الكيماوي بلال عبد الوهاب الرفاعي — ***Chem. Bilal Al Rifaii***

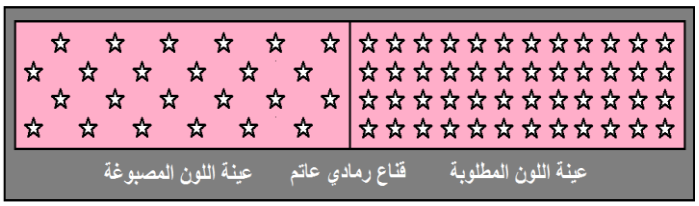
مستشار في الاتحاد العربي للصناعات النسيجية - مدرب التقنيات الصباغية في غرفتي صناعة دمشق وحلب

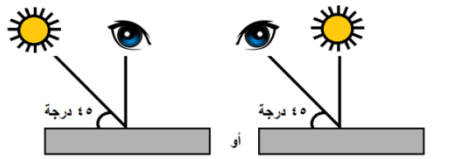
دمشق: هاتف: ٣٤٤٠٥٣٨ ٠١١، حلب: ٢٢٦٢١٣٩ ٠٢١، جوال: ٥٨٤٣١٦ ٠٩٤٤، b.rifatex@hotmail.com

مقياس الطيف الضوئي " السبكتروفوتومتر "
Spectrophotometer

المقدمة : واكب التطورات العلمية الواسعة التي يشهدها العالم المعاصر جملةً من القيم والمعطيات ضمن جملة المواصفات التي يجب أن يتمتع بها أي مُنتَج ليضمن مُنتِجُه المنافسة والتسويق في عالمٍ احتدت معه سياسات المنافسة والتطوير ، فبرزت الحاجة لظهور شهادات الجودة كالإيزو والاكو و...

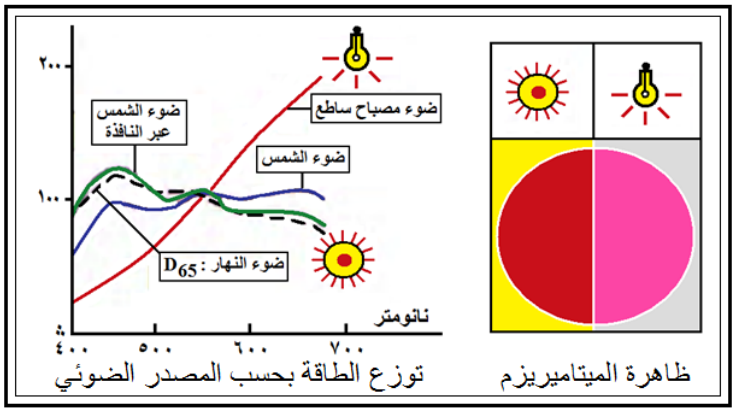
أما في عالم الصناعات النسيجية فقد أصبحت الثباتيات على الغسيل والاحتكاك والنور ... أمراً عادياً ، بل زاد على ذلك التدقيق على اللون ضمن مجال درجة السماح التي تتفق عليها شركات الإنتاج والتوزيع ، وهذا ما استدعى اعتماد الطرق الآلية لتحييد العامل الشخصي الذي يتباين من شكلٍ لآخر بحسب : السن ، درجة الإرهاق العصبي ، وبعض العوامل المحيطة بعملية مقارنة اللون مثل نوعية المصدر الضوئي وطريقة المقارنة التي يرتبط نجاحها بدرجة الإضاءة والحرارة كما في الشكل ١ :





الشكل ١: تقدير فرق درجة واتجاه اللون بالعين

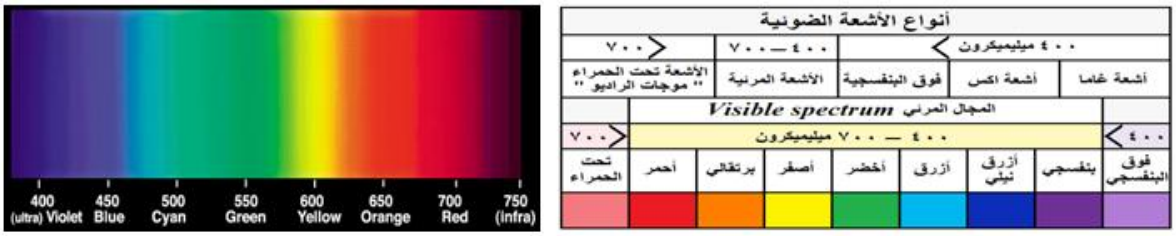
١ـ الأشعة المرئية أو الطيف المرئي : يتألف الضوء الوارد من حولنا سواء أكان من الشمس أم من المصادر الصنعية من مجموعة أشعة مختلفة طول الموجة كما في الشكل ٢ ، وتتحلل الأشعة المرئية بتمريرها على موشور زجاجي إلى ألوانها الأساسية السبعة كما هو وارد في الشكل ٣ ، وهكذا وتحت تأثير مصدر ضوئي معين تختلف أطوال الموجات الضوئية الواردة على الجسم الملون ما يسبب اختلافاً في أطوال موجات الأشعة المنعكسة يسبب اختلافاً باللون الظاهر للعيان ، وهذا ما ندعوه بظاهرة الميتاميريزم والتي تعرف على أنها اختلاف اللون باختلاف المصدر الضوئي كما في الشكل ٢.



