

مجسم لترتيب اللون بالحاسب ملائم لإحتياجات العمل المعماري

خالد صلاح سعيد عبد المجيد

مدرس مساعد بقسم العمارة – كلية الهندسة - جامعة أسيوط

دارس دكتوراه بجامعة الهندسة المعمارية والمدنية والجيوديسيا بصوفيا - بلغاريا

ملخص

يمثل هذا البحث الجزء الأول من سلسلة من الأوراق البحثية التي تهدف في النهاية إلى تصميم برنامج بالحاسب الآلي يقوم بمحاكاة عملية اختيار اللون واجهات المباني وتقديم مقترحات لونية واسعة المدى محققة وأخذة في الاعتبار كافة العوامل التي تؤثر في عملية الاختيار. وكخطوة أولى فإن هذه الورقة تهدف إلى الوصول لنموذج لمجسم لوني بالحاسب يتمكن من خلاله البرنامج المحاكى لعملية اختيار الخطط اللونية أو المعماري في طريقة الاختيار التقليدية. من حصر المدى اللوني الملائم لاختيار خطط لونية من خلالها. ولتحقيق هذا الهدف، فإن البحث يقوم بتحليل مختصر لأهم المبادئ والأسس التي بنيت عليها أنظمة ترتيب اللون المختلفة سواء التقليدية منها أو التي انتجت باستخدام الحاسب الآلي، ثم يتناول البحث طبيعة العمل باللون في العمارة ومن ثم استخلاص أنسب المبادئ والأسس والأنظمة الملائمة لطبيعة ومتطلبات العمل باللون في العمارة لتشكيل أساساً للمجسم اللوني المقترح اعداداه بالحاسب. ثم تقوم الورقة بعرض المجسم المقترح وخصائصه الهندسية واللونية المختلفة كنتيجة للدراسة التي تمت في هذا البحث. وفي النهاية يعرض البحث خلاصة ما تم من دراسات مع أهم ما حققه المجسم المقترح من إضافات على النماذج السابقة وفوائده لمجال العمارة، وكذلك يقدم البحث بعض التوصيات الهامة ذات العلاقة بموضوع البحث.

Abstract:

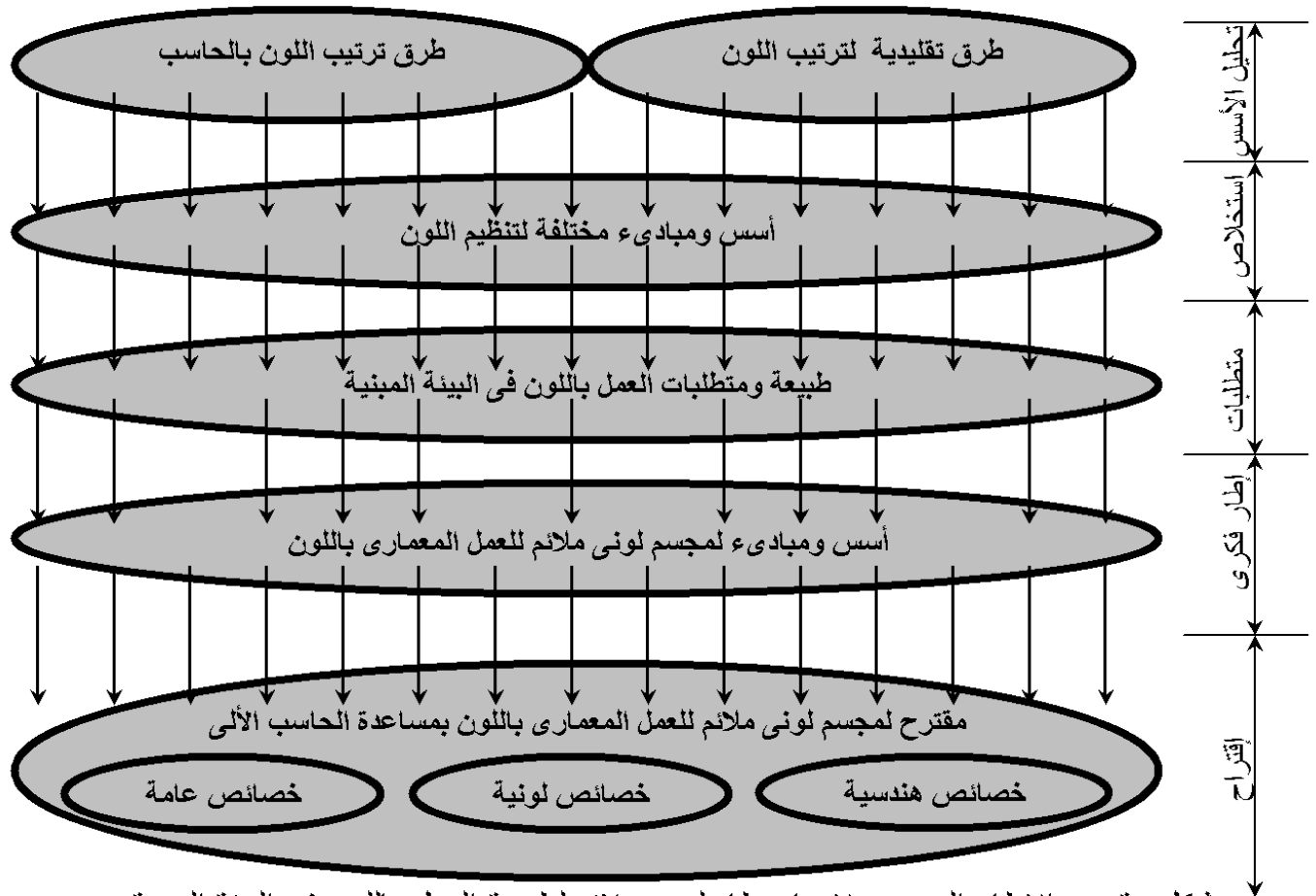
This paper is the first part of a series of research papers that aims at designing a software offering a wide range of suggested color schemes for the facades, taking in consideration all factors that affects in selection process.

As the first step, this paper aims at arriving to a 3 dimensional color model, which will use in the simulator program – or in the traditional color selecting process by the architect – for limiting the suitable color range in order to select the color schemes through it.

For achievement this aim, the research does a brief analysis for the different traditional color arrangements, also the other color arrangements, which produced by the use of the computer. Then the research discuss the nature of working by color in architecture thus, conclude the suitable bases, principles and systems for the architecture field, then the paper presents the suggested 3d color model and it's deferent properties as a result for the research study.

Finally the study presents some conclusions with the most

تكمُن أهمية عملية إختيار خطط لونية للواجهات في كون اللون أحد الخصائص المادية التي تلعب دوراً كبيراً في إكساب البيئة المبنية قيمةً حسية وجمالية وكذلك تلعب دوراً كبيراً في عملية الارتقاء الجمالي بالبيئة المبنية القائمة. ولما كانت عملية إختيار الخطط اللونية – سواء بشكل تقليدي أو باستخدام برمجيات الحاسب – تتطلب العديد من المتطلبات أهمها توافر أطلس أو أداة أو نظام أو مجسم لوني يتيح للمعماري مدى واسع من الألوان والعلاقات البينية بين الألوان وبعضها البعض لحصر وتحديد المدى اللوني المناسب والإختيار من خلاله كمرحلة تالية^[1]، فإن البحث هنا يسعى إلى الوصول إلى مثل هذه الأداة أو النموذج اللوني الملائم. وفي سبيل ذلك فإن البحث يقدم تحليل مختصر لأهم المبادئ والأسس التي بنيت عليها أنظمة ترتيب اللون المختلفة^[2] سواء التقليدية منها أو التي انتجت باستخدام الحاسب الآلي، ثم محاولة استخلاص أنسب تلك المبادئ والأسس في ضوء طبيعة ومتطلبات العمل باللون في العمارة لتكون أساساً للمجسم اللوني المقترح اعداده بالحاسب، ويمثل شكل رقم [1] الإطار المنهجي المتبع للوصول لهدف البحث.



شكل رقم 1: الإطار المنهجي لإيجاد نظام لوني ملائم لطبيعة العمل باللون في البيئة المبنية
1- مبادئ وأسس ترتيب الألوان في الطرق التقليدية:

[1] مثل هذه الأداة أو النظام اللوني - ذو المدى اللوني الكبير - لا يتوافر بسهولة لدى المعماري وغالباً ما يكون مصدر هذه الأداة هي الشركات العاملة في مجال الدهانات في صورة عينات لونية أو أطلس لوني، ومع ما لهذه العينات من مميزات تنفيذية، فإن المعماري يفتقد للمميزات التي تقدمها أنظمة وترتيبات الألوان النظرية التقليدية مثل توافر بعض العلاقات اللونية بين تلك العينات والتي تفيد في تحقيق التجانس اللوني في البيئة المبنية. كذلك يفتقد لمميزات أنظمة ترتيب اللون باستخدام الحاسب الآلي والتي أصبحت توفر مدى لوني لا نهائي مع سهولة تكوين اللون من مكوناته الأولية وإعادة تكوينه عند الإحتياج بدقة متناهية.

