومعرفة جوهر الأشياء وذلك بالتمييز بين أنواع المعلومات المختلفة .
- القدرة على اتخاذ القرارات الصحيحة بناء على الإدراك الحسي والعقلي لجوانب المشكلة والاحتمالات الواردة ونتائج كل هذه الاحتمالات ومعرفة النتائج المنشودة وأفضل القرارات التي تؤدى إلى تحقيق هذه النتائج .
- القدرة على الاستجابة بمرونة تامة وسرعة لمختلف المواقف مع عدم الانحياز الخاطيء بمعنى أن الإنسان ليس مقيدا بإتباع سلوك معين عند تعرضه لنفس الموقف بطريقة تكرارية متشابهة لأن ذلك يعد سلوكا آليا ونمطيا وليس سلوكا ذكيا .
- التلاؤم البشرى Adaptation وهو ما يعرف بالبرمجة الذاتية Self-Programming ، بمعنى قدرة الإنسان على اكتساب مهارة جديدة تضاف إلى مجموعة المهارات التى يتميز بها . فالذى يتعلم مهارة العزف على آلة موسيقية معينة وإتقانها يمكن اعتباره، من جهة نظر هذا التعريف، أكثر ذكاء ممن يكون غير قادر على أداء هذا.
- نقل التجربة والخبرة الذاتية إلى مواقف ومجالات جديدة للتعرف على أوجه التشابه في هذه المواقف والتعامل معها .

علم الإدراك Cognitive Science

إذا نظرنا إلى الشبكة العصبية للإنسان نجد أنها عبارة عن تجمع من عدة آلاف من الخلايا العصبية التى يصل عددها إلى ١٠٠ بليون خلية وهى شديدة التداخل وتنتشر فى مجموعات تسمى شبكات ، ولا تموت لذلك يستطيع الإنسان الاحتفاظ بمعلوماته التى يتم تخزينها من لحظة ميلاده إلى يوم وفاته. وقد تضعف بعض هذه الخلايا مما يؤدى إلى فقد فى المعلومات التى تحتفظ بها وهو ما يعرف بالنسيان أو الفقد الجزئى للذاكرة .

ولأن الجهاز العصبى المركزى التابع لسيطرة المخ وتحكمه هو المسئول عن السلوك المتسم بالذكاء نجد أن الدور الذى تلعبه الخلية العصبية الواحدة فى أداء هذا السلوك دور رئيسى وفعال . وهذا الدور المؤثر للخلية العصبية تجاه السلوك الذكائى للإنسان هو الذى دفع المهتمين بدراسة ذكاء الإنسان ومحاولة الوصول إلى أسراره ومحاولة إيجاد نموذج آلى يحاول محاكاته من هنا نشأت فكرة بناء الخلية العصبية الاصطناعية وتجميع هذه الخلايا فى شبكات تحاكى الشبكة العصبية للإنسان .

من هنا نشأ علم الإدراك Cognitive Science أو علم المعرفة وهو أحد علوم الذكاء الاصطناعي ويستخدم علماء الذكاء الاصطناعي تقنيات عديدة للارتقاء بمستوى ذكاء الحاسب منها النمذجة Modeling أو محاكاة Simulation للحصول على نماذج للذكاء البشرى يمكن برمجتها .

سمات نظم الذكاء الاصطناعى

هناك بعض السمات المشتركة فى نظم الذكاء الاصطناعى لعل أهمها ما يلى :

- التمثيل الرمزى Symbolic Representation
- المعالجة المرمزة Symbolic Processing
- الحدس Heuristics
- الاستدلال Inference
- تمثيل المعرفة Knowledge Representation
- التعامل مع البيانات غير الكاملة أو المتضاربة In-complete or Confection Data
- القدرة على التعلم The ability to learn
- القدرة على الفهم: Ability to understand

التمثيل الرمزى Symbolic Representation

السمة الأولى لبرامج الذكاء الاصطناعى هى أنها تستخدم أساساً رموزاً غير رقمية وهى فى هذا تشكل نقضاً صارخاً للفكرة السائدة أن الحاسب لا يستطيع أن يتناول سوى الأرقام ، فعلى المستوى القاعدى يتكون الحاسب من أجهزة ثنائية binary devices ، لا يمكن لها أن تتخذ إلا أحد وضعين اتفق على أن يرمز لها بـ " ١ أو صفر " . وقد أدى اختيار هذين الرمزين إلى انتشار الفكرة القائلة إن الحاسب لا يستطيع أن يتفهم سوى "نعم أو لا ". ولكن إذا نظرنا للإنسان ، مستوى الخلايا العصيبة neurons لوجدنا أن الفهم الإنسانى يعتمد أيضاً على الوضع الثنائى مما يشير إلى إمكانية التعبير عن الأفكار والتصورات والمفاهيم البالغة التعقيد واتخاذ القرارات بتشكيلات متطورة من هذه الأوضاع أو الحالات الثنائية . ولا شك أن هذه الإمكانية تجعل محاكاة عملية اتخاذ القرارات بواسطة الحاسبات ممكنا.

المعالجة المرمزة Symbolic Processing

تستخدم الرموز Symbols عادة للحصول على علاقات لها معنى. وعند تمثيل هذه العلاقات فى برامج الذكاء الاصطناعى تكون فى شكل تراكيب مرمزة Symbolic Structures . وعند تناول مشكلة لحلها يقوم برنامج الذكاء الاصطناعى بمعالجة هذه الرموز لينتج عنها معلومات يتم تمثيلها. ويتم معالجة هذه الرموز باستخدام "خوارزميات Algorithms" تمثل خطوات مرتبة ومحددة ببداية ونهاية وتساعد هذه الخوارزميات فى الحل بطريقة غير تقليدية قد تكون بعيدة كل البعد عن المنهج البشرى فى الوصول الى الحل.

الحدس Heuristics

الحدس هو التوقع المبنى على الخبرة التجريبية. ويتمثل هذا فى اختيار إحدى طرق الحل التى تبدو ملائمة مع إبقاء الفرصة فى نفس الوقت للتغيير إلى طرق أخرى فى حالة عدم توصل الطريقة الأولى إلى الحل المنشود فى وقت مناسب . ويحاول الذكاء الاصطناعى محاكاة الحدس الذى يشكل عنصر ا هاما من عناصر الذكاء عند الإنسان مستعينا بالمعالجة المرمزة للمعلومات وليس بأسلوب المعالجة العددية .

الإستدلال Inference

الاستدلال هو أحد عمليات الاستنتاج المنطقى فمثلا عندما تنظر من النافذة لتجدها مظلمة فأنك تستدل من ذلك على أن الليل قد حل. وبالرغم من أننا لا يمكننا رؤية الليل إلا أن أثره ساعدك على الوصول إلى استنتاج منطقى ساعدك على تقدير الوقت مثلا. والذكاء الاصطناعى قادر علىإكساب الآلات القدرة على القيام بعمليات الاستدلال بأساليب عديدة أهمها أسلوب مطابقة الصور Pattern Matching . وهذا الأسلوب هو نفس أسلوب الذكاء الاصطناعى فى التعرف على الصورة حتى يمكن وصف الأشياء آو الأحداث أو العمليات عن طريق خصائصها النوعية والمنطقية. فمثلا عندما تعرض صورة ما على الحاسب فإنه بطابقها مع الصور التى يختزنها ويحاول عن طريق بعض العمليات الحسابية والمنطقية التعرف عليها.