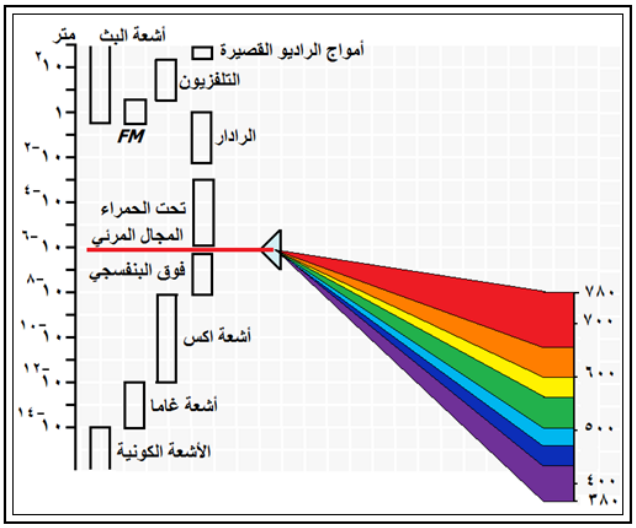
الشكل ٢ : ظاهرة الميتاميريزم

وتعتبر الشمس المصدر الضوئي الأول ، إذ لم يتمكن العلماء إلى اليوم من اصطناع مصدرٍ ضوئي يحاكيها إشعاعاً ، فهي تطلق ما يعادل ١٤% فقط من طاقتها على شكل إشعاع ، في حين يُطلق المصباح الكهربائي ٢% من طاقته على شكل ضوء والباقي حرارة ، إضافةً لاختلاف محتوى الإشعاعين من الأطوال الموجية لأشعتهما ، إذ تزيد نسبة الإشعاع فوق البنفسجي في ضوء الشمس عنها في ضوء

المصابيح الكهربائية ، ويبين لنا الشكل ٣ تحليلاً لأنواع الأشعة والطيوف الضوئية ، ونرى في الشكل ٤ موقع المجال المرئي وتحليله :



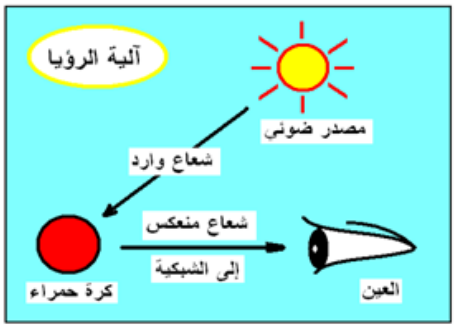
الشكل ٣ : أنواع الأشعة الضوئية



الشكل ٤ : موقع المجال المرئي وتحليله بين أنواع الأشعة

٢- الألوان المتكاملة : يحوي جزيء المركب الملون الكترونات حرة يمكنها التحرك أو الطنين والقفز من مدار رابط إلى آخر ضد الربط على كامل مساحة الجزيء ، فتنتقل من مستوى طاقي إلى أعلى بامتصاصها للطاقة الواردة عبر الموجات الضوئية الساقطة على الجزيء ، ولا تلبث أن تعود إلى مستواها الأصلي مطلقةً ما امتصته من طاقةٍ من جديد ، وتصل الأشعة المنعكسة لشبكية العين لتتحسسها على شكل لون ، ونسمي طول الطاقة الممتصة باللون والمنعكسة باللون المكمل كما في الجدول ١:

الجدول ١

أطوال أمواج ألوان الطيف واللونان المتكاملان				
طول الموجة بالأنغستروم	اللون الممتص		اللون المنعكس	آلية الرؤيا
4000 - 4350	بنفسجي		أخضر مصفر	
4350 – 4800	أزرق		أصفر	
4800 – 4900	أزرق مخضر		برتقالي	
4900 – 5000	أخضر مزرق		أحمر	
5000 – 5600	أخضر		أرجواني	
5600 – 5800	أخضر مصفر		بنفسجي	
5800 – 5950	أصفر		أزرق	
5950 – 6050	برتقالي		أزرق مخضر	
6050 - 7500	أحمر		أخضر مزرق	

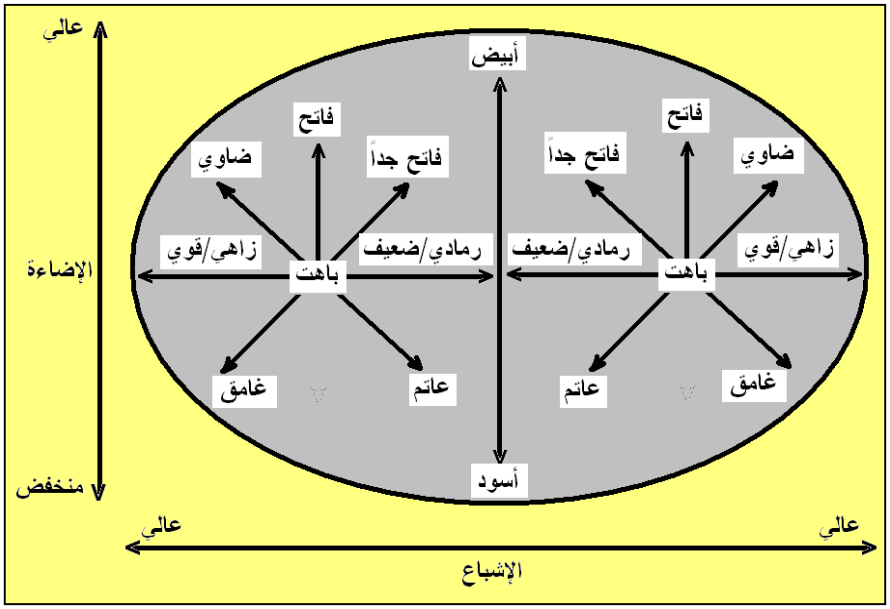
٣- الخواص اللونية : يُعرف اللون على أنه ذلك التأثير الفسيولوجي الخاص بوظائف أعضاء الجسم والساقط على شبكية العين من الجزيء الصباغي الملون أو من الضوء الملون ، وبالتالي فهو إحساس دون وجود مادي وبالتالي ليس له وجود خارج الجهاز العصبي للكائنات الحية ، وأهم الخواص التي يتصف بها اللون عبر توصيفه المرئي أو الفيزيائي.