[2] تعرف أنظمة ترتيب اللون بالعديد من المسميات المختلفة مثل " دائرة اللون"، "المجسم اللوني"، "النموذج اللوني"، "أطلس الألوان" الخ من المسميات، وكل هذه الأنظمة وغيرها تهدف إلى إيجاد ترتيب للألوان وعلاقاتها البينية.

منذ مطلع القرن السابع عشر قام العديد من الفلاسفة والمفكرين والفنانين بوضع العديد من الطرق لترتيب الألوان، وجميعها تهدف الى تيسير استعمال اللون وفهم خصائصه المختلفة وتوفير العلاقات اللونية المختلفة^[1]. فى هذا الجزء سيتم تناول أهم تلك المبادئ والأسس التى بنيت عليها معظم تلك النظم.

1-1 أهم طرق ترتيب اللون التقليدية:

يتناول البحث هنا بشكل مختصر أهم الطرق التقليدية التى مثلت نقاط تحول فى ترتيب اللون وهى:

1-1-1 ترتيب إسحاق نيوتن "Isaac Newton" (1660):

بعد أن أكتشف إسحاق نيوتن التحليل الطيفي للضوء قام بربط طرفيه [شكل 1] بخطهما كالدوائر فصل على اللون الأرجواني الذي لا يوجد فى التحليل الطيفي، ثم رتب الألوان فى دائرة بربط نهليتي الطيف [شكل 2] وبذلك تكون أول ترتيب للون على شكل دائرة تقع عليها كل الألوان، وقد استغلت هذه الفكرة فى معظم الأنظمة اللونية بعد ذلك^[2].

1-1-2 ترتيب هاريس "Harris" (1766)^[3]:

ترجع أهمية ترتيب هاريس للون الى أنه أول نظام يعتمد على للصبغات الملونة الأولية^[4]، فقد قام هاريس بعمل ما سمي بـ "النظام الطبيعي للألوان NCS" [شكل 3] والذي اعتمد على الألوان الأولية الثلاثة الأحمر والأصفر والأزرق، ثم بخلط كل لونين أوليين ينتج لوناً ثانوياً، ثم يتدرج اللون تجاه الأبيض والأسود بصرياً. كذلك قام بوضع ثلاثة مثلثات تمثل الألوان الأولية وبيان ما ينتج عند خلطهما معاً^[5].

1-1-3 ترتيب رونجه "Runge" (1810):

قام الرسام الألماني رونجه بوضع أول نظام لوني ثلاثي الأبعاد، حيث رتب اللون على سطح كرة ذات 12 لون على محيط الدائرة العظمى متدرجة فى خطوتين تجاه الأبيض فى قمة الكرة، وكذلك درجتين تجاه الأسود فى القاع [شكل 4]. وقد قام آيتين^[6] بعد مرور حوالى 150 عام بإعادة صياغة لذلك النظام بإفراد الكرة لتصبح على شكل نجمة ذات 12 نقطة بنفس التدرج تجاه الأبيض والأسود بحيث يصبح الأبيض فى المركز والأسود على الأطراف وقد أخذ فى إعتباره بعض الأبعاد والصفات اللونية كالتردد فى القيمة واللون وتواجد الألوان المتتامة فى مواجهة بعضها على النجمة [شكل 5]^[7].

1-1-4 ترتيب شيفريل "Chevreul" (1786-1889):

قام شيفريل بتوزيع الألوان على دائرة لونية [شكل 6]، وهى تعتمد على توزيع الألوان على دائرة فى تتابع يعتمد على أن يكون بين كل لونين أوليين لون ثانوى، وبين كل لون أولى وثانوى يوجد لون من الدرجة الثالثة، فيكون عدد الألوان على هذه الدائرة 12 لون. وقد روعى أن يكون كل لونين متتامين متقابلين على الدائرة^[8] وهى تتشابه فى مبادئها مع ترتيب هاريس للون وتكمن أهميتها فى بساطتها والإعتماد عليها كمرجع وأداة لتقديم الخطط اللونية المختلفة.

1-1-5 ترتيب ماكسويل "Maxwell" (1872):

اعتمد ماكسويل على الألوان الأولية للضوء "الأحمر والأزرق والأخضر" -والتي ينتج عند خلطها فيما بينها جميع الألوان الأخرى- ، وقام بوضعها فى أركان مثلث، وفى مركز المثلث يوجد الأبيض وتتحرك الألوان من التشبع الكامل على محيط المثلث إلى الأبيض فى المركز.

[1] خالد صلاح سعيد، 2000، ص 53

[2] Richard Norman, 1990, p.48

[3] مؤسس هاريس "Moses Harris" أحد العلماء والمفكرين الإنجليز.

[4] يوضح ملحق رقم 1 أهم التعاريف والمصطلحات اللونية المستخدمة فى البحث.

[5] Paul Zelansky, & other, 1989, p.48

[6] يعتبر إيتين "Johannes Itten" من كبار معلمي فن الألوان فى ألمانيا والمسئول عن المنهج الأساسي للون فى البواهرس.

[7] المرجع السابق، ص 51

[8] Richard Norman, 1990

وفى هذا النظام يمكن الرمز الى أى لون من خلال إيجاد إحداثيات بعده عن الأركان الثلاثة، فاللون عند النقطة A مثلاً يكون تعريفه "5R\7G\8B" ونظرياً فإن هذا النظام يعطى تعريفاً رمزياً لكل لون^[1].

1-1-6 ترتيب منسل "Munsel" (1915):

قام منسل بإيجاد ترتيب يربط بين القيمة والتشبع والماهية من خلال توزيع عشرة ألوان خمسة منهم أساسية (الأحمر والأصفر والأزرق والأخضر والأرجواني) وبجانب هذه الألوان وضعت متمماتها المولدة (الألوان المتزامنة مع كل لون من الخمسة الأساسية) بانتظام على محيط دائرة موضوعة في مستوى أفقي وعلى محور متعامد على هذه الدائرة ويمر بمركزها حددت نقطتين متساويتين في البعد عن مركز الدائرة أحدهما الأسود و الأخرى الأبيض، على أن تمثل التقسيمات المتوسطة على هذا المحور الرماديات متدرجة بمسافات بينية متساوية تربط الأسود بالأبيض بحيث تتغير قيمة اللون من الأسود للأبيض وتتغير قيمة التشبع بالزيادة من المركز إلى الخارج من صفر حتى تصل إلى التشبع الكامل للون فى درجات مختلفة عن بعضها البعض^[2]. وقد وضع منسل فى دراسته أن الألوان تصل لحالة التشبع عند درجات قيمة مختلفة وبالتالي فإن نقطة التشبع الكامل للون تختلف فى الارتفاع والبعد عن المركز عن غيرها حسب قيمتها الطبيعية [شكل 7]^[3].

1-1-7 ترتيب آرثر بوب "Pope" 1924 - 1949^[4]:

يعتمد بوب بشكل أساسى فى تكوين نموده على الألوان الأولية الصبغية "الأحمر والأصفر والأزرق" وخطهما على نحو ما قام به شيفريل فى دائرته اللونية، ثم قام بوضع كل لون على ارتفاع مناظر لإضاءته الطبيعية حول محور رأسى يمثل مقياساً للإضاءة الطبيعية مقسماً لتسع درجات متساوية من درجات الإضاءة بدءاً من الأسود أسفل وانتهاءً بالأبيض أعلى، ويمكن تصور مجسمه اللونى فى صورة مثلثات وترها هو محور الإضاءة ورأسها هو اللون المشبع المتغير الارتفاع وتتناقص كثافة اللون بالإتجاه الى محور المجسم حتى تصل الى الصفر على المحور^[5]، ^[6] [شكل 8].

1-1-8 طريقة CIE لتنظيم الألوان (1931)^[7]:

لإيجاد مقاييس عالمية معيارية لقياس الألوان اتجهت الوكالة الدولية للضوء "CIE" للأسلوب الذى أتبعه ماكسويل قبل ذلك بستين عاماً، فقد اختارت نفس الألوان (الأزرق والأحمر والأخضر) وضعت على رؤوس مثلث تقريباً، وفى كل رأس من رؤوس المثلث أحد تلك الألوان فالرأس العلوية مستديرة وتمثل اللون الأخضر ووضع الأزرق فى الركن الأيسر السفلي، الأحمر فى الركن الأيمن السفلي. ويقع اللون الأبيض فى مركز ثقل المثلث، وجميع الخطوط المارة باللون الأبيض تمر بلونين متقابلين متتامين^[8].

1-1-9 ترتيب جريتسن "Gerritsen" (1975):

يتشابه نموذج "جريتسن" مع نظام منسل ولكن أكثر إتقان من حيث الشكل، وقد اعتمد جريتسن فى نظامه على الألوان الأولية والثانوية للضوء (الأحمر والأزرق والأخضر والسيانى والأصفر والقرمزي) فى قطاعات متساوية من دائرة ينقسم كل قطاع الى ثلاثة أقسام فى منتصفها اللون الأساسى

^[1] المرجع السابق، ص 50-52

^[2] يحيى حمودة، 1965، ص 19

^[3] Paul Zelansky & other, 1989, p.55

^[4] مع أن بوب وهو من المتخصصين الأمريكيين فى نظريات الفن قد قام بأعداد مجسمه اللونى عام 1924 إلا أنه نشر بعد ذلك بخمس وعشرون عاماً،

^[5] Egbert Jakobson, 1948, p.192

^[6] <http://www.colorsystm.com/projekte/engl/35pope.htm>

^[7] CIE هى الأحرف الأولى من الوكالة الدولية للضوء:

Commhshon International De L'Eclairage

^[8] حسن عزت أبوجد ، 1971 ، ص 72

الذى ينقسم بدوره الى ثلاثة أقسام أخرى [1]. وقد لقي هذا النظام قبولاً كبيراً فى عالم الفن حيث يتحقق فيه كل من التدرج فى القيمة والتدرج فى اللون على محيط الدائرة الخارجية ، الألوان المتشعبة ترتفع وتنخفض على المحيط حسب قيمتها الطبيعية، ويتدرج فى التشبع من المحيط الخارجي إلى محور الشكل، وتقع الألوان الساخنة المتجاورة فى مواجهة الألوان الباردة المتجاورة، وكل لونين متقابلين متتامين [شكل9].