تمثيل المعرفة Knowledge Representation

تختلف برامج الذكاء الاصطناعى عن برامج الإحصاء فى أن بها " تمثيل للمعرفة " فهى تعبر عن تطابق بين العالم الخارجى والعمليات الاستدلالية الرمزية بالحاسب . ويمكن فهم تمثيل المعرفة هذا بيسر لأنه عادةً لا يستخدم رموزاً رقمية . فقد يستخدم أحد برامج تشخيص مشاكل الحاسب System Diagnosis القاعدة التالية فى تشخيص حالة الحاسب. "إذا كانت هناك مشكلة فى قراءة أجزاء من القرص الصلب أو الكتابة إليها ، فإن هناك احتمالاً قوياً بأن هناك تلف مادى فى واحد من الأقراص المغناطيسية التى يحتويها. ويكون التعبير عن مثل هذه القاعدة فى برامج الذكاء الاصطناعى بوضوح وإيجاز وبلغة أقرب ما تكون إلى لغتنا الطبيعية .

البيانات غير الكاملة أو المتضاربة In-complete or Confection Data

تتمثل السمة الرابعة لبرامج الذكاء الاصطناعى فى قدرتها على التوصل لحل المسائل حتى فى حالة عدم توفر جميع البيانات اللازمة وقت الحاجة لاتخاذ القرار . ويحدث ذلك كثيراً فى الطب حين لا تكون نتائج التحاليل جاهزة وحالة المريض لا تسمح بالانتظار ولا يستطيع الطبيب فى هذه الحالة انتظار نتائج التحاليل التى سيستفيد منها بالتأكيد ويضطر إلى اتخاذ قرار سريع .

القدرة على التعلم The ability to learn

تمثل " القدرة على التعلم من الأخطاء " أحد معايير السلوك المتسم بالذكاء وتؤدى إلى تحسين الأداء نتيجة الاستفادة من الأخطاء السابقة . ويجد الباحثون فى علم الذكاء الاصطناعى صعوبة فى تحديد الحالات التى يكون التعميم فيها جائزاً وإدراك الأحوال التى لا يصح فيها التعميم . كما يجدون نفس القدر من الصعوبة فى تحديد السياق الذى يكون التماثل analogy فى إطاره صحيحاً ووجد باحثو الذكاء الاصطناعى فى قدرة الإنسان على استبعاد المعلومات غير المناسبة مشكلة دقيقة للغاية ، ذلك أن من المميزات الهائلة للحاسب ، والتى جعلته مفيداً فى أغراض عديدة هى أنه بخلاف العقل الإنسانى قادر على عدم نسيان الأشياء.

القدرة على الفهم: Ability to understand

هناك عدد من المعايير التى تعكس كل منها إحدى درجات الفهم المتعددة ومن هذه، القدرة على إجابة الأسئلة بطرقة ملائمة. فإذا وجهنا السؤال التالى "هل الاسكندرية هى عاصمة مصر؟" فإن الإجابة البسيطة "لا" تكون ملائمة ، ولكن " لا ، إنها القاهرة " أو لا ، الاسكندرية هى اكبر المدن بعد القاهرة " تكون أكثر ملاءمة . وهناك معيار آخر هو القدرة على استنتاج النتائج المحتملة ، أو الممكنة. إن إحدى المكونات الهامة لقدرتنا على الفهم هى إدراكنا أنه يمكن الإشارة إلى نفس الشىء أو الشخص بعدة طرق ، كما يحدث عندما يستبدل اسم شخص أو مجموعة بضمير .

مجالات أبحاث الذكاء الاصطناعى

إن عدم وجود تعريف دقيق وقاطع للذكاء الاصطناعي يؤدي إلي صعوبة فهمه لذا فإنه قد يكون من المفيد إلقاء الضوء على الذكاء الاصطناعى وأهميته عن طريق التعرف على المجالات البحثية العديدة التى يشملها مثل :

- **هندسة المعرفة Knowledge Engineering**
- **النظم الخبيرة والنظم المبنية على المعرفة Expert Systems Es.**
- **معالجة اللغات الحية Natural Language Processing .**
- **محاكاة الحواس الإنسانية (البصر ، ، السمع ، الشم)**
- **البرمجة الآلية Automatic Programming .**
- **التخطيط وصنع القرار Planning & Decision Making .**
- **الإنسان الآلي Robotics .**

وسنتناول فيما يلى عددا من هذه المجالات الأساسية للذكاء الاصطناعى ،

أولا: هندسة المعرفة Knowledge Engineering

يمكن تعريف هندسة المعرفة على أنها فن استخدام المبادىء Princples والأدوات Tools الخاصة بأبحاث الذكاء الاصطناعى لحل مشاكل التطبيقات الصعبة التى تحتاج لمعلومات الخبراء Experts لحلها ، وتعتبر الية اكتساب هذه المعرفة وتمثيلها واستخدامها بطريقة مناسبة لبناء وشرح طرق الاستنتاج المنطقى من العوامل الهامة جداً فى مجال هندسة المعرفة ، وخاصة مجال النظم المبنية على المعرفة Knowledge-Based systems . وتشمل هندسة المعرفة مهاماً عديدة تبدا بجمع المعرفة من الناس او من المصادر الموثقة Documented Sources فى عملية تسمى اكتساب المعرفة وهى اما يدوية Manually أو آلية Automatic ثم تنظم هذه المعرفة المجمعة فى قاعدة المعرفة - والاستفادة من هذه المعرفة تتم باستخدام أسلوب الاستنتاج المنطقى Reasoning أو الاستدلال Inference أو الإجراءات Procedures . وتتم معالجة المعرفة بغرض قدر معين من الثقة او المصداقية Certainty وهناك العديد من الإجراءات المتاحة لمعالجة المعرفة غير المؤكدة Uncertain Knowledge. ومن الأهداف الرئيسية لهندسة المعرفة بناء برامج مستقلة تتيح التغيير والإضافة فى وحدة مستقلة واحدة دون التأثير على عمل باقى الوحدات الأخرى المستقلة ويعتبر ذلك فصل تراكيب المعرفة Knowledge Structure عن آليات التحكم Control Mechanisms

ثانيا: النظم الخبيرة Expert Systems .

بمكن تسمية أى نظام يقوم بتشغيل المعلومات والاستفادة منها فى مجال معين بالنظام الخبير. النظام الخبير هو تطبيق من تطبيقات الحاسب وقد يكون مجرد برنامج يصمم خصيصا ليقوم بعمل الخبراء Experts في مجال معين أي من الممكن استشارته عند القيام بعمل معين في المجال الذي ينتمي إليه هذا النظام ويعرف كذلك بالنظام المبني على المعرفة Knowledge Based System .

وتتكون معظم النظم الخبيرة من خمسة أجزاء رئيسية :

قاعدة المعرفةKnowledge Base : تتكون قاعدة المعرفة من حقائق Facts عن مجال معين وقواعد علمية أو منطقية تحدد كيفية استخدام تلك الحقائق ويوضح مكونات قاعدة المعرفة لأحد النظم الخبيرة وهى تحتوى على مجموعة المعارف والخبرات اللازمة لحل مشكلة ما فى المجال الذى؟ النظام الخبير من أجله .

آلة الاستدلال Inference Engine: بواسطتها يتم انتقاء المعرفة المناسبة لحل المشكلة تحت الدراسة واستنتاج المسببات التى توصل لهذا الحل .