٣-١- التدرج اللوني *Hue* : ويميز كنية اللون ، كأن نقول أحمر أو برتقالي... ونسميه بالتدرج لرمزيته في انتقال اللون من نقطة إلى أخرى بالتدريج كما في الشكل ٥ :

الشكل ٥ : قرص الألوان

٣-٢- القيمة *Value* : وتدلل على درجة عمق اللون ما بين غامق أو فاتح ، أي مشبع وهو ما نعتبره اللون الأساسي *" Shade "* أو فاتح أو ما نعتبره *" Tint "*.

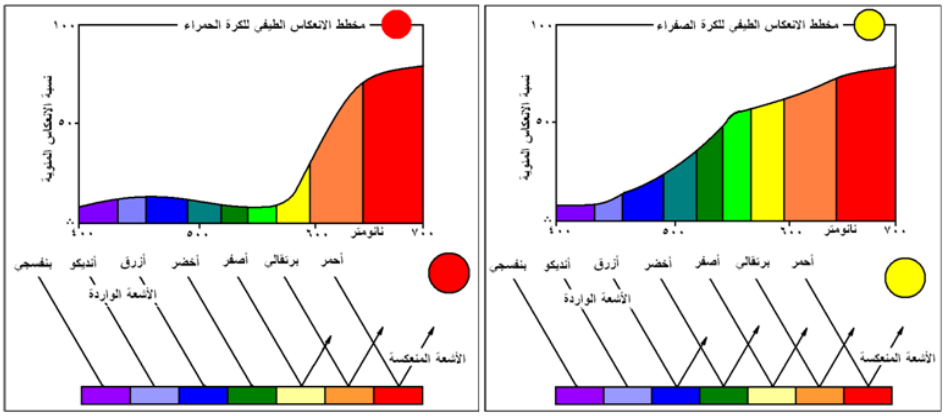
٣-٣- الشدة *" Intensity "* : وتدلل هذه الخاصية على درجة نقاء اللون ، فيمكننا أن نغير من درجة نقاء اللون بمزجه بلونٍ آخر يقربه من السواد ، كأن نمزج اللون الأزرق باللون البرتقالي الذي يوجه اللون الأزرق الصافي إلى اللون الكحلي العاتم ومن ثم إلى الأسود أو درجة من درجات اللون الرمادي كما في الشكل ٦ :



الشكل ٦ : بناء كرة اللون

ومنهم من يدعو هذه الخاصة بدرجة الإشباع اللوني أو *Chroma* مدللين على انتقال اللون من الأحمر القاني إلى الخمري مثلاً.

٣-٤- الطول الموجي *Wave Length* : تتوزع الألوان عند تحليل الطيف المرئي على الموشور الذي يسبب انكسار الضوء كما سبق وذكرنا إلى عناصرها الأساسية المتميز كلٍ منها بطول موجة محدد أو بحزمة ضيقة تعطينا اللون الصافي ويقال عنها أنها لون وحيد طول الموجة أو *Monochromatic* كما نرى في الشكل ٧:



الشكل ٧ : مخطط الانعكاس الطيفي لكرتين صفراء وحمراء

٣-٥- النقاوة *Purity* : ونقارب مع هذه الصفة اللون مع درجة البياض الذي يحمله.

٣-٦- الإضاءة *Luminance* : وتعبر عن كمية الضوء المنعكس إلى العين من اللون المشار إليه.

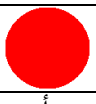
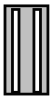
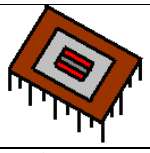
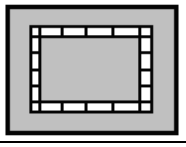
٣-٧- الإشباع اللوني *Chroma* : وتدلل هذه الخاصة على محتوى اللون من اللون الرمادي ذي القيمة ٥٠ والواقع في مركز الكرة اللونية على حساب اللون الأصلي ، ونجد هذه الخاصة بين اللونين الأحمر الضاوي مثلاً واللون الخمري عبر التحرك من مركز الكرة الغني بالرمادي إلى المحيط الغني باللون الأحمر .