1-2 أهم الأسس والمبادئ:

- أ- تأكيد استخدام شكل الدائرة لما يقدمه من إحياءات بالإستمرارية والتواصل بين الألوان المتجاورة فى معظم أنظمة ونماذج ترتيب اللون تحولها الى نموذج كروى فى بعض الأحيان.
- ب- ترتيب الألوان على الدائرة اعتمد على بعض المرجعيات الهامة كأساس للنموذج مثل ترتيبها طبقاً لنفس ترتيبها فى التحليل الطيفى للضوء كما هو فى دائرة نيوتن أو بالرجوع الى الألوان الأولية الصباغية كما فى نموذج NCS و دائرة شيفرل ومجسم بوب، أو اختيار الألوان الأولية للضوء ونتائج خلط الأشعة الملونة معاً كمرجعية كما فى نموذج جريتنس. كذلك ما اعتمد على ماهيات محددة ومتتاماتها فى بناء الدائرة كما هو فى نظام منسل.
- ج- السعى الى توفير أكبر مدى ممكن من التدرجات اللونية من خلال الأنظمة ثلاثية البعد التى وفرت العلاقة بين مختلف الألوان المشبعة والأبيض والأسود أولاً كما فى نموذج NCS ثم الرمادى أيضاً كما فى نماذج منسل وبوب وجريتنس.
- د- بجانب توفير العلاقة السابقة كان السعى الى تضمين تلك النماذج لمقاييس يمكن الرجوع اليها لمعرفة اللون وموقعه على النموذج من خلال خصائصه المادية الثلاثة: الماهية، الإضاءة، التشبع، فقد وفرت بعض تلك النماذج لمقياس واحد أو اثنين كما فى دائرة نيوتن و NCS وشيفرل، بينما نجحت بعض النماذج فى توفير المقاييس الثلاثة كما فى أنظمة منسل وبوب وجريتنس على سبيل المثال.
- هـ- راعت بعض النماذج أن يكون موقع اللون على محيط الدائرة من حيث الارتفاع أو الإنخفاض مرتبطاً بالإضاءة الطبيعية للون ، كما فى نموذجى منسل وبوب وجريتنس، كذلك بعد اللون عن مركز الدائرة حيث الرمادى المتوسط طبقاً لقوة اللون وتأثيره فى الرمادى المضاف اليه للوصول الى درجة تشبع 0%.
- و- السعى الدائم نحو تحقيق مرجعية للعلاقات اللونية المختلفة التى تشكل أساساً للخطط اللونية المختلفة كعلاقات التتام والتجاور الخ، وفيها تبرز دائرة شيفرل التى تلقى قبولاً كبيراً فى مجال العمل باللون، وعلى غرارها مجسم بوب اللونى حيث يوفر نفس العلاقات بشكل ثلاثى البعد.
- ز- الارتباط بقدرة العين على التفريق بين الألوان والدرجات اللونية المختلفة فى تحديد درجات مقياس الإضاءة والتشبع مما يؤدى لتحديد حجم النموذج بصرياً.

2- مبادئ وأسس ترتيب الألوان بالحاسب الآلى:

مع التقدم العلمى فى مجال الحاسب الآلى أصبح من الممكن الحصول على ما يقرب من 16 مليون لون على شاشة الحاسب الآلى، وأصبح هناك العديد من الأنظمة اللونية المتاحة للعمل بها من خلال مختلف البرامج التطبيقية فى مختلف المجالات مع توقع الجديد منها كل يوم [2].

1-2 أهم طرق ترتيب اللون بالحاسب:

فى هذا الجزء سيتم التعرف على أهم أساليب ترتيب اللون باستخدام الحاسب الآلى، وهى كالتالى:

1-1-2 تصنيف " R G B " اللونى:

"RGB" هى الأحرف الأولى من الألوان الأولية للضوء (RED ، GREEN ، BLUE). وهو يعتمد على إمكانية الحصول على أي لون عن طريق الخلط الضوئى للمكونات الأساسية للضوء الأبيض (الأحمر والأخضر والأزرق) وهو يشبه طريقة " CIE"، ولا يمكننا فى هذا النموذج الحصول على درجات متعددة من القيمة والشدة، بجانب فقدان العلاقات اللونية التى تحققها الأنظمة التقليدية وقد استعملت الألوان الثلاثة فى بناء نموذج لوني بنفس الكيفية التى تبنى بها النماذج ثلاثية الأبعاد [شكل 10] [1].

[1] Richard Norman, 1990, pp.58-60

[2] خالد صلاح سعيد، 2000، ص 60

[1] Richard Norman, 1990, p.62

2-1-2 تصنيف "HVS" أو "HLS" اللوني:

"HVS" أو "HLS" هي اختصار ماهية اللون "HUE" والقيمة أو الإضاءة "LIGHTNESS, VALUE" والتشبع "SATURATION"، ويرى البعض أن هذا النظام أكثر كفاءة من نظام "جريتسن" للاستفادة من إمكانيات الحاسب الآلي وتحقيقه للعلاقات اللونية المفقودة في الأنظمة الضوئية. ففي هذا النظام وزعت الألوان الأولية على محيط دائرة، وبطريقة الخلط المتبعة في الأنظمة اللونية التقليدية (وفي تشابه مع دائرة نيوتن) أمكن الحصول على مدى كبير من التدرج اللوني بين كل لونين متتاليين على الدائرة. و تتدرج شدة اللون في ستة درجات من الصفر إلى كامل التشبع (غير معتمد على التوزيع النسبي المنتظم للشدة كما هو في نظام جريتسن) وتتدرج رأسياً من الأسود في النهاية إلى الأبيض في القمة في شكل منتظم (القطاعات الرأسية مربعة تقريباً) [شكل 11]. ومن الإمكانيات التي يحققها النظام إمكانية الحصول على قطاعات رأسية لأي درجة لونية على دائرة ألوانه^[2].

3-1-2 نظام "HVC" اللوني:

وهو يعتمد على اللون والقيمة والتدرج في التشبع أيضاً، ويتميز النظام بشكله الغير منتظم الذي يسمح بالحصول على قيم ثابتة للإضاءة على أي مستوى أفقي، والحصول على قيم ثابتة للتشبع في أي خط رأسي مار بالمجسم [شكل 12] [3].

2-2 أهم الأسس والمبادئ:

أ- الإعتدال بشكل أساسي على أسس خلط الضوء الملون (الخلط بالإضافة) في إنتاج النماذج اللونية لأنها تمثل الخلطة اللونية المتاحة لدى مصممي النماذج اللونية بالحاسب الآلي من خلال استخدام لغات البرمجة المختلفة.

ب- قدمت تلك الأنظمة أسلوباً رقمياً للتعرف على اللون من خلال النسبة المئوية من أقصى كثافة للضوء الملون للمركبات الأولية الأحمر والأخضر والأزرق وهو ما يتيح إعادة تركيب اللون في أي نظام لوني باستخدام الحاسب الآلي أو نقل اللون من وإلى أي من البرمجيات المختلفة التي يستخدمها المعماري كأدوات مساعدة في عملية التصميم.

ج- تقديم مدى لوني لا نهائي حيث يستطيع الحاسب الآلي أن يقدم ما يقارب 16.7 مليون تأثير لوني.

د- تأكيد استخدام شكل الدائرة لما يقدمه من إحياءات بالإستمرارية والتواصل بين الألوان المتجاورة في معظم أنظمة ونماذج ترتيب اللون.

هـ- راعت بعض النماذج اختلاف القيمة الطبيعية للون مثل نموذج HVC بينما أهملت في البعض الآخر.

و- تحقيق بعض العلاقات اللونية مثل علاقة التتام المولد بوضع كل لونين متزامنين متقابلين كما في نموذج HLS. وهي علاقة قد يستفيد منها المشتغلين باللون في مجال الرسم وفن التصوير عنها في مجال العمارة.

3- أسس ومبادئ لمجسم لوني ملائم لطبيعة العمل المعماري:

في هذا الجزء سيتم التعرف على طبيعة العمل باللون في العمارة، وبالتالي الخلوصل إلى أهم المبادئ والأسس الواجب تحقيقها في المجسم اللوني ثم إسقاطها على أنظمة ترتيب اللون التقليدية والأخرى التي أعدت بالحاسب، ومن ثم الوصول إلى أنسب تلك الأنظمة واستخدامه كنواة للمجسم اللوني المقترح .