واجهة المستخدم User Interface: وبواسطتها يتم الاتصال بين المستخدم والحاسب فى صورة حوار تفاعلى بأقرب اللغات التى يتفهمها المستخدم وفى حالى تصميم المنتجات يكون عادة لغة التخاطب هى الرسوم والقطاعات والمساقط .

وحدة الشروح والتوضيح Interpretation: وهى جزء مكمل لواجهة المستخدم إذ تتضمن التعليمات والمساعدة التى يمكن من خلالها توضيح ما يجرى للمستخدم. كما تقوم أيضا بنقل ما يقوم به من عمل الى وحدات الحاسب التى تتعامل معها أيضا.

وحدة تعديل وتحديث المعرفة Unit tune-up: وبواسطتها يتم إضافة وحذف وتعديل المعرفة والخبرة بقاعدة المعرفةن سواء كان ذلك من خلال المعلومات المحدثة أو الخبرات المتراكمة.

ثالثا: معالجة اللغات الحية Natural Language Processing .

وهذه تعنى ان يجعل الحاسب وسيلة الاتصال بينه وبين الإنسان (فى المدخلات والمخرجات) هى اللغة الحية التى يتعامل بها البشر مع بعضهم البعض .

رابعا: محاكاة الحس البشرى Senses recognition .

الرؤية بالحاسب Computer Vision : تمثل الرؤية بالنسبة للإنسان الوسيلة التي تجعله يشعر بالوسط المحيط به كذلك فإن الهدف من مجال الرؤية بالحاسب Computer Vision ويسمى أيضاً التعرف على الصور Pattern Recognition هو جعل الحاسب قادرا على رؤية الوسط المحيط به والتعرف عليه وتتم هذه العملية عن طريق توصيل الحاسب بكاميرا للتصوير تساعد على استقبال صور للوسط المحيط ولكن تفسير هذه الصور والتعرف على ما تمثله بالنسبة

للحاسب من أصعب المهام التي تعترض علماء الذكاء الاصطناعي وحاليا يوجد تطبيق لتلك الأبحاث والذي يستخدم الرؤية بالحاسب مثل الإنسان الآلي وهو ببساطة عبارة عن كاميرا تليفزيونية وذراع آلية ويمكنها التعرف على الأجسام ونقلها من مكان لأخر وهذا الإنسان الآلي يختلف عن النسخ التقليدية منه في أنه لا يقوم بأداء المهام حسب برنامج مخزن به فقط ولكنه أيضاً يكون قادرا على تغيير وظيفته وتكيفها حسب الوسط المحيط به .

التعرف على الكلام Speech Recognition : الهدف من معالجة اللغات الحية كما أوضحنا هو جعل الحاسب قادرا على التفاعل والاتصال بالإنسان عن طريق التعرف على لغته الحية من خلال الجمل المعطاة أليه عن طريق لوحة المفاتيح أما مجال التعرف على الكلام Speech Recognition فهو يجعل الحاسب أكثر تفاعلاً مع المستخدم حيث أنه يبحث في الطرق التي تجعل الحاسب قادرا على التعرف على حديث الإنسان أي أن الإنسان يصبح قادرا على توجيه إلى الحاسب شفهيا ويقوم الحاسب بفهم هذه الأوامر وتنفيذها . لقد مولت وكالة مشروع الأبحاث المتقدمة (ARPA) بوزارة الدفاع فى الولايات المتحدة الأمريكية برنامجاً استمر سنوات طويلة للبحث فى التعرف على الكلام المتصل . وكان هدف البحث هو إنتاج برنامج للحاسب قادر على تحليل الجمل صحيحة البناء من واقع قاموس لغوى يضم حوالى ألف كلمة وتنحصر الجمل فى مجالات محدودة وعلى ألا تتعدى نسبة خطأ البرنامج عشرة بالمائة . ومن أهم المشروعات التى قام بها البرنامج مشروع ميرتيل Myrtille الذى يمكنه أن يتعرف على جمل محدودة جداً من لغات اصطناعية مستخدماً عدداً من المفردات لا تتجاوز المائة . كما استخدم ميرتيل فى ميدان علم الظواهر الجوية ، بمفردات يبلغ عددها ٣٧٥ كلمة.

خامسا: البرمجة الآلية Automatic Programming .

البرمجة هي الوسيلة التي من خلالها يمكنها إبلاغ الحاسب بتنفيذ العمليات التي نريد منه القيام بها ويمر إنتاج البرنامج بمراحل عديدة مثل تصميم البرنامج ثم كتابته ثم اختباره ثم تنقيحه وأخيراً تقييمه وبعد التأكد من صحته يتم إنتاجه. أما الهدف من البرمجة الآلية فهو إنتاج البرامج الذكية والتي تستخدم كأداة جيدة في مساعدة المبرمجين في تسهيل إنتاج برامجهم ويوجد هدف أسمى للبرمجة الآلية وهو إنتاج البرنامج الذكي الذي يستطيع أن يحدد الإجراءات التى ينبغى إتباعها (أى أن ينتج برنامجه بنفسه) عند إعطاؤه تفاصيل المشكلة ليقوم هو بتصميم وإنتاج البرنامج .

الإنسان الآلي Robot

كلمة روبوت Robot لكلمة مأخوذة عن اللفظة التشيكية robota التي تعني (العمل) أو (العمل الإلزامي). والروبوت ليس شيئا جديدا، ونستطيع القول إنه يرقى إلى القرن الأول للميلاد عندما صنع هيرون Hero الإسكندري تمثالا يتحرك وينحني بواسطة الهواء الساخن. ومن أشهر (الروبوتات)) في التاريخ ذلك الذي صنعه بيير وهنري دروز Droz عام ١٧٧٣ وقد عرض في باريس عام ١٧٨٣ فكان يغمس ريشته في الحبر ويرسم خطوط الصورة الأولية ثم يظللها، رافعا يديه بين الفينة والفينة ليتأمل ما رسم بعينين قلابتين. وفي القرن الثامن عشر صنع البارون فون كامبيلين Kempelen ربوطا دعاه (التركي) وكان هذا الروبوت يلعب الشطرنج ببراعة فائقة، وكثيرا ما هزم في هذا الميدان نجوم اللعبة أنفسهم. وقد أعجب الأمبراطور جوزيف الثاني بهذا الروبوت إعجابا كبيرا فأرسله إلى مختلف البلاطات الأوروبية ليمتع به أربابها. وفي العصر الحديث صنعت روبوتات متعددة قادرة على السير، وعلى صعود السلالم وهبوطها، والقيام ببعض الأعمال المنزلية والمكتبية.