٣-٨- اللونان الأبيض والأسود : نقول عن اللون أنه أبيض عندما يعكس جميع الأشعة الساقطة عليه ، وأنه أسود عندما يمتصها جميعاً ، وعليه فإن اللون الرمادي هو اللون القادر على امتصاص أو عكس كميات متساوية جميع أطوال الأشعة الساقطة عليه.

وعملياً لم يتمكن العلم إلى الآن من العثور على الجسم الذي يمكنه أن يعكس كامل الأطوال الموجية بل على ٨٩ % فقط ، أو على الجسم الذي يمكنه امتصاص جميع تلك الأطوال بل على أسود الفحم الذي يعكس ما نسبته ٤,٤ % فقط ويعتبر أشد الأجسام سواداً.

٤- أنواع أجهزة قياس الطيف الضوئي : تتم عملية قياس اللون عبر مجموعة أجهزة نجد من أهمها :

- السبكتروفوتومتر " *Spectrophotometer* " : يقيس الضوء المنعكس عند مجموعةٍ من النقاط ليرسم منحني خاص بكل لون ضمن نقاط الارتكاز : أحمر/أخضر ، أصفر/أزرق ، أبيض/أسود
- الكلرمتر " *Colorimeter* " : يقيس اللون بطريقة العين البشرية ، أي ضمن نقاط ارتكاز : أحمر/ أخضر/ أزرق.
- الدينسيتومتر" *Densitometer* ": يشبه الكلرمتر بفارق تصميمه للمواد السائلة خاصةً كأحبار الطباعة والتصوير.

الفوارق بين العين البشرية والكالرمتر والسبكتروفوتومتر في آليات قراءة اللون			
إنسان " عين بشرية "			
	الشبكية	دماغ	لون أحمر
كالرمتر مقياس اللون			001 L: 43.31 a*: 47.63 b*: 14.12
	حساس	حاسوب ميكروي	معطيات اللون الرقمية
سبكتروفوتومتر مقياس الطيف الضوئي			L*: 43.31 a*: 47.63 b*: 14.12
	حساس طيفي	حاسوب ميكروي	معطيات اللون الرقمية

الشكل ٨ : الفوارق بين آليات عمل العين البشرية والكلر متر والسبكتروفوتومتر

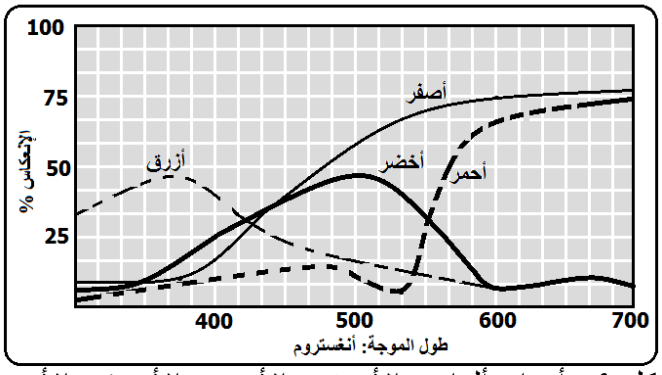
٥- جهاز السبكتروفوتومتر: يتم تعيين تركيب أو تركيز اللون حالياً على جهاز السبكتروفوتومتر الذي يمكنه قياس الضوء الذي ينفذ من المادة الملونة ليؤثر على خلية كهرضوئية مدرجة مسبقاً على تراكيز معينة للألوان المراد تقيمها أو تحديدها على أساس القياسات بضوء وحيد الموجة ، أو حزمة ضوئية محددة ، ويتألف الجهاز بشكلٍ رئيسٍ من :

- مصدر ضوئي *Light Source*.
- مونوكروميتور *Mono chromator*.
- حامل العينة.
- خلية ضوئية *Photocell*.
- مكبر *Amplifier* .
- جهاز بيان *Indicator Device*.

ويعمل الجهاز أساساً على عمل المونوكروميتر الذي يمرر طول الموجة الوحيد ، لكونه موشور يتلقى الأشعة الضوئية ويحللها ويرسل بطول موجة وحيد يمكننا اختياره للعينة التي تحولها لطاقة كهربائية بتيار كهربائي ضعيف يمكن للمكبر أن يحوله لجهاز البيان لنتمكن من قراءته وتسجيله.

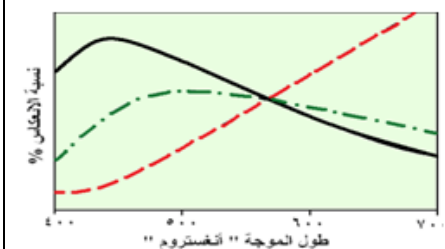
ويقوم مبدأ قياس لون المنسوجات على أساس منحنيات اللون المنعكس عنها *Reflatance Curve* باعتبارها غير نفوذة للضوء على العكس من المحاليل ، ويتم رسم الانعكاس الطيفي بدلالة طول الموجة ومنحني الانعكاس كما سبق وذكرنا للعلاقة الأساسية بين درجة الانعكاس وتركيز الصباغ في المنسوجات ، ويبين لنا الشكل ٩ منحنيات انعكاس ألوان الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر.