3-1 طبيعة العمل باللون في العمارة:

يختص العمل باللون في العمارة ببعض الخصائص التي تشكل طبيعة ذلك العمل وهي:

أ- يتعامل المعماري مع اللون الصباغي أي في صورة دهانات أو توكسيات ملونة طبيعية أو صناعية، وبالتالي فأن أنظمة ترتيب اللون التي أعدت صباغياً هي الأكثر ملائمة لطبيعة اللون المستخدم في العمارة^[4].

ب- قدمت بعض الدراسات المعمارية^[1] الخطط اللونية التي تستخدم في مجال العمارة والمبنية على العلاقات اللونية المختلفة كعلاقات التتام والتشابه والتوازن.... الخ ومعظمها منسوبة إلى دائرة شيفرل ذات الإثنى عشر لوناً - وهي دائرة تعتمد في تكوينها على الألوان الصباغية-

[2] المرجع السابق ، ص64

[3] المرجع السابق ، ص64

[4] خالد صلاح سعيد، 2000، ص 62

[1] خالد صلاح سعيد، 2000، ص 126-131

كمرجعية لتلك العلاقات على المستوى الأفقى ، كذلك نظام منسل وبوب وجريتسن على المستوى الرأسى الذى يوفر تدرجات وعلاقات لونية أخرى كالتساوى فى القيمة الطبيعية والتساوى فى درجة التشبع بجانب توافر العلاقات السابقة على مختلف المستويات الأفقية.

ج- يحتاج العمل المعمارى فى أحيان عديدة الى إعادة تكوين اللون المستخدم، وهو ما يتطلب طريقة معيارية رقمية تحدد المكونات اللونية بكل دقة، وهو ما تقدمه الأنظمة اللونية المعدة بالحاسب الآلى والتي ترجع أى لون الى مكوناته الأساسية الضوئية الأزرق والأحمر والأخضر بصورة رقمية يمكن من خلالها إعادة تكوين اللون بسهولة وبسر.

ح- نظراً للتقدم التكنولوجى الكبير فى مجال تصنيع الصبغات اللونية واعتمادها على الحاسب الآلى فقد فقدت الأنظمة التقليدية أهميتها كمرجعية للون، ولكن لا زالت لها أهمية كبرى فى توفير العلاقات اللونية كعلاقة التتام والتزامن، والتي يستفاد منها عند إعداد الخطط اللونية المستخدمة فى العديد من التطبيقات اللونية ومنها الواجهات [2].

د- يتعامل المعمارى فى اعدادة لمراحل العمل المعمارى المختلفة مع العديد من البرمجيات المختلفة التى يعتمد معظمها على نظام "RGB" فى التعامل مع اللون وبالتالي فإنه يشكل وسيطاً مناسباً يمكن من خلاله نقل اللون من برنامج لآخر رقمياً بدون ادنى خطأ.

3-1 أهم الأسس والمبادئ لمجسم لوني ملائم للعمل المعمارى باللون:

تتمثل أهم الأسس والمبادئ الواجب توافرها فى مجسم لوني ملائم للعمل المعمارى فى التالى:

- أ- اتباع أسلوب الخطط الصباغى بين الألوان الأولية الصباغية "الأحمر والأصفر والأزرق".
- ب- توفير المقاييس اللونية المختلفة لقياس درجة التشبع والإضاءة وماهية اللون.
- ج- توفير العلاقات اللونية الأساسية كعلاقة التتام والتوازن والتشابه وبين الألوان.
- د- مراعاة الإضاءة الطبيعية للون والتي تجعل لكل لون عند درجة التشبع له درجة إضاءة مختلفة وبالتالي ارتفاع مختلف داخل وعلى سطح المجسم.
- هـ- تقديم مدى واسع من الخطط اللونية بين الألوان الأولية للمجسم.
- و- الاستفادة مما يقدمه الحاسب الآلى من إمكانيات تساعد فى بناء مثل هذا النموذج.
- ز- تقديم بيانات كاملة عن اللون بمختلف الأنظمة مثل المكونات الأولية صباغياً وضوئياً لإمكان تمرير الألوان بين مختلف برامج الحاسب الآلى التى يتعامل معها المعمارى.

مما سبق يمكن الخلوصل الى التالى:

أولاً: ابتعاد الأنظمة المعدة بالحاسب الآلى عن الخطط الصباغى للون ونتائجه البينية التى تختلف كثيراً عن الخطط الضوئى وإن كانت قد حاولت محاكاة أسلوب الحصول على المعلومات اللونية كما هو بالطرق التقليدية فى صورة "ماهية وإضاءة وتشبع" "HLS/HVS/HVC" ولكنها قيم ارتبطت بالضوء الملون "Blue/Green/Red" ونتائج خلطه.

ثانياً: يعتبر مجسم بوب التقليدى [شكل8] من أكثر نظم ترتيب اللون التى توفر المبادئ الملائمة للعمل باللون فى العمارة من حيث اعتماده على الألوان الأولية الصباغية فى تكوين دائرته ذات الإثنى عشر لونا، وترتيب كل لون رأسياً فى مقابل إضاءته الطبيعية، وتدرج اللون فى التشبع من المحيط الى محور المجسم. كذلك توافق دائرته مع دائرة شيفرل التى تعتبر مرجعاً لمختلف الخطط اللونية.

وبالتالى: يرى الباحث إمكانية تقديم نموذج لمجسم لوني يمزج بين المبادئ المستخدمة فى نموذج "بوب" [شكل8] ودائرة شيفرل [شكل6] وما اتبع فى مختلف النماذج المعدة بالحاسب الآلى من أساليب الحصول على المعلومات اللونية، وتوفير مدى لوني كبير.

4- المجسم اللوني الصباغى المقترح بأستخدام الحاسب الآلى:

يقدم البحث في هذا الجزء شرحاً للمجسم اللوني المقترح [شكل 13] باستخدام برمجة الحاسب الآلى بلغة فيجوال بيزك "Visual Basic" [1] كخطوة أولى نحو ايجاد وتطوير البرمجيات المرتبطة باللون والبيئة المبنية حيث يمكن استخدام هذا النموذج كنواة للعديد من التطبيقات التى تخدم اللون فى البيئة المبنية.

1-4 الخصائص الهندسية للمجسم:

تم اختيار الشكل الهندسى للنموذج بحيث يتوافق مع الخصائص اللونية المختلفة للألوان ويحقق سهولة ويسر الحصول على تلك الخصائص سواء بشكل تقليدى كالمتبع فى الأنظمة التقليدية لترتيب اللون أو بشكل رقمى كالمتبع فى طرق ترتيب اللون باستخدام الحاسب الآلى، وتتمثل الخصائص الهندسية للمجسم المقترح فى الأتى:

أ- يتشكل المجسم هندسيا من عدد لا نهائى من المثلثات التى تدور حول محور رأسى الأسود - الأبيض، وتتحرك رؤوس تلك المثلثات ارتفاعا وإنخفاضا فى محل هندسى اسطوانى (مسقطه الأفقى دائرى الشكل)، والمجسم متماثل حول المحور (الأرجوانى - الأصفر)والذى يميل على المستوى الأفقى بزاوية ظلها $= 0.75$ [شكل 13، 14، 15].

ب- تتدرج رؤوس المثلثات (والتي تمثل اللون المشبع) فى الارتفاع من 0.125 الى 0.875 من قيمة ارتفاع المجسم المساوى فى القيمة لقطر الدائرة الممثلة لمساقط رؤوس المثلثات على المستوى الأفقى [شكل 15].

ج- يمثل محور المجسم الرأسى مقياس الإضاءة، وهو يتدرج من الأسود الى الأبيض، ومجموعة من الطبقات اللونية المتدرجة من الأسود حتى الأبيض، وتحتوى كل طبقة على الألوان ذات الإضاءة الطبيعية الواحدة، ويمكن ايجاد نسبة إضاءة أى لون فى المجسم بأسقاطه على مقياس الإضاءة [شكل 15، 16].

د- يمثل المحل الهندسى لرؤوس المثلثات الألوان بكامل تشبعها، والتي تنتج من خلط الألوان الأولية الصباغية "الأحمر والأصفر والأزرق" فيما بينها للحصول على الألوان البينية [شكل 13].
هـ- كما يمثل محور المجسم الرأسى درجة تشبع 0% وتزيد للخارج لتصل للألوان الى كامل التشبع 100% عند رؤوس المثلثات، ويمكن ايجاد درجة تشبع أى لون فى المجسم بأسقاطه على المستوى الأفقى ومعرفة نسبة بعده عن محور المجسم بالنسبة لنصف قطر المسقط الأفقى لرؤوس المثلثات [شكل 17، 18].

2-4 الخصائص اللونية للمجسم:

أ- تتكون دائرة اللون، والتي تشتمل على الألوان المشبعة، من الأحمر والأصفر والأزرق كألوان أولية صباغية موزعة على مسافات زاوية متساوية، ثم من خلال محاكاة عملية الخلط الصباغى أمكن تكوين مدى واسع من الألوان البينية كالألوان الثانوية والثالثية.... الخ [شكل 17].

ب- وقوع كل لون فى المستوى المناظر لإضاءته الطبيعية المحددة فى جدول رقم (1) والذى يوضح الإضاءة الطبيعية المناظرة لكل لون من ألوان الدائرة ذات الإثنى عشر لونا، والتي تم اتخاذها كمرجع [شكل 18].