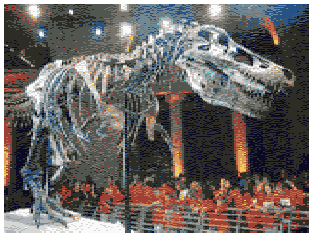
شكل ١-٢ تختلف أشكال الروبوت وفقا للمهمة المصممة لها

ميزات استخدام الروبوت

من أهم مميزات استخدام الروبوت فى الصناعة:

- زيادة واضحة فى الإنتاجية ، يمكن لروبوت واحد فى وحد من وحدات الإنتاج أن يرفع من الكفاءة الإنتاجية للنظام إذا ما أحسن استخدامه.
- تقليل النفقات، يترتب على استخدام الآليات الذكية مثل الروبوت خفضا فى الإنفاق الاستثمارى على المدى الطويل، ولكن هذا بالطبع لا ينطبق على المهام المحدودة أو المشروعات الصغيرة.
- التغلب على النقص فى مهارة الأيدي العاملة ، إذ حل محل العمالة اليدوية فى العديد من المهن التى كادت ان تنقرض او الصعبة فى ادائها.
- توفير المرونة فى الأعمال الصناعية ، إذ يمكن إعادة برمج الروبوت للعمل فى أعمال مختلفة كما أن بعض أجهزة الروبوت يمكنها تغيير مسار عملها لتؤدى مهمة ثانوية إذا ما تطلب الأمر ذلك.
- تحسين نوعية الإنتاج وجودته وتشير المعلومات الواردة من مصانع طلاء المعادن إلى أن نوعية الإنتاج قد تحسنت بشكل ملحوظ باستخدام روبوت.
- استخدامه فى الأعمال التى يمثل القيام بها خطورة كبيرة على حياة البشر
- تجنيب الإنسان الإصابة بالملل من الأعمال التكرارية.
- تجنيب الإنسان التعرض للأنشطة الملوثة للبيئة

شكل ١-٣ روبوت فى شكل العاب اطفال



شكل ١-٥ روبوت لفحص جودة المنتجات

شكل ١-٤ الروبوت بهيئة ديناصور متحرك

شكل ١-٦ روبوت للاعمال المنزلية

شكل ١-٧ روبوت يعزف على آلة الاورجان

شكل ١-٨ روبوت يحاكى التعبيرات البشرية

شكل ١-٩ الروبوت فى الاعمال العسكري

شكل ١-١٠ الروبوت يمارس مهن مدنية

التصنيع بالحاسب

مفاهيم أساسية:

التصنيع بالحاسب والتصنيع بمعاونة الحاسب والتصنيع باستخدام الحاسب كلها مرادفات لمعنى واحد أطلق عليه باللغة الإنجليزية Computer Aided Manufacturing الذى يختصر إلى الحروف CAM. ويتضمن هذا المجال الآخذ فى النمو والانتشار فى كافة مجالات الإنتاج، الاستفادة من تقنيات الحاسب فى توجيه أنواع من الماكينات رقميا أو أوتوماتيكيا لإنتاج منتجات تتميز بالدقة بسرعة عالية.

توفر تكنولوجيا الكام CAM الوقت والتكلفة فى الإنتاج والتسويق وذلك بتحويل تصميمات الحاسب CAD إلى نموذج مادى دقيق للغاية كما تسمح بعمل المنتجات النهائية الاستخدامية خاصة ذات التفاصيل الدقيقة المعقدة بشكل سريع . وتتعدد أشكال نظم الكام فمنها ما يستخدم لإنتاج الأحجام الكبيرة من المنتجات كأجزاء السيارات والقطارات والطائرات ومنها ما يستخدم لإنتاج الأحجام الصغيرة منها كالحلى وقطع المجوهرات .

يستخدم الكمبيوتر كمساعد للتصنيع CAM ليس فحسب فى التحكم فى ماكينات التشغيل على اختلاف أنواعها كالمخارط ، المثاقب ، .... الخ ، وإنما أيضا فى عمليات التخطيط والتحكم فى الإنتاج ولقد تحقق التكامل بالفعل بين التصميم والإنتاج بفضل الاستخدام المتنامى لتكنولوجيا الحاسبات فيما يسمى بنظم تكامل التصميم والتصنيع بمعاونة الحاسب CAD/ CAM Integrated Systems ويقوم العمل فى هذه الأنظمة على استخدام المعلومات والبيانات الناتجة من عملية التصميم بالكمبيوتر CAD Processمباشرةً فى إجراءات التصنيع بالكمبيوترCAM Procedures .

ويتصف نظامى التصميم بمساعدة الحاسب CAD والتصنيع بمساعدة الحاسب cam فى تكاملهما معا

بفاعليتهما فى إتاحة الفرصة للصناعة الهندسية للوصول إلى أعلى مواصفات التصميم والتصنيع الهندسى ، وفى نفس الوقت تحقيق أهداف الإنتاج ٠
المصانع الرقمية

ثانيا: مزايا نظم التصنيع بالحاسب

من الممكن الحصول على مزايا قوية من نظام CAD/CAM فى الانتقال من مراحل التخيل والتصور لشكل المنتج الى وضعه حيز التنفيذ سواء كان ذلك كنموذج اولى او كمنتج استخدامى. ولعل أهم هذه المزايا، تقليل العمل اليدوى الشاق وتحسين الاستمرارية "التطوير" والدقة فى كل من التصميم والتصنيع وبالإضافة إلى ذلك تشمل النتائج طويلة الأمد تحسن الجدولة وتتابع عمليات التشغيل والرقابة والاتصال بين أجزاء الوحدة الإنتاجية. لكن المزايا الحقيقية هى:

- التصميم الأمثل Optimum Design
- تصميم المنتجات والنظم المعقدة Complex Design
- سهولة تطوير وتحسين جودة المنتج Well-developed design
- الاستخدام الأمثل للموارد Optimum use of resources
- خفض تكاليف الإنتاج Low Cost Production
- منتج متميز ذى صفات خاصة Distinguished Design
- استخدام مواد وخامات آمنة ومتطورة Safer Materials
- الملائمة المكانية والحيز المحدود Limited Space requirements
- حلول تصميمية مبتكرة Creative Design Solutions
- جودة انتاجية عالية High Product Quality
- تطبيقات واستخدامات متنوعة Wide range of Applications
- بديل متميز فى المنتجات الدقيقة Distinctive Alternative

أ. التصميم الأمثل Optimum Design:

ظهر بشكل واضح انه من أهم المزايا الملموسة للغاية عن طريق تطبيق نظام CAD/CAM المقدرة على التوصل إلى التصميم الأفضل أو الأمثل بصورة فعلية وكذلك إجراء التباديل اللازمة فى وقت اقصر وتكاليف اقل ، والهدف النهائى هو التوصل إلى تحكم كامل للكمبيوتر على أنظمة الإنتاج والتصنيع ٠ بحيث تسيطر الواصفات المحددة والمعايير الصناعية الثابتة على بناء المنتج بحيث يخرج للعالم منتجا متكاملا تمت السيطرة على كل جزيئاته وعناصره.

ب- تصميم المنتجات والنظم المعقدة Complex Design :

إن حل معظم مشاكل التصميم المعقدة والمتعددة البيانات لا يمكن التعامل معها بسهولة إلا باستخدام الحاسب الآلي٠ وتتطلب الحسابات الفنية لتصميم المنتجات المعقدة أو حتى بعض المنتجات البسيطة تناول كما هائلا من المعلومات والاعتبارات التى قد تتضمن قدرا كبيرا من حسابات معقدة لمقاومة الخامات للضغوط الميكانيكية والتحميل والاجهادات ومدى استجابة الخامة لعمليات التشغيل المتتابعة ثم استجابتها لأنواع الاستخدام فيما بعد ظهور المنتج النهائى. كما يتضمن أيضا قدرا مساويا من الحسابات الكمية والنوعية للخامات وعمل وتحديد المواصفات وبناء الجداول الخاصة بها وتحديد التوافق الهندسى والبيئى لها.

جـ. سهولة تطوير وتحسين جودة المنتج Well-developed design:

تبدأ العمليات الإنتاجية وتحديد مواصفات الجودة لمنتج ما مبكرا جدا فى مراحل التصميم الأولى. فعند عملية التصميم يحدد المصمم العناصر التى سيتعامل معها والرموز والأجزاء القياسية التى سيتداولها. ثم يكون عليه أن يخزنها لتكون دائما فى متناوله لكى يسترجعها فى أى وقت بسرعة فائقة ليستخدمها فى أى رسم جديد أو تصميم جديد أو حتى فى تعديل التصميم القائم.