وتعتمد الخواص الفيزيائية للون النسيج على منحني انعكاس السطح الملون وطاقة الضوء المستخدم ، ولكون تبدد الضوء أو توزعه في ضوء النهار يأخذ أشكالاً متعددة فقد اعتُمِدَت مصادر ضوئية ثلاث كما في الجدول ٢ :



الشكل ٩ : أمواج ألوان : الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر

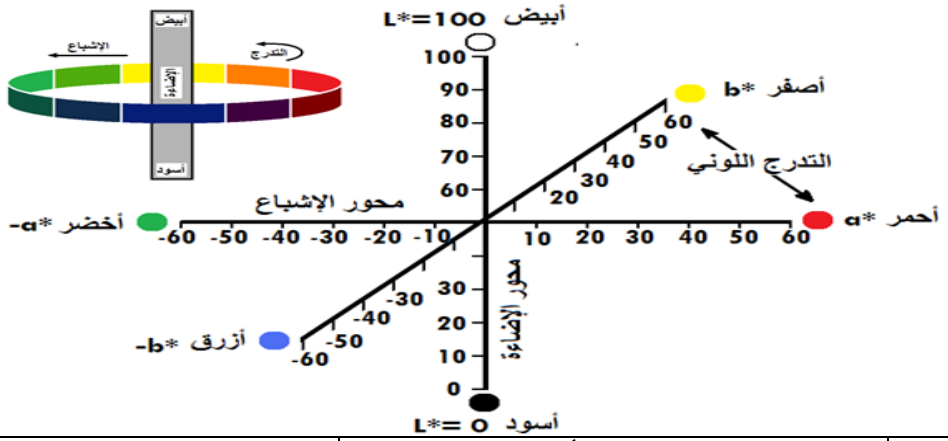
الجدول ٢

المصادر الضوئية الثلاث المعتمدة			
المصدر	الضوء	الحرارة اللونية	
A	مصباح تنغستين	٢٨٥٤ كلفن	
B	ضوء الشمس المباشر مع مرشح ضوئي	٤٨٧٠ كلفن	
C	ضوء النهار العادي مصباح تنغستين مع مرشح سائل	٦٧٧٠ كلفن	

العلاقة بين الطاقة النسبية وطول الموجة

٦- بناء كرة اللون: تقوم كرة اللون على جملة احداثيات ثلاثية الأبعاد أو المحاور كما يبين الشكل ١٠:

بناء كرة اللون



المحور		الطرف الأول					الطرف الثاني				
		اللون	الرمز	القيمة	الموقع	اللون	اللون	اللون	الرمز	القيمة	الموقع
الأول	السينات	أحمر	+ a	+ 60	شرق			أخضر	- a	- 60	غرب
الثاني	العينات	اصفر	+ b	+ 60	شمال			أزرق	- b	- 60	جنوب
الثالث	الصادات	أبيض	L*	100	أعلى			اسود	L*	0	أسفل

الشكل ١٠ : تفصيل بناء كرة اللون

٧- الأنظمة اللونية الرياضية : قدمت اللجنة الدولية للإنارة *CIE : International Commission on Illumination* عام ١٩٧٦ معياري لونين موحدين هما :

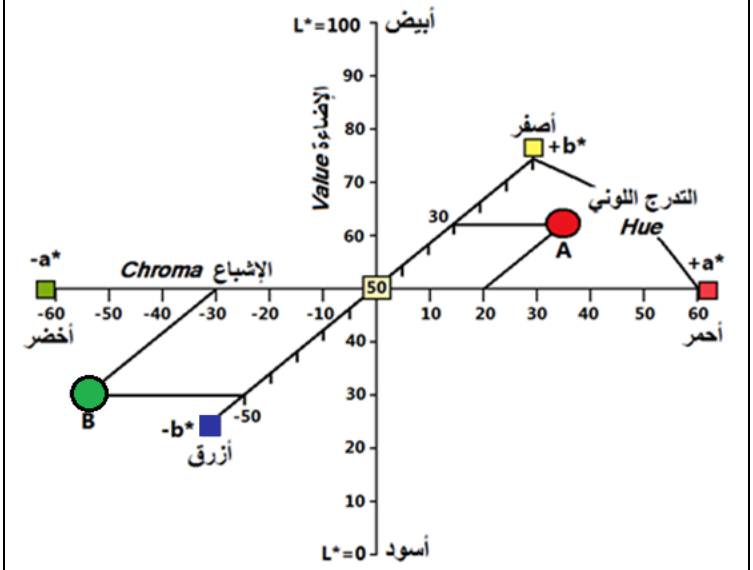
CIELAB: ($L^*a^*b^*$) 1976

CIELUV: ($L^*u^*v^*$) 1976

أي أنه وفي معيار *CIELUV* عن معيار *CIELAB* سيكون u^* بدلاً عن a^* لمحور أحمر/ أخضر ، وسيكون v^* بدلاً عن b^* على محور أصفر/ أزرق .