ج- تتدرج جميع الألوان على سطح الكرة تجاه الأبيض مكونة ألوان خفيفة "tints" والأسود مكونة ظلال لونية "shades" والرمادى مكونة درجة لونية "tones" فى عدد غير محدود من درجات الإضاءة يعبر عنها بنسبة مئوية من 0% الى 100% [شكل 18].

جدول 1: القيمة الطبيعية للألوان [3]:

[1] قام الباحث بأعداد البرنامج الذى يقوم بإنتاج المدى اللوني المطلوب للنموذج وكذلك الشكل الهندسى الخاص به، وقد مر المجسم المقترح بالعديد من مراحل التطوير منذ نهاية عام 2000 وحتى الآن سواء على مستوى عملية المحاكاة اللونية أو على مستوى الشكل وتوافقه مع الخصائص اللونية المختلفة وتوافقه مع طبيعة العمل المعمارى لونياً. ولإختيار بيئة البرمجة الملائمة فقد قام الباحث- بعد عمل مقارنة بين لغات البرمجة المختلفة التى يمكن أن تساعد فى تكوين النموذج - باختيار لغة الفيجوال بيزك كوسيط برمجي فى إعداد المجسم اللوني المقترح لاشتراكها مع معظم لغات البرمجة فى الإعتماد على الألوان الأولية للضوء " الأحمر والأخضر والأزرق" فى تكوين الألوان المستخدمة فى عملية الرسم، والتي قام الباحث من خلالها بعمل عملية محاكاة بصرية للألوان الصباغية ونتائج خلطها وطريقة ترتيب الألوان داخل المجسم والتشكيل الهندسى للمجسم.

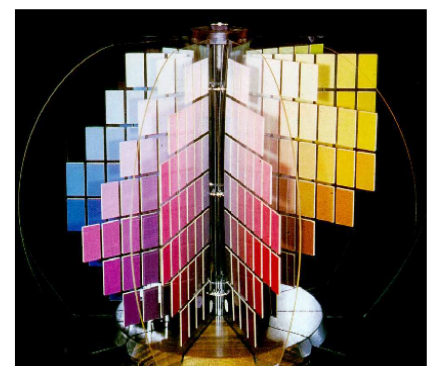
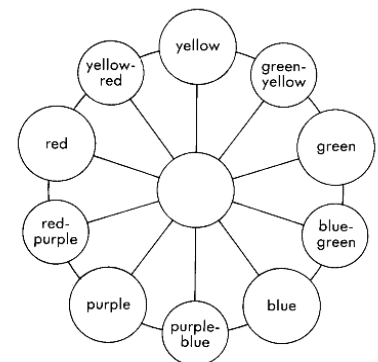
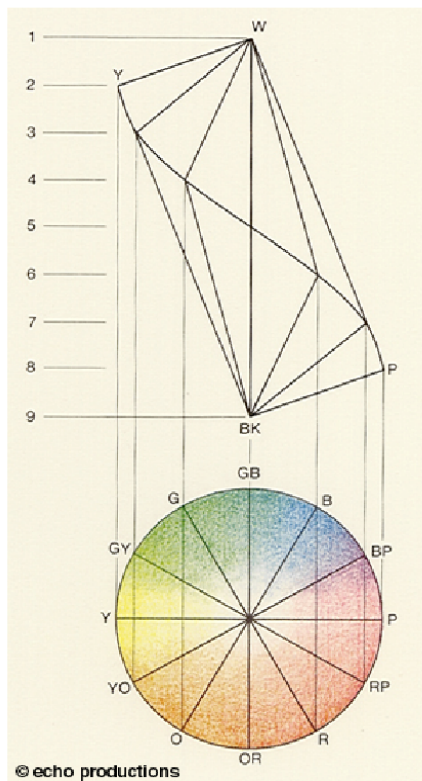
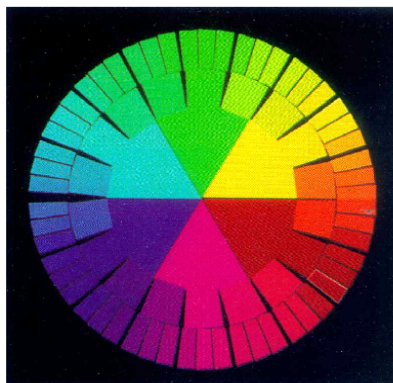
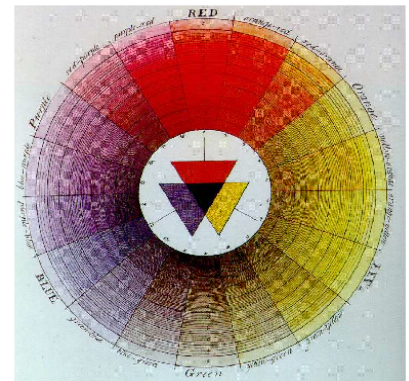
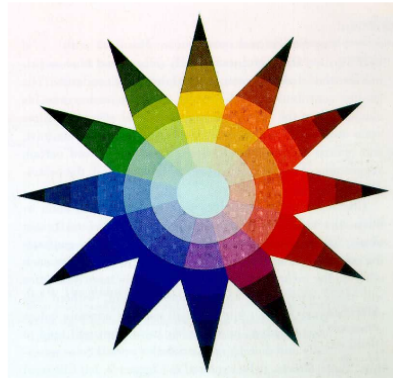
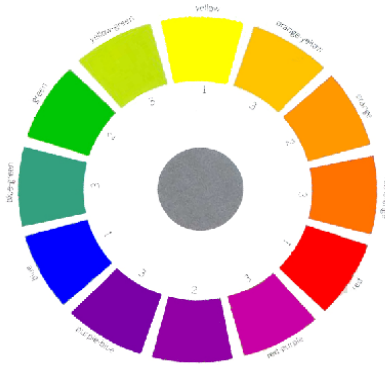
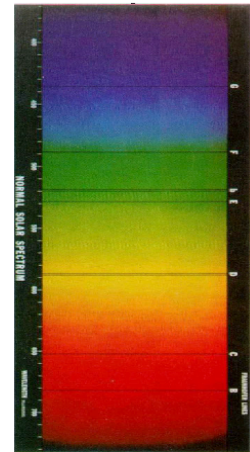
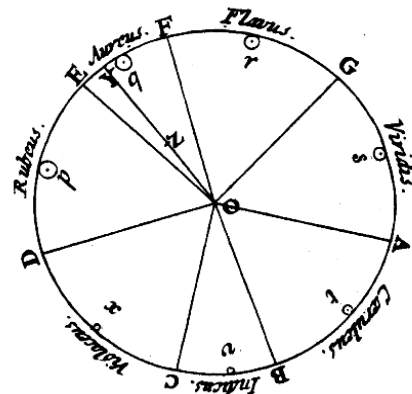
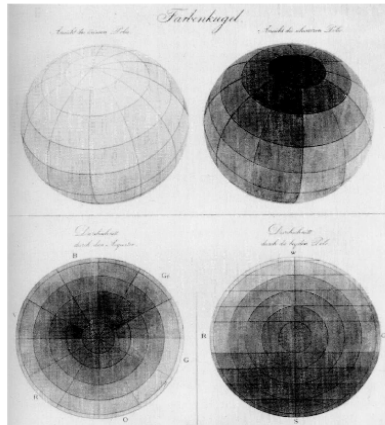
القيمة الطبيعية	اللون
	الأبيض
100 %	
87.5 %	عالي الإضاءة
75 %	مضىء
62.5 %	منخفض الإضاءة
50 %	متوسط
37.5 %	منخفض القتامة
25 %	قاتم
12.5 %	عالي القتامة
0.00 %	الأسود

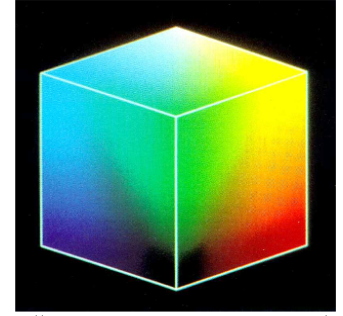
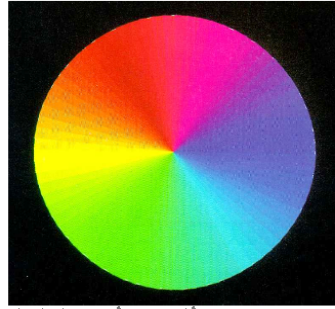
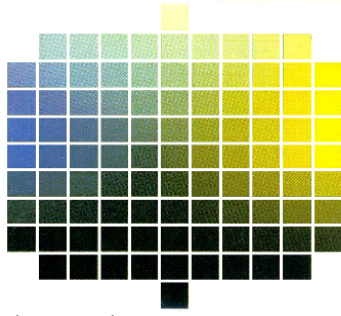
د - تتدرج الألوان من التشبع الكامل 100% الى 0 % على محور الإضاءة في عدد غير محدود من الدرجات البينية، وكذلك تتدرج الألوان الخفيفة "tints" والظلال اللونية "shades" من درجة تشبعها حسب موقعها داخل المجسم الى الصفر على محور الأبيض- الأسود [شكل 19].