د. الاستخدام الأمثل للموارد Optimum use of resources:

يتيح الحاسب إمكانية ترشيد استخدام الموارد من الخامات والمكونات والطاقات المتاحة والمطلوبة للتصميمات الهندسية والصناعية. فيمكن له من خلال قاعدة البيانات الموجودة لديه عن كافة أجزاء منتج ما:

- أن ينتج قوائم الخامات وقوائم ومعايير ومحددات مراقبة الجودة وأساليب الاختبار ومعداتها،
- استحداث برامج تراقب مناطق الاتصال والتداخلات بين الأجزاء وتحلل البناء الهيكلى Structure وتجرى تقييما مستمرا للمساحات والحجوم والأوزان لأى جزء من أجزاء المنتج.
- حساب ملائمة الخامات المختارة للأحمال والإجهادات التى قد تطرأ على الخامات فى أثناء عمليات التشغيل التى وقع الاختيار الفعلى عليها أو عند الاستخدام الفعلى للمنتج.

هـ. خفض تكاليف الاتاج Low Cost Production

يندرج فى هذا النطاق كل عمليات خفض التكلفة والوقت والفاقد فى كل مراحل العملية التصميمية

وعمليات الانتاج المختلفة. ومنها خفض تكاليف التصميم والانتاج من خلال خفض ساعات العمل فيهما.

و. منتج متميز ذى صفات خاصة Distinguished Design:

تتميز نظم الكام بدقة لا مثيل لها فيما نعرفه من نظم الإنتاج الأخرى فى إنتاج النماذج والمنتجات سواء كان ذلك فى القدرة الواسعة لهذه النظم لتنفيذ التقنيات المعقدة او فى إنهاء الأسطح بملامس ودرجات نعومة لم تكن متاحة من قبل فى أى من نظم الإنتاج التقليدية المعروفة.

ز. استخدام مواد وخامات آمنة ومتطورة Safer Materials:

تتوافق معظم تقنيات التصنيع بالحاسبات مع استعمال مواد آمنة صحيا وبيئيا Non–Toxic & echo-friendly لا تؤثر على الصانع أثناء تداولها فى مراحل العمليات الإنتاجية المختلفة، كم أنه وبنفس القدر ليس لها تأثير على مستخدم المنتج عند تمام صنعه. كما تتوافق أيضا مع استخدام خامات وسيطة سريعة الذوبان، لا ينتج عنها مخلفات من رماد كما أن هذه الخامات الوسيطة التى تتوافق معها موفرة للطاقة بشكل واضح فلها درجة حرارة انصهار منخفضة إلى حد كبير.

ح. الملائمة المكانية والحيز المحدود Limited Space requirements:

ماكينات التشغيل بنظم الكام يمكن أن تكون صغيرة الحجم إلى حد بعيد، مما يوفر عدم الحاجة إلى حيز كبير إذ قد يكفى حيز محدود كجزء من غرفة مثلا لاستيعابها. الأمر الذى يمكن المصمم من اقتناء نماذج منها لإنتاج نماذجه الأولية بشكل ميسور.

ط. حلول تصميمية مبتكرة Creative Design Solutions:

تتميز نظم الكام ليس فحسب بدقة لا مثيل لها فيما نعرفه من نظم الإنتاج الأخرى فى إنتاج النماذج والمنتجات مما يعطى المصمم الحرية فى التصميم دون النظر فى إمكانية التنفيذ. بل وأيضا القدرة الواسعة على العمل حتى إذا احتوى التصميم على عناصر صعبة التشغيل بالماكينات التقليدية كوجود تجاويف ضيقة أو وجود فتحات محجوبة جزئيا (Under cut)

ى. جودة انتاجية عالية High Product Quality:

يمكن أن تعطى جودة إنتاجية عالية جدا تطابق أعلى المواصفات العالمية وبإنهاء وتشطيبات عالية الجودة Excellent casting quality مما يجعلها أحيانا لا تحتاج إلى عمليات إنهاء تعقب إنتاجها.

ك. تطبيقات واستخدامات متنوعة Wide range of Applications:

تستخدم نظم الكام فى التطبيقات الطبية فى عمل الأجهزة التعويضية وبدائل أعضاء الجسم الدقيقة جداً فقد ثبت نجاحها فى زرع الفقرات فى جسم الإنسان، بنفس درجة النجاح الذى يمكن أن تستخدم به فى إنتاج الأجزاء الآلية والمنتجات الصغيرة العالية الدقة ، حتى أنه قد أمكن استخدامها فى صنع التركيبات الطبية والمفاصل الصناعية وبعض الأعضاء الدقيقة جداً فى جسم الإنسان ، مثل بديل لعظام الفقرات أو عظام الأطراف فى جسم الإنسان.

ل. بديل متميز فى المنتجات الدقيقة Distinctive Alternative:

تستخدم فى عمل نماذج لمنتجات صغيرة كقطع الحلى وأجزاء المنتجات الدقيقة كالساعات ومكونات الحاسبات أو أى نماذج مماثلة فى الحجم قد لا يتجاوز حجمها ملليمترات قليلة.

توفر منتجات ذات دقة متناهية حتى أنه قد أمكن توظيفها بنجاح بالغ فى صنع التركيبات الطبية والمفاصل الصناعية وبعض الأعضاء الدقيقة جداً فى جسم الإنسان ، مثل الأسنان الصناعية وبدائل لعظام الفقرات أو عظام الأطراف فى جسم الإنسان.

ثانيا: نظم التصنيع بالحاسب:

ويندرج تحت هذا المجال عددا كبيرا من التقنيات الهندسية أهمها تقنيات تستخدم للإنتاج والتحكم والتصنيع والنمذجة، وغيرها من العمليات التصميمية أو الصناعية سواء التى تسهم مباشرة فى تصنيع المنتج أو بشكل غير مباشر فى العمليات المساعدة لها . ويمكن تقسيم هذه التقنيات إلى:

تقنيات الإنتاج والتصنيع manufacturing Technology :

- التحكم الرقمى NC
- التحكم الرقمى بالحاسبات CNC
- الإنسان الآلى "الروبوت" Robotics
- الميكنة عالية السرعة High Speed Machining
- النمذجة الأول السريع Rapid Prototyping
  - v التشغيل بالليزر Laser Machining
  - v الطابعات ثلاثية الابعاد3D Printers and Plotters
  - v البناء الطبقى ثلاثى الابعاد 3D Layer Structure

المكونات الأساسية لنظم التصنيع بالحاسب:

أى نظام للتصنيع بالحاسب لابد وأن يتضمن قدرا من المكونات الآتية:

١.ماسح ضوئى أو مرقم ثلاثى الأبعاد 3D Scanners and Digitizers
٢.حزمة برامج للنمذجة (بناء تصور ثلاثى الأبعاد) 3d modeling software
١. برنامج للإظهار المجسم Renderer
٢. برنامج لتحويل النموذج الى مسار الأداة NC toolpath generation
٣. برمجيات إنتاج كود النماذج الأولى السريعة Rapid prototyping STL Code
٤. ماكينات إنتاج النماذج الأولى السريعة Rapid prototyping
٥. ماكينات التصنيع بالتحكم الرقمى CNC machines

وليس بالضرورة أن تكون كل هذه المكونات متضمنة فى نظام التصنيع بالحاسب ولكن تواجدها يكون وفقا للاحتياج.