ولو أننا أخذنا بنقطتين مثل A و B وحاولنا تحديد لونهما كأرقام كما في الشكل ١١ لوجدنا :

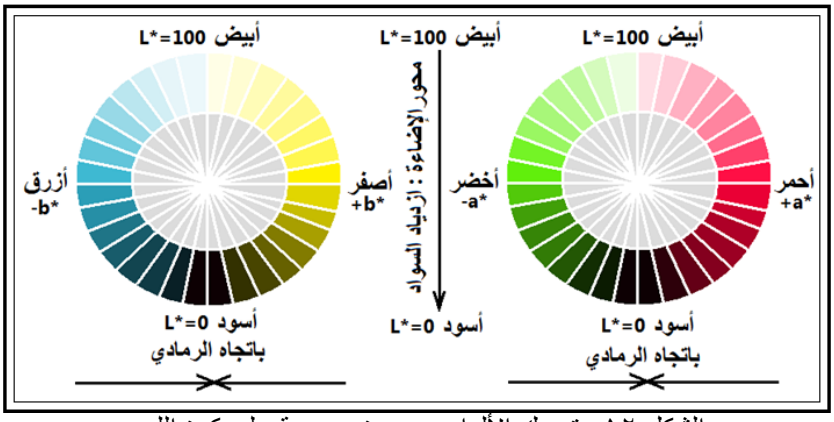
تحديد احداثيات نقطتين على كرة اللون



النقطة		a*	b*	L^*
الحمراء: A		+20	+30	50
الخضراء: B		-30	-50	50

الشكل ١١ : تحديد احداثيات نقطتين على كرة اللون

أما إن تحركنا على كرة اللون بصورةٍ شاقولية فسننتقل من اللون الفاتح حيث تكون $L^*=100$ إلى الغامق لننتهي إلى الأسود مع وصولنا إلى قيمة $L^*=0$ عند أسفل محور الإضاءة كما هو واضح في الشكل ١٢ :



الشكل ١٢ : تحرك الألوان بصورة عمودية على كرة اللون

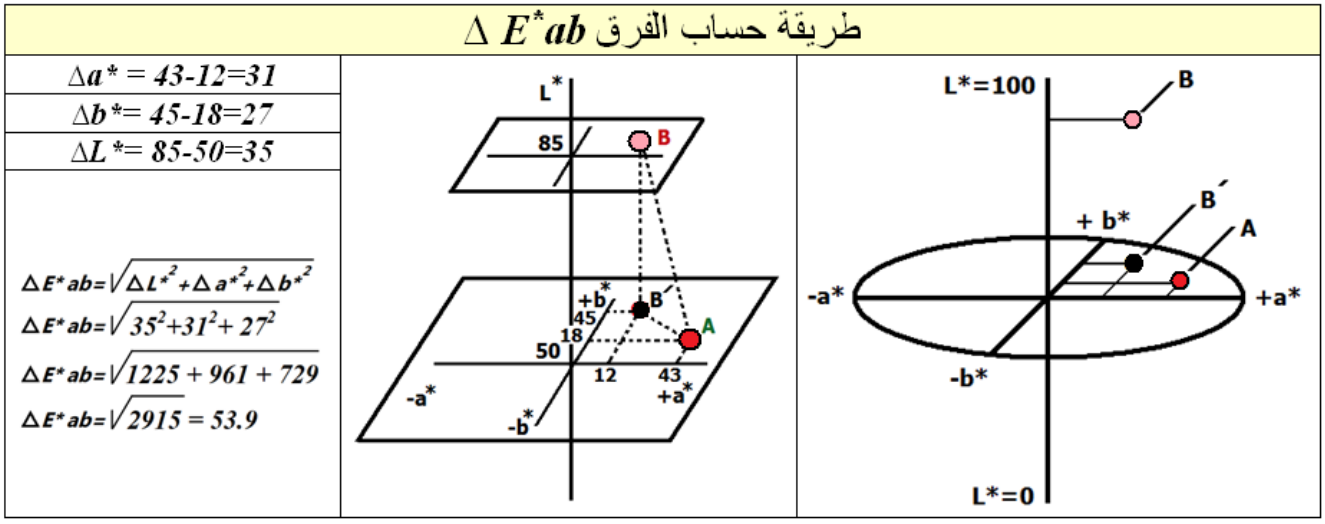
٨- **الفروقات اللونية *Delta CIELAB & CIELUV*** : إن تقييم اللون في الحقيقة أكبر من أن نعبر عنه برقم أو وحدة قياس ، لذا فإننا نعمل على تحديد الفروق بين لونين برصد قيم احداثيات اللونين موضوع المقارنة لتحيد الفروق بينهما عبر المقياسين :

$$L^*\ \Delta a^*\ \Delta b^*\ \ \&\ \ L^*\ \Delta u^*\ \Delta v^*$$

إذ يشير الرمز لفرقٍ واحد ، في حين أننا نشير لكامل الفرق بـِ : $L^*\Delta\ a^*\Delta\ b^*$ ، ويمكننا تحديد قيمة ΔE^* من تحديد المسافة على مخطط *CIELAB* التي يمكننا قياسها من العلاقة الرياضية في المثلث القائم الخاصة بتحديد طول الوتر :

$$\Delta\ E^*ab = [(\Delta\ L^{*2}) + [(\Delta\ a^{*2}) + [(\Delta\ b^{*2})\ ]^{1/2}$$
$$\Delta\ E^*uv = [(\Delta\ L^{*2}) + [(\Delta\ u^{*2}) + [(\Delta\ v^{*2})\ ]^{1/2}$$