هـ- يقع كل لون في مواجهة اللون المتم له على الدائرة اللونية، وعلى مستوى المجسم اللوني فإن اللون المتم لكل لون أو درجة لونية يقع على نفس البعد من نقطة مركز المجسم (الرمادي المتوسط 50%) في النصف الآخر من المجسم وعلى امتداد الخط المار بين اللون ونقطة المركز [شكل 20].

3-4 خصائص عامة:

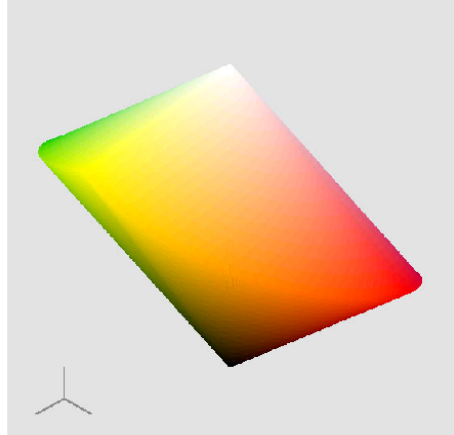
- أ - النموذج في صورة برنامج بالحاسب الألى يتيح للمستخدم إدخال الخصائص اللونية المطلوبة للمجسم كعدد الماهيات وعدد درجات الإضاءة، وكذلك عدد درجات التشبع، ثم يتم تكوين المجسم بناءً عليها [شكل 21، 22].
- ب- إمكانية الحصول على قطاعات لونية أفقية عند درجات إضاءة محددة أو راسية عند ماهيات لونية محددة. كذلك الحصول على ألوان ذات تشبع محدد أو مدى لوني محدد بقيم وإضاءات وتشبع من المستخدم [شكل 23].
- ج- بجانب إمكانية الحصول على المعلومات اللونية المختلفة المتعلقة باللون نسبة الى خصائصه اللونية "الماهية والإضاءة والتشبع"، فإن المجسم يتيح إمكانية تحويل تلك البيانات الى الصيغة التي تتعامل معها معظم تطبيقات الحاسب في مجال العمارة وهي نسبة الألوان الأولية الضوئية الأحمر والأخضر والأزرق في اللون، وهي تتراوح بين الصفر و255 درجة لكل لون من الألوان الأولية الضوئية.
- د- إمكانية تقديم أطلس لوني أو مجسم طبيعي من خلال طباعة قطاعات المجسم وتركيبها في شكل ثلاثي البعد كما هو بشجرة الألوان لمنسل.



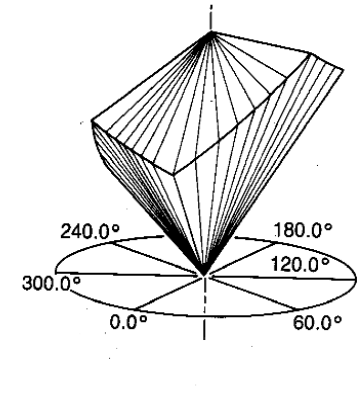
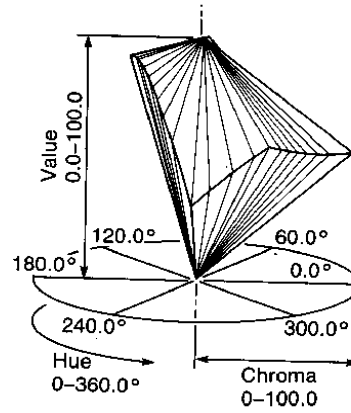


شكل 11 - دائرة الألوان الأساسية لنظام "HLS" قطاع مار باللونين الأصفر والأزرق

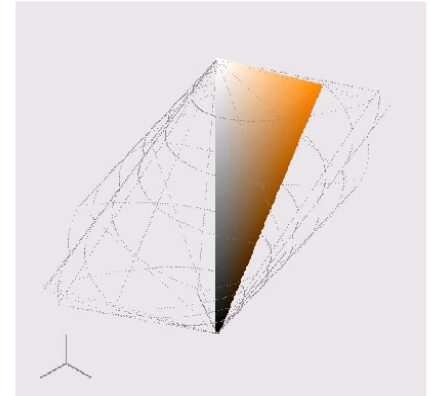
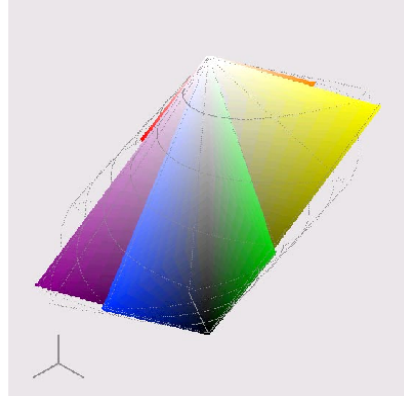
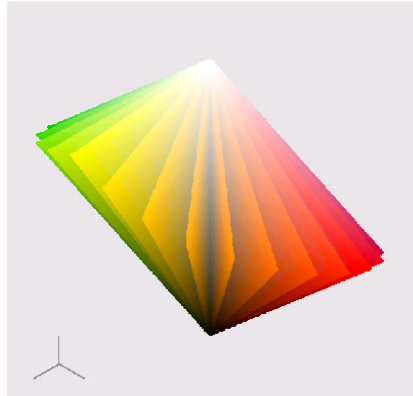
شكل 10: تصنيف "RGB" اللوني



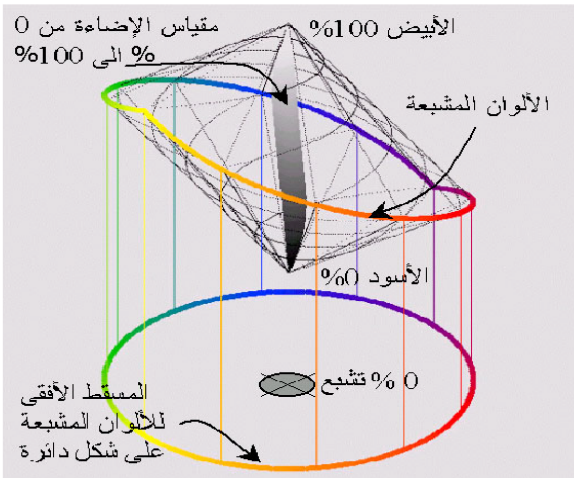
شكل 13: المجسم المقترح من الباحث



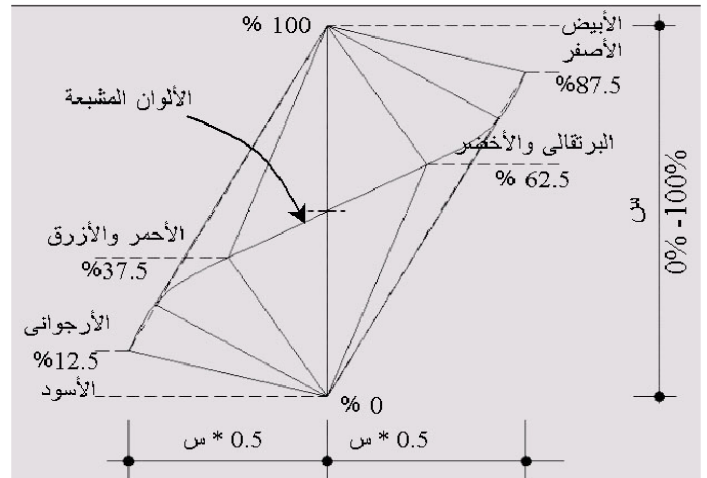
شكل 12: بعض أوضاع المجسم في نظام "HVC" اللوني



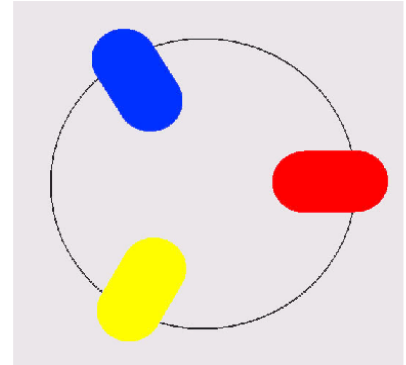
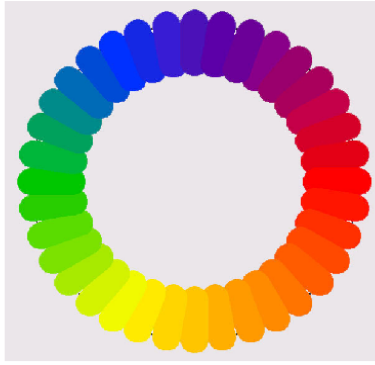
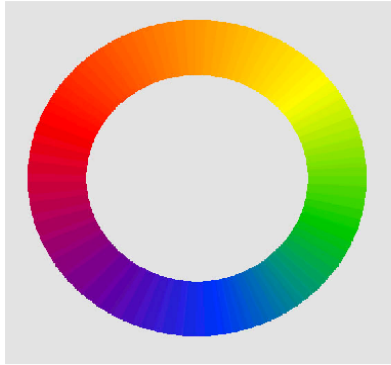
شكل 14: لقطات أيزومترية للمجسم المقترح يوضح تصويره كمثلثات يمثل رأسها اللون المشبع، ووترها المحور الرأسى (الأسود-الأبيض)