ثالثا: النمذجة والمحاكاة بالحاسبات:

أ- النمذجة modeling

النمذجة هي عملية التعرف على واكتشاف السمات والمهارات والممارسات والقدرات وترميزها وبناء القدرة على تكرارها أو نقلها أو إظهارها. وهناك فرق واضح بين النمذجة والاستنساخ التقليدى فكلاهما يمكنه أن ينقل الصفات والإمكانيات ، ويكمن الفرق في نوعية الصفات والإمكانيات أو المهارات المنقولة . ويكون الاستنساخ التقليدى ناتجا عن مهارة بشرية أو آلية تأتي من النظرية والخبرة . بينما في النمذجة تأتي المهارة والإمكانيات من القدرة على فك لترميز قد يكون غير مدرك حسيا آو معنويا أحيانا .

النمذجة بالحاسبات

النمذجة بالحاسبات هو استعمال الحاسباتِ فى تمثيل أشياء ومحاكاة العمليات. نماذج الحاسب لها قيمة علمية عالية لأنها تسمح لشخصَ ما أَنْ يَدْرسَ استجابة النظامِ أو الشيء المراد اختباره فى ظل ظروف لا يمكن أن يتعرض بسهولة لها بشكل آمن فى المواقف الحقيقيةِ أَنْ يَسْمحَ النماذج أيضا لباحث أَنْ يَدْرسَ عمل وسلوك النظامِ وما يُمكنُ أَنْ يحدث عند تعديل أحد المكوّناتِ الفرديةِ المُغَيِّرةِ من النّظامِ .

ويُعرّفُ نموذج الحاسبِ عادة في شكل تّعبيرِ ات وعلاقاتِ رياضيةِ باستخدام برنامجِ للحاسبِ.تَبْني مثل هذه المعادلات الرياضية لتمَثّلَ عِلاقات وظيفية ضمن نظام. عندما ينفذ البرنامج فإن التتابع فى العمليات الرّياضية يكون تمثيلا ومحاكاة لديناميكية النّظامِ الحقيقيِ وتَعطي النَّتائج في شكلِ بياناتِ. وهناك نوع آخر من النّماذجِ يَتضمّنُ تمثيلَ البيانات فى شكل رسم بيانيِ يمكن أن يعرض على شاشة الحاسب، بنفس الطريقة التى يمكن بها تقريباً استخدام الطين لبناء مجسم ثلاثي الأبعاد أو بناء نموذج خشبى يمكن أن نتناوله بالمعالجةُ . هذه هى القاعدةُ الأساسية التى يقوم عليها التصميمِ بمساعدة الحاسبة CAD .

ويتوقف نجاحَ نماذجِ الحاسب إلى حدٍ كبير على دقة التّمثيلِ الرّياضيِ للأنظمةِ وعلى المتغيرات المدخلةفى العديد من الأنظمةِ، يكون التّمثيل الرّياضي معقدا بشدة لأن هناك العديد من العوامل التى يتضمنها الموقفُ . وقد تكون وحدات النظامِ مكوناته أيضا نظم فرعية تَتفاعلُ كل منها مع الآخرِ . وتتضمن المتغيرات المدخلة غالبا ما يمثل الشّروطِ والظروف التي تحيط بتسلسل العمليات أو التى تتحكم فى سلوك الشيء الذى يجرى تمثيلهغالباً ما يكون عل المصمم أَنْ يُخَمّنَ أو يستنتج عددا من هذه المتغيرات.

ب. المحاكاة Computer Simulation

هو استعمال الحاسبات فى تُمثيّلَ الاستجابات الدّيناميكية لنّظامِ معين أو منج معين أو حتى إنسان من خلال بناء نّظامِ آخرِ يحاكيه أو يشبهه فى كل أو معظم أو بعض صفاتهوتستخدم المحاكاة الوصفَ الرياضيَ ، أو التعبير الرياضى عنالنظاملحقيقى لبناء نموذج، أو نظامِ شبه حقيقيِ في شكلِ برنامجِ للحاسب. هذا النّموذجِ يَعدُّ من توليفة من المعادلاتِ التي تمثل تماما العِلاقات الوظيفية ضمن النّظام الحقيقي. عندما يجرى تنفيذ البرنامج فإن الديناميكا الرّياضيِ النّاتِجة تشكل تمثيلا تناظريكِ للنلظامِ الحقيقيِ ، مقَدّمةَ في شكلِ بياناتِ يمكن استخدامها لكافة الأغراض.ويمكن أن تأخذ المحاكاة أيضا شّكل التمثيل الصورى من خلال رسم البيانيِ او رسم محرك يمَثّلَ هذه العمليات الديناميكية .

وتستخدم المحاكاة بالحاسبات أيضا فى دراسةِ السّلوكِ الدّيناميكى للأشياءِ أو الأنظمة استجابة لشّروط قد لا يُمكنُ أَنْ تَكُونَ آمنة أو سهلة في الحياةِ الحقيقيةِ. فعلى سبيل المثال يمكن الاستعاضة عن تعريض حياة السائق للخطر اختبار التغييرات الجديدة فى محرك سيارة بمحاكاته داخل الحاسب كما أن الانفجار النووي يُمكنُ أَنْصُيُوفَ باستخدام نموذجِ رياضيِ يتضمن كافة المتغيّراتِ كالحرارةِ، والسرعة، والانبعاثات الإشعاعيةكما يمكن إضافة تمثيلِ مرئى مصور للتّغييرات في بعض المتغيّراتِ، مثل كمية المادةِ الإنشطاريةِ التي أنتجت الانفجار.

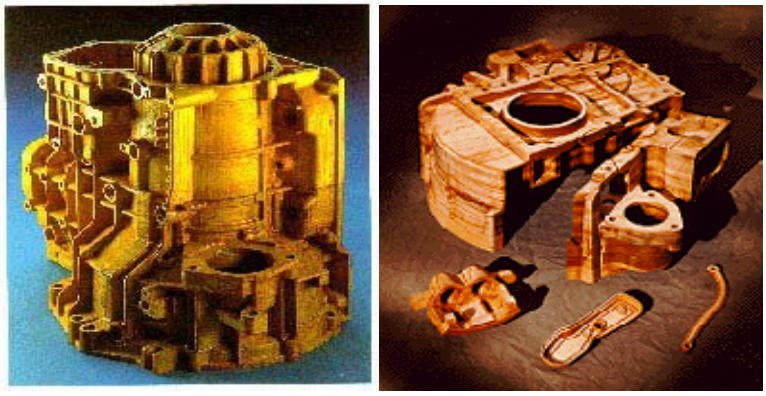
رابعا: التصنيع بالتحكم الرقمىCNC

هو مصطلح مستخلصعمليّة الاستفادة من معلومات الكمبيوتر مخزّنة في الملفّات الإلكترونيّة (نماذج ثلاثيّة الأبعاد عادةً) و عمل نموذج ثلاثيّ الأبعاد باستعمال الماكينات الخاصّة .تترجم هذه الماكينات الدّقيقة معلومات الكمبيوتر و في الحقيقة تبني النّموذج الذي يمكن أن يُنْجَز ببضع عمليّات مختلفة .

وبجانب هذا التكنيك ظهر أسلوب أخر يعتمد على توصيل الحاسب مباشرةً بماكينة القطع أو الحفر (Milling Machine)حيث تستقبل منه البيانات الرقمية مباشرةً من خلال رسومات الكاد CAD فتقوم بالتشكيل المباشر لقطعة ربما تكون من البلاستيك أو الورق أ الخشب أو النحاس ..... الخ .