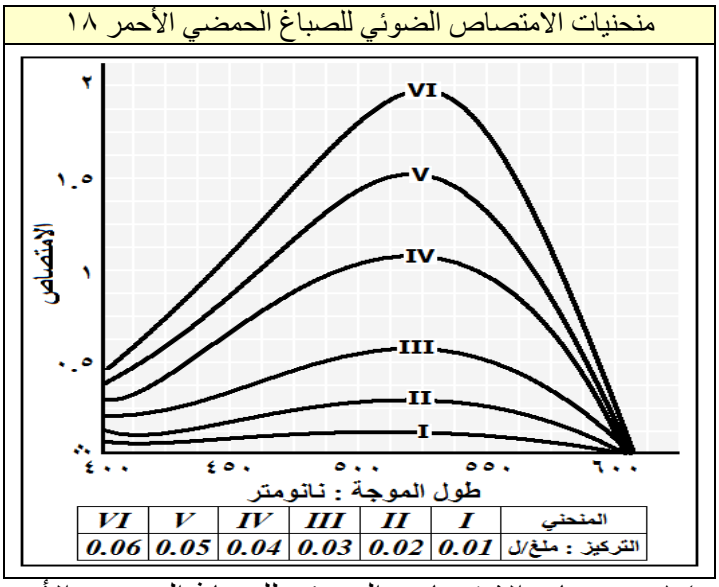
ولندرس وكمثالٍ عملي كيفية حساب الفرق بين لوني أحمر أحدهما A أغمق وأقل إضاءة من الثاني B بحسب تعابيرنا المتداولة ، إذ أن أغمق تعني هنا أنه أكثر إشباعاً وبالتالي أقرب إلى محيط دائرة اللون المحددة على المحورين ab ، أما أقل إضاءة فهذا يعني أن B يرتفع عن دائرة اللون هذه على محور الإضاءة باتجاه اللون الأبيض ما يعني أنه يتوجب علينا أن نجري عملية إسقاطٍ على الدائرة لتحديد قوة اللونين الأحمر والأصفر حسبما يبين لنا الشكل ١٣ :



الشكل ١٣: طريقة حساب الفرق $\Delta\ E^*ab$

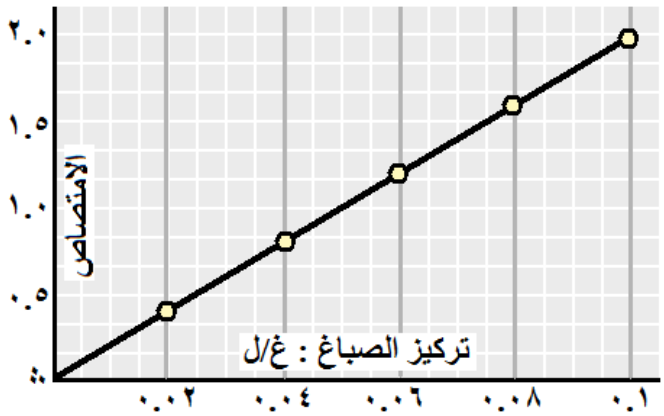
٩ـ تقنية ومبادئ القراءة في جهاز السبكتروفوتومتر :

تتم أولاً قراءة وترسيم منحنيات الامتصاص *Absorbance* الموافقة لمجموعات الأصبغة المراد اعتمادها في المصبغة بعد اختيار طول الموجة المراد اعتماده في جميع القراءات أي λ_{max} كما هو حال مخططات امتصاص المحاليل الموافقة للصباغ الحمضي *Acid Red 18* المبينة في الشكل ١٤ والتي يتبين لنا من خلالها أن الامتصاص الأعظمي له يقع في منطقة الطيف ٤٩٠-٥١٠ نانومتر الخضراء المزرقة والذي إن لم نلتزم به حصلنا على نتائج ضعيفة الدقة :



الشكل ١٤ : منحنيات الامتصاص الضوئي للصباغ الحمضي الأحمر ١٨

ويمكننا من مجموعة القمم الناتجة عن مختلف هذه المنحنيات رسم منحني المعايرة الذي يبدو على الشكل ١٥:



الشكل ١٥ : منحني المعايرة للصباغ الحمضي الأحمر ١٨

وتتم في حال معايرة اللون على المنسوجات قراءة منحنيات الانعكاس *Reflectance* بناءً على العلاقة بين مقدار ما ينعكس من الموجات الضوئية وتركيز الصباغ المحمول على النسيج كما في الشكل ٩ الذي بين لنا أشكال أمواج الأصفر والأحمر والأزرق والأخضر.

لذا فإننا نعمد بادئ ذي بدء للأخذ بالصباغ المراد معايرته وتوثيقه لصباغة مجموعة عينات مخبرية بتراكيز محددة ليصار لرسم منحنيات الانعكاس وترسيم منحني المعايرة كما هو الحال مع المحاليل ، وتتلخص مهمة الحاسب الالكتروني بتحديد وحساب مقدار الانعكاس الضوئي رقماً وبيانياً لتحديد مجموعة المنحنيات الفردية للأصبغة وبمختلف تراكيزها التي يمكنه الوصول للون المطلوب من خلال جمعها مع بعضها البعض ما يعطينا التراكيز المطلوبة من الأصبغة اللازمة أو الداخلة في تركيب اللون المطلوب ، وتقوم العملية ككل وفق الترتيب التالي :