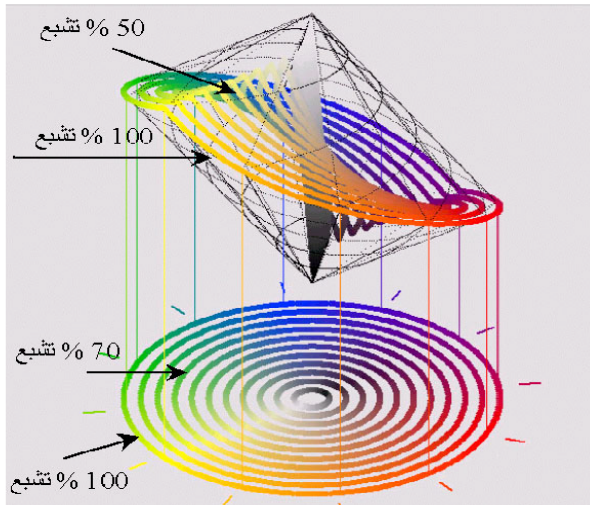
شكل 16: حركة الألوان المشبعة في محل هندسى اسطوانى ارتفاعاً وانخفاضاً لتتناظر الإضاءة الطبيعية لكل لون



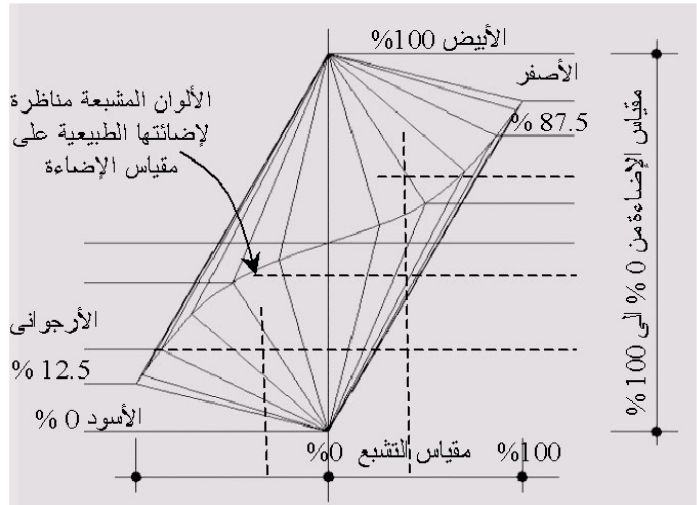
شكل 15: واجهة توضح نسب الارتفاعات الى قطر مسقط القاعدة وظل زاوية محور الأرجوانى - الأصفر .



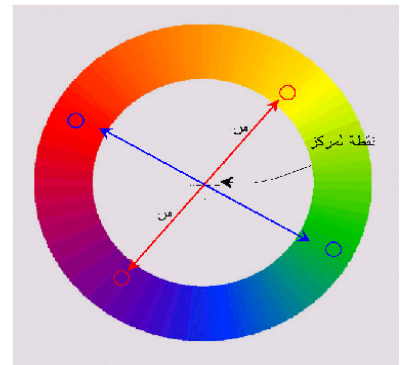
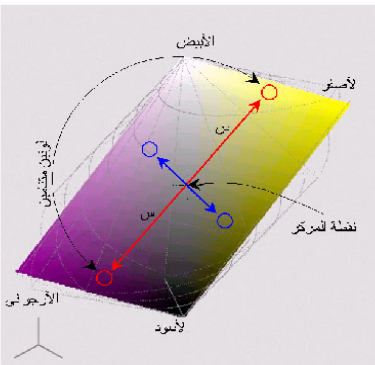
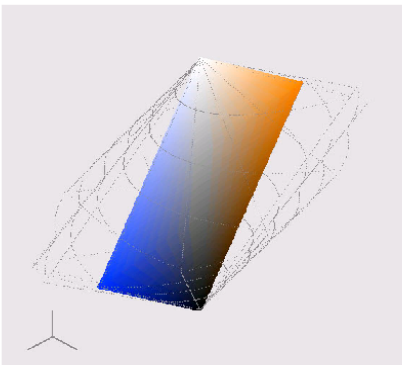
شكل 17: الإعتماد على الألوان الأولية الصباغية ونتائج خلطها كأساس لتكوين دائرة اللون للنموذج المقترح



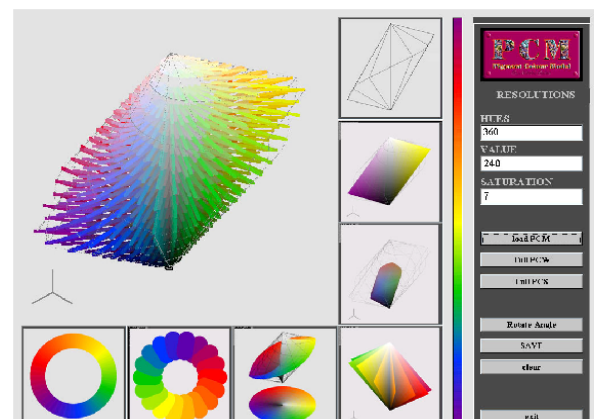
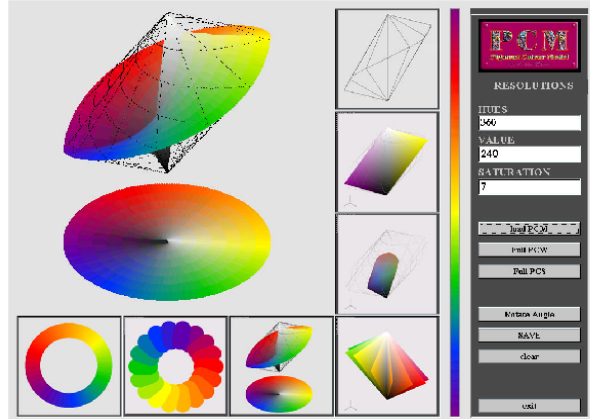
شكل 19: قطاع أيزومتري يوضح تغير درجة تشبع اللون بأقترابه نحو مقياس الإضاءة في مجور الجسم



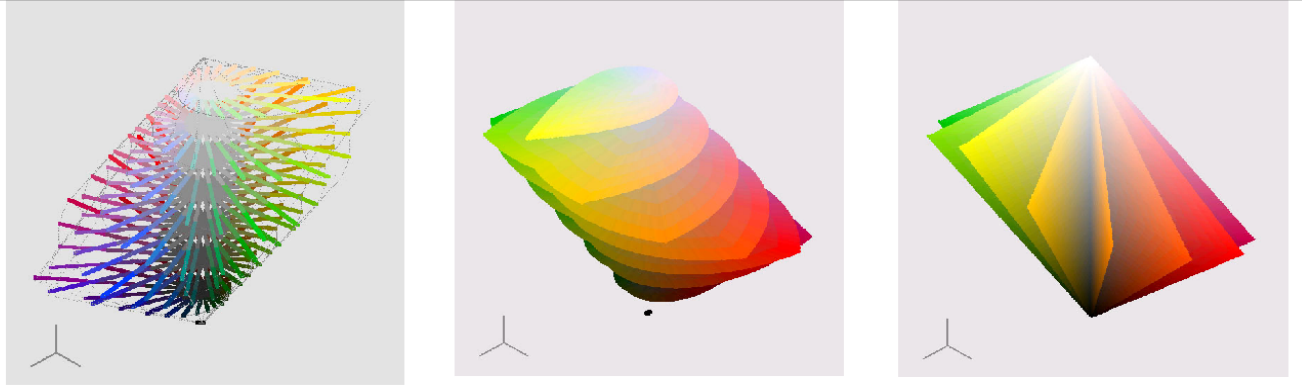
شكل 18: تحقيق الجسم لتناظر كل لون مع إضاءته الطبيعية طبقا لمجسم بوب وجدول القيمة الطبيعية للون



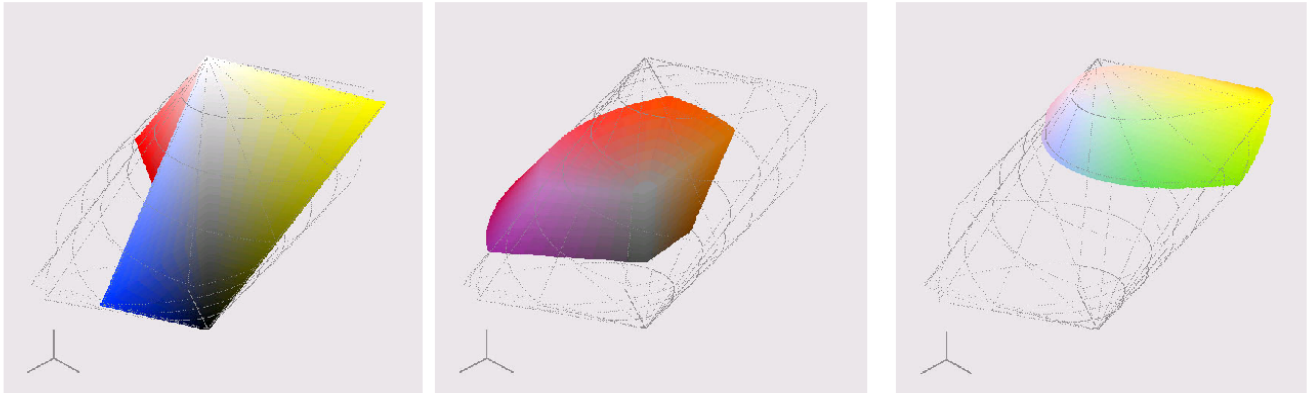
شكل 20: ألوان منتظمة على دائرة اللون في تطبيق مع مبادئ شيفرل، وعلى القطاع الرأسى المر بالونين الأصفر والأرجوانى والبرتقالى والأزرق