شكل ٣-٤ تقسم النماذج و المنتجات كبيرة الحجم ثم يتم تجميعها بعد تصنيعها منفصلة

ونظرا للدقة العالية التى يمكن الحصول عليها من الماكينات فقد أصبحت تستخدم فى عمل نسخ من التصميمات و الأعمال الفنية النادرة للحفاظ على القطع الأصلية وذلك بعد إدخال بياناتها رقمياً إلى الحاسب عن طريق الماسح الضوئى ثلاثى الابعاد 3D scanner . أما فيما يتعلق بمشاكل الحجم الكبير فقد أمكن التغلب عليها بتقسيم النموذج إلى أجزاء يتم تصنيعها جزئياً ثم يتم تجميعها كوحدة واحدة.



شكل ٣-٥ نماذج لتعقيد المنتجات الذى يتطلب استخدامCNC

التحكم الرقمى بالكمبيوتر:

يقصد بالتحكم الرقمى سلسلة التعليمات المدونة (المشفرة) فى صورة أرقام وحروف أبجدية ورموز تستوعبها وحدة التحكم بالماكينة وتحولها الى نبضات كهربائية توجه المحركات الكهربائية Motors وأدوات القطع بالماكينة وممن ثم تنفيذ العمليات الميكانيكية المطلوبة ، وهذه الأرقام ، الحروف، والرموز التى تمثل التعليمات المشفرة تشير الى مسافات محدودة ، أوضاع ، وظائف وحركات يمكن لأدوات القطع إستيعابها وتنفيذها على القطعة المراد تشكيلها .

أهمية ماكينات التحكم بالكمبيوتر CNC :

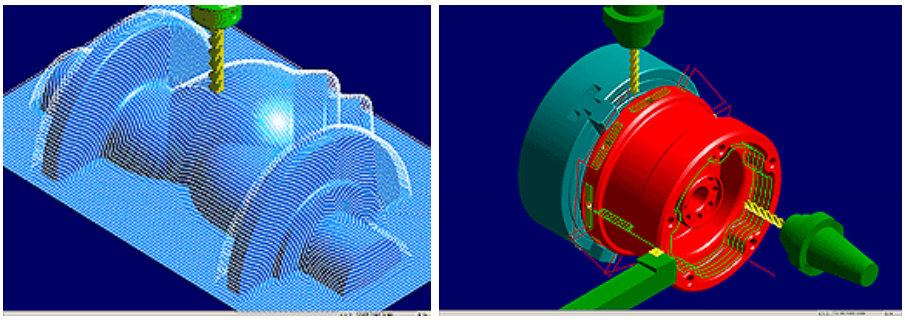
الأنواع القديمة (التقليدية) من ماكينات التشكيل لا يمكنها إنتاج منتج او نموذج او قالب أكثر دقة من نموذج التصميم المشكل يدوياً والذى ينسخ عنه ، وأكثر من ذلك فإن أى خطأ فى نموذج التصميم ينقل بدوره الى القلب ، ومن ثم فإن حلقة الضعف فى عمل القوالب هو التشكيل اليدوى للتصميم،وهنا تأتى أهمية ماكينات التحكم بالكمبيوتر C.N.C حيث أمكن تلافى هذا العيب التى تعتبر أفضل الوسائل لميكنة القوالب فبواسطة وحدة التحكم الإلكترونية ومجموعة من المحركات تتحكم فى حركة المنضدة التى تثبت عليها الخامة المشغلة وتؤدى الماكينة عملها وفقاً للإحداثيات X.Y,Z ويسجل بواسطة الكمبيوتر قيم الإحداثيات فى عدة أوضاع ضمن ذاكرتها ومن ثم تقوم بتشكيل الخامة وفقاً لذلك .

٥ - الماكينات الرقمية (NC) :

التحكم الرقمى هو تقنية إعطاء التعليمات للماكينة على شكل " كود " ويتكون هذا الكود من أرقام

وحروف ورموز أخرى ٠

وماكينة NC لا تحتوى على أي ذاكرة بداخلها ، ولكى تقوم الماكينة بتنفيذ جزء ما تقوم وحدة التحكم بالماكينة قراءة التعليمات أو الأوامر ثم تنفيذها . كما يمكن إدخال البيانات يدويا باستخدام مفاتيح الإدخال٠ وقد استخدم فى الجيل الأول من ماكينات (NC) كما هو الحال فى اجهزة الكومبيوتر الأقلى، الصمامات الكهربية والوصلات البينية المعقدة التى يتم التحكم فيها بواسطة الماكينة ، وفى الجيل الثانى من الماكينات استخدمت فيه الأنابيب الإلكترونية المصغرة المحسنة، ومع تقدم تقنيات الحاسب استخدم فى الجيل الثالث منها الدوائر المتكاملة، ومع مرور الوقت ازداد معدل انخفاض تكلفة الكمبيوتر واصبح من الممكن الاعتماد عليها بمعدل اكبر، حتى أصبح لوحدات التحكم الرقمى ذاكرة ROM لتخزين برامجها الدائمة، وهو الأمر الذى ادى بعد ذلك إلى ظهور نظام التحكم الرقمى باستخدام الكمبيوتر COMPUTER NUMERIC CONTROL CNC.



شكل ٣-٨ عرض ماكينة CNC j توضح عملية التشغيل قبل بدءها

ومن الناحية العملية فقد تم ربط مختلف وظائف الماكينة مع النظام ويتم مراقبتها خلال العمليات المختلفة ٠

أسباب الحاجة إلى ماكينات التحكم الرقمى بواسطة الكمبيوتر:

١. ارتفاع مستوى تعقيد الأشكال والتصميم بحيث يصبح من الصعب تنفيذها على الماكينات التقليدية ٠ أو أن يكون من الصعب الحصول على أبعاد دقيقة باستخدام الماكينات التقليدية

نماذج لنماذج سريعة معقدة للغاية لا يمكن تصنيعها بالطرق التقليدية

٢. انخفاض كمية المنتجات المطلوبة مع ارتفاع مستوى الدقة المطلوب ٠ مما لا يمكن معه الاستفادة من الماكينات التقليدية

٣. التقليل من معدلات الرفض واعادة التشغيل بدون اللجوء

٤. الى استخدام عمالة ماهرة مما يؤدى تلقائيا إلى خفض تكاليف العمل الأمر الذى ينعكس على خفض معدل التكاليف العامة وتكاليف التداول ٠

٥. الاتجاه نحو الحصول على أدوات طويلة العمر ٠

٦. ضرورة تغيير تصميم المنتجات عدة مرات بسهولة ودون عناء.

٧. قلة الحيز الذى تشغله الماكينة فى الورشة ٠

خامسا: النماذج الأولى السريعة Rapid Prototyping

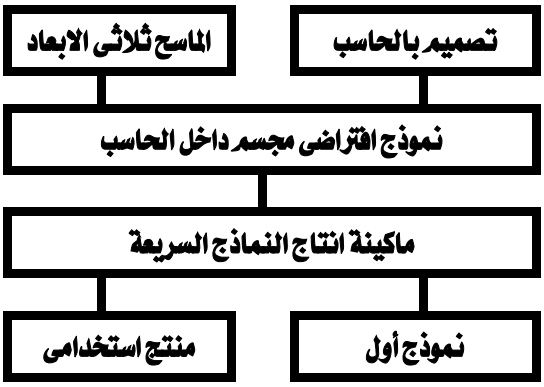
النماذج الأولى السريعة Rapid Prototyping مصطلح شاع استخدامه فى الآونة الأخيرة بين

المصممين. ويعبر هذا المصطلح عن تكنولوجيا مستحدثة لتحويل نماذج وأشكال المنتجات الصناعية والهندسية التى يتم بناؤها وتمثيلها الكترونيا بشكل نماذج افتراضية Virtual Models ثلاثيّة الأبعاد داخل الكومبيوتر الى منتجات استخدامية مادية مصنوعة من خامات معدنية او بلاستيكية او سيراميكية او غيرها من الخامات المستحدثة مثل Composite materials.ويستخدم لهذا الغرض ماكينات خاصّة دّقيقة البناء والتصميم تترجم الماكينات معلومات النموذج الموجود بداخل الكومبيوتر وتستخدمها فى بناء النّموذج من خلال بضع عمليّات صناعية معقدة للغاية.