شكل 21: واجهة المستخدم فى البرنامج الذى يقوم ببناء المجسم المجسمة اللونية طبقا لرغبة المستخدم ومداخلته



شكل 22 : إمكانيات تكوين مجسمات لونية خاصة من عدد يحدده المستخدم من الألوان المشبعة ودرجات الإضاءة ودرجات التشبع



شكل 23 : إمكانيات المجسم فى حصر مدى محدد من الألوان طبقاً للماهية أو الإضاءة أو التشبع أو فى تقديم مختلف العلاقات اللونية كاللتام والتوازن والتشابه ... الخ

النتائج والتوصيات:

- 1- خلص البحث الى أهم الأسس والمبادئ الملائمة لبناء مجسم لوني ملائم لطبيعة العمل المعماري باللون، والتي توافقت مع كل من دائرة شيفرل ومجسم بوب اللوني
- 2- قدم البحث إقتراحاً لمجسم لوني تم اعداده بالحاسب الألى اعتماداً على المبادئ المتحققة في مجسم بوب اللوني ولكن مع تحقيق مدى واسع من الألوان البينية وكذلك العلاقات اللونية وبالتالي المزج بين مميزات كل من النظم التقليدية لترتيب اللون والإمكانيات التي يقدمها الحاسب الألى فى النماذج المعدة به سابقاً.
- 3- يوصى البحث بمواصلة العمل نحو الاستفادة من مثل هذا النموذج وإيجاد وتطوير البرمجيات المختلفة التي تسهم فى الإرتقاء بأساليب اختيار واستخدام اللون فى العمارة والبيئة المبنية.

المراجع:

1. خالد صلاح سعيد، (2000) اللون وواجهات المباني - دراسة تحليلية رسالة ماجستير، كلية الهندسة - جامعة أسيوط، أسيوط.
2. يحيى حمودة، (1965) الألوان، دار المعارف، القاهرة.
3. حسن عزت أبوجد، (1971) الظواهر البصرية والتصميم الداخلى جامعة بيروت العربية، بيروت.
4. Albert Halse, (1978), "**ARCHITECTURAL RENDERING**" Mc Graw-Hill Book Company, Inc, Newyork.
5. Faber Birren, (1961), "**CREATIVE COLOR**", Reinhold Publishing Corporation, New York
6. Paul Zelansky, & other (1989) "**COLOUR FOR DESIGNERS AND ARTISTS**", The Herbert Press, London.
7. Ray Faulkner & others, (1956), "**ART TODAY**" Henry Holt And Company, New York.
8. Richard Norman, (1990), "**ELECTRONIC COLOR**" Van Nostrand Reinh-Old Book, New York.
9. Rudolf Arnheim, (1974) "**ART AND VISUAL PERCEPTION**", University of California Press, Los Angeles.
10. Tom Porter & other, (1976), "**COLOR FOR ARCHITECTURE**" Studio Vista Book, London.

ملحق رقم 1: مصطلحات وتعريف لونية:

أولاً: تعريف مرتبطة بالخصائص المحددة للون:

- 1- ماهية اللون "Colour Hue": تعبر ماهية اللون عن الصبغة الأصلية المكونة لأي لون، فاللون الوردى "Rose" -مثلاً- ذو ماهية حمراء، العاجى "Ivory" ذو ماهية صفراء. وهى يمكن أن تكون ماهيات أولية أو ثانوية أو ثالثة حسب درجات الخلط اللوني البينى لهذه الماهيات.
- 2- إضاءة اللون "Lightness, value": هى إحدى الخصائص التى يمتلكها التأثير اللوني عامة، ويمكن الحصول عليها عن طريق تصوير اللون فوتوغرافياً أبيض وأسود فإن الصورة الناتجة للون ستحدد درجة من درجات الرمادى التى تعبر عن إضاءة كل لون. وهى تتدرج من الأبيض الى الأسود مروراً ببعض الدرجات الرمادية المستخدمة لقياس إضاءة اللون، فالأصفر مثلاً لون عالى الإضاءة والبرتقالى والأخضر لونين منخفضى الإضاءة بينما الأحمر والأزرق لونين منخفضى القتامة، كذلك فإن الأرجوانى لون عالى القتامة.
- 3- كثافة اللون "Saturation, Intensity": ويقصد بها كثافة الصبغة الأصلية فى اللون وهى تعنى مدى قرب اللون أو بعده عن ماهيته، فاللون النقى "ماهية أصلية" تكون درجة تشبعها 100% واللون الرمادى تكون درجة تشبعه 0% مروراً بالعديد من الدرجات اللونية "tones".

ثانياً: تعريف مرتبطة بالصفات المحددة للون:

- أ- الصفات المطلقة: الألوان الساخنة والباردة: تنقسم الألوان إلى مجموعتين مرتبطتين بالإحساس بالحرارة هما: الألوان الساخنة Warm colours والألوان الباردة Cold colours، وتقع الألوان الساخنة من الأصفر مروراً بالبرتقالى إلى الأحمر (وهى ما تسمى بالمنطقة الدافئة للتحليل الطيفى)، أما الألوان الباردة فهى تقع ما بين الأخضر والأزرق إلى الأرجوانى (وهى تسمى بالمنطقة الباردة للتحليل الطيفى). وهذا الإحساس بالحرارة واللون موجوداً ولكنه ليس له تأثير حرارى حقيقى ولكن تأثيرات نفسية فقط.
- ب- الصفات المكتسبة: هى صفات يكتسبها اللون لتصف علاقته ببعض الألوان المتواجدة معه فى التكوين كالألوان المتماثلة "Complementary Colours" والألوان المتزامنة "Simultaneous Colours".

1- الألوان المتماثلة "Complementary Colours":

وهى تنقسم الى نوعين من المتتامات طبقاً لمصدر اللون، فهناك المتتامات الأساسية، المتتامات المولدة.

- المتتامات الأساسية "Fundamental Complementary": هى متعلقة بالألوان الصبغية فعند خلط لونين صباغيين أوليين كالأحمر والأصفر فإن اللون الثانوى الناتج (البرتقالى) يسمى متمماً للون الأولى الثالث (الأزرق)، ويطلق على البرتقالى والأزرق معاً لونين متتامين، وينتج عن خلطهما لون متعادل. وهى أيضاً الألوان التى تطلب العين أن يكمل كل منهما الآخر لتهدئة التأثير اللوني.
- المتتامات المولدة "Generative Complementary": وهى مرتبطة بالأضواء الملونة التى عند خلطها بكثافة متساوية تنتج إحدى درجات الرمادى، كالأحمر مع الأخضر المزرق، البرتقالى مع الأزرق المخضر، الأصفر مع الأزرق على سبيل المثال.

2- الألوان المتزامنة "Simultaneous Colours":

هى الألوان التى تتولد فى مجال الرؤية عند رؤية العين لأحد الألوان - سواء اللون الصباغى أو الضوئى- فى غياب متممه بعد إمعان النظر فى اللون، مكونة ما يسمى بالهالة اللونية، وهى مكافئة تماماً للمتتامات المولدة، فاللون البرتقالى مثلاً يتكون له لون متزامن أزرق مخضر.

ثالثاً: تعريف مرتبطة بعملية خلط اللون:

- أ- الألوان الأولية: هى الماهيات الأولية التى لايمكن الحصول عليها من خلال عمليات الخلط اللوني، والتى من خلال خلطها معاً تنتج جميع الألوان والدرجات اللونية المختلفة، وهى فى حالة استخدام الوان صباغية الأحمر والأصفر والأزرق، أما فى حالة الضوء الملون فهى الأحمر والأخضر والأزرق.
- ب- الألوان الثانوية: هى الماهيات التى تنتج عن خلط ماهيتين أوليتين، فالبرتقالى مثلاً هو لون ثانوى ناتج عن خلط الأصفر مع الأحمر.

ج- الخلط بالإضافة: "ADDITIVE MIXING": والذى يقصد به محصلة أو مجموع الأشعة الضوئية الملونة، وعملية الخلط بالإضافة لا تقتصر على الأشعة الضوئية الملونة فقط، بل يمكن الحصول على خلط بالإضافة من سطح ملون عند إدارة قرص مكون من لونين أو ثلاثة حول محوره بسرعة، وهو ما يسمى بالخلط البصرى للون.

د- الخلط بالطرح: "SUBTRACTIVE MIXING": ويقصد به المتبقى من الأشعة الضوئية الملونة بعد امتصاص السطح المتلقى لبعض أو كل من تلك الأشعة، ويعتبر الخلط الصباغى للون هو خلط بالطرح.

هـ- الخلط مع الأبيض والأسود: عند خلط اللون مع الأبيض فأننا نحصل على لون خفيف أو فاتح "tint"، أما عند خلطه بالأسود فأننا نحصل على لون مظل أو قاتم "shade"، وعند خلط اللون مع الرمادى فأنه يسمى درجة لونية "tone".