ولا يقتصر استخدام النماذج الأولى السريعة على المصممين، وانما يمتد استخدامه ليشمل العديد من المجالات أهمها، الاستخدامات الطبية والجراحية والبدائل والأجهزة التعويضية. ويستخدم أيضا فى جراحات الأسنان وبناء الأسنان الصناعية. كما يستخدم فى المجال العسكرى فى بناء أجزاء النظم والمعدات العسكرية الدقيقة ومعدات الفضاء. كما يستخدم وبشكل آخذ فى الانتشار فى صنع النماذج التعليمية.

نظرية بناء النماذج السريعة:

تقوم معظم نظم التمذجة السريعة على تصنيع المنتجات بأسلوب اضافة جزيئات المادة وتراكمها Adding Material Particles وذلك بالبناء باستخدام طبقات رقيقة جدا من المادة الخام التى تكون سائلة او صلبة او حتى فى شكل مسحوق ذى حبيبات دقيقة . كما قد تكون أيضا فى شكل رقائق او شرائح ذات سمك ضئيل للغاية (يبلغ أحيانا ما هو أقل من ١٠٠ ميكرون) من المعدن او البلاستيك او بعض الخامات المخلقة الأخرى. وبعد ان تضاف كل طبقة تعمل الماكينة على تصليدها وتماسكها مع الطبقات التى تسبقها بعدد من الوسائل منها الحرارة الموضعية العالية الناشئة عن شعاع ليزر او باضافة مصلبات Hardners راتنجية سريعة التأثير تنتج مع الطبقة التى تم بناؤها طبقة صلبة عالية الصلادة للغاية. ويستمر البناء طبقة تعلوها طبقة وفقا لمسار Toolpath يرسمه الحاسب بدقة لأداة التشكيل. ووفقا للخامة المستخدمة يمكن تعريض المنتج الناتج للعمليات التشغيلية المناسبة او حتى تعريضه للمعالجات الحرارية لتحسين خواصه الميكانيكية ومقاومته للبلى والتلف وزيادة تحمله.



مخطط لعملية انتاج نموذج سريع

ضرورات تقنية النموذج الأول السريع

أهمية تقنية النموذج الأول السريع Rapid Prototyping بالنسبة للمصمم لا جدال فيها، فما يمكن الحصول عليه باستخدامها لا يمكن الحصول عليه بأى وسيلة أخرى نعرفها اليوم. وتتضمن الميزات التى نحصل عليه:

- الاكتشاف المبكر للأخطاء والعيوب : فالشّركات المنتجة يمكن أن توفر نفقات تقدر بالآلاف باكتشاف أخطاء التصميم قبل أن يدخل المنتج مراحل الإنتاج الفعلى.
- التسويق المسبق: فى عمليات التسويق والبيع تساعد هذه التقنية فى الترويج للمنتج حتى قبل إنتاجه الفعلى بأشهر عديدة. فيمكن للشّركات أن تعرض لعملائها نموذجا ثلاثى الأبعاد بالمقاييس الحقيقية للمنتج لكى تحصل على تقييمهم له وآرائهم فيه والاستفادة من هذه الآراء فى المنتج قبل دخول المنتج مرحلة التصنيع والإنتاج كتغذية مرتجعة Feed Back .
- ارتفاع مستوى تعقيد الأشكال والتصميم بحيث يصبح من الصعب تنفيذها على الماكينات التقليدية، أو أن يكون من الصعب الحصول على أبعاد دقيقة باستخدام الماكينات التقليدية
- انخفاض كمية المنتجات المطلوبة مع ارتفاع مستوى الدقة المطلوب ٠ مما لا يمكن معه الاستفادة من الماكينات التقليدية
- التقليل من معدلات الرفض وإعادة التشغيل بدون اللجوء إلى استخدام عمالة ماهرة مما يؤدى تلقائيا إلى خفض تكاليف العمل الأمر الذى ينعكس على خفض معدل التكاليف العامة وتكاليف التداول ٠

- إمكانية تغيير تصميم المنتجات وتعديله عدة مرات بسهولة ودون عناء.
- حلول تصميمية مبتكرة Creative Design Solutions حيث تتميز ليس فحسب بدقة لا مثيل لها فيما نعرفه من نظم الإنتاج الأخرى فى إنتاج النماذج والمنتجات مما يعطى المصمم الحرية فى التصميم دون النظر فى إمكانية التنفيذ. بل وأيضا القدرة الواسعة على العمل حتى إذا احتوى التصميم على عناصر صعبة التشغيل بالماكينات التقليدية كوجود تجاويف ضيقة أو وجود فتحات محجوبة جزئيا (Under cut)
- جودة عالية وأداء متميزHigh Product Quality : توفر هذه التقنية انتاج نماذج التّصميمات بسرعة و بتكلفة محدودة، مما يضمن للمصمم أفضل منتج، في أقصر وقت ممكن. كما تعطى هذه النظم جودة إنتاجية عالية جدا تطابق أعلى المواصفات العالمية وبإنهاء وتشطيبات عالية الجودة Excellent casting quality مما يجعلها أحيانا لا تحتاج إلى عمليات إنهاء تعقب إنتاجها.
- اقتصادية التكلفة: النّماذج الأولى التى توفرها هذه التقنية تقلّل من وقت التّصميم والإنتاج، وتكاليف تشكيل وإنتاج النموذج. ويندرج ضمن خفض تكاليف الانتاج Low Cost Productionهذا كل عمليات خفض التكلفة والوقت والفاقد فى كل مراحل العملية التصميمية وعمليات الانتاج المختلفة. ومنها خفض تكاليف التصميم والانتاج من خلال خفض ساعات العمل فيهما.

الماسح ثلاثى الابعاد

استخدام متميز للنمذجة السريعة فى الهندسة العكسية

أساليب انشاء النماذج الأولى السريعة

ويمكن تصنيف أساليب انشاء النماذج الأولى السريعة إلى:

- نظام ستيريوليثوجرافي Stereolithography SL
- نظام التلبد بالليزر الاختيارى Selective Laser Sintering SLS
- نظام الصهر بالليزر الاختياري Selective laser melting SLM
- نظام الوصل الميكرونى بالليزر الاختياري Selective laser Micro Welding SLMW
- نظام الصهر بالشعاع الالكتروني بالليزر الاختياري Selective laser Electron Beam melting SEBM
- التصنيع بالصفائح Laminated Object Manufacturing LOM
- نظام النمذجة بالمصهور المرسب Fused Deposition Modeling FDM
- نظام النمذجة بالنفث المتعدد Multi Jet Modeling MJM
- نظم الطابعات ثلاثية الابعاد 3D Printers