نهج استنباط وصفات توليف الأصبغة بآلية المطياف الضوئي " السبكتروفوتومتر "		
١	صباغة	تطبيق ٤ أو تراكيز للأصبغة المعتمدة
٢	قياس	قياس شدة وكنه لون تراكيز العينات المصبوغة
٣	توثيق	حساب وتخزين البيانات الناتجة *K/S*
٤	قياس	قياس : قياس شدة وكنه لون العينة المطلوبة
٥	اختيار	اختيار ثلاثيات الأصبغة المناسبة
٦	اختيار	اختيار وصفة اللون والأخذ بالتوليفة المحققة للمواصفات المطلوبة بالكلفة الأقل
٧	اختيار	تطبيق وصفة اللون مخبرياً
٨	قياس	قياس شدة وكنه لون العينة المخبرية
٩	مطابقة	المطابقة بين اللون الناتج مخبرياً مع عينة اللون المطلوبة لتصحيح الوصفة
١٠	**تطبيق**	**تطبيق الحمام الصباغي**

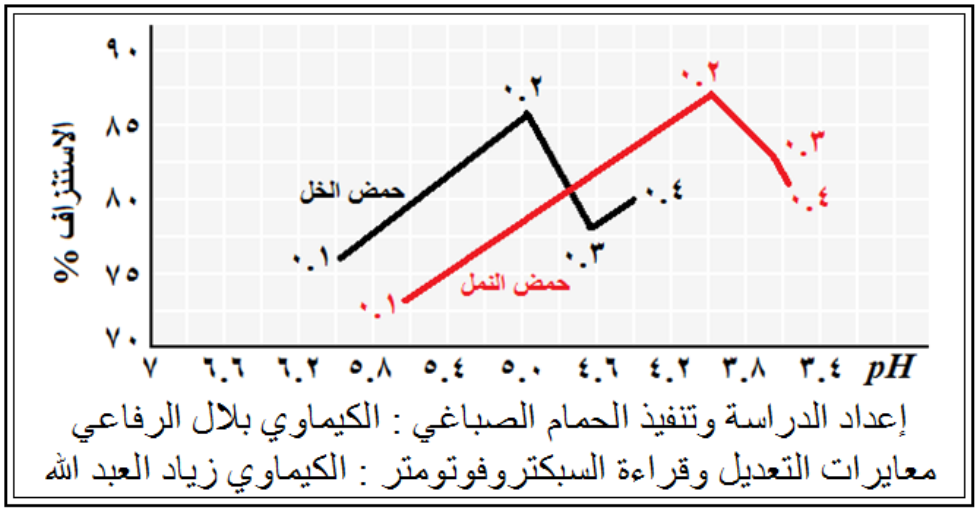
تجارب واختبارات مخبرية خاصة
باستخدام السبكتروفوتومتر

المقارنة بين حمضي الخل والنمل في تأثيرهما على حمام صباغة البولي استر بالأصبغة المبعثرة

معايرات التعديل: تمت المقارنة بمعايرة الحمضين بماءات الصوديوم ٤٠ غ/ل فكانت النتائج على الشكل:

معايرات التعديل باستخدام كاشف الفينول نفتالين بماءات الصوديوم ١ نظامي			
ماءات الصوديوم	حمض الخل	حمض النمل	ملاحظات
معايرة ١ ميلي ليتر حمض			
حجم ماءات الصوديوم ١ نظامي اللازم للتعديل	٦,٥ مل	٢٤,٥ مل	٣,٧٦=٦,٥/٢٤,٥
معايرة ١ غرام حمض			
حجم ماءات الصوديوم ١ نظامي اللازم للتعديل	٥,٨	٢٠,٦	٣,٥٥=٥,٨/٢٠,٦
تقييم النتائج	المعايرة الحجمية : حمض النمل أقوى من حمض الخل بـِ : ٣,٧٦ مرة		
	المعايرة الوزنية : حمض النمل أقوى من حمض الخل بـِ : ٣,٥٥مرة		
الكثافة المختبرة من قبل المصبغة : حمض النمل : ١,١٩ ، حمض الخل : ١,١٣			

نتائج قراءة مردود العملية الصباغية بشروط ٣٠ دقيقة/١٣٠°م لحمام صباغة البولي استر						
تركيز الحمض غ/ل	*pH*	٠,٥ % ديسبرس أصفر ٢١١	١ % ديسبرس أحمر ١:٧٤	١% ديسبرس أزرق ٧٩	مجموع النسب	النسبة المئوية للمردود
ماء الشركة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي						
-	*8.2*	*0.252*	*0.715*	*0.825*	*1.792*	*71.68 %*
حمض الخل CH_3COO-H						
0.1	*5.88*	*0.300*	*0.740*	*0.870*	*1.91*	*76.4 %*
0.2	*4.96*	*0.410*	*0.775*	*0.975*	*2.16*	*86.4 %*
0.3	*4.62*	*0.400*	*0.700*	*0.860*	*1.96*	*78.4 %*
0.4	*4.43*	*0.400*	*0.710*	*0.890*	*2.00*	*80 %*
حمض النمل *HCOO-H*						
0.1	*5.65*	*0.260*	*0.725*	*0.845*	*1.830*	*73.2 %*
0.2	*3.98*	*0.420*	*0.775*	*0.980*	*2.175*	*87 %*
0.3	*3.65*	*0.410*	*0.735*	*0.925*	*2.07*	*82.8 %*
0.4	*3.49*	*0.430*	*0.715*	*0.890*	*2.035*	*81.4 %*



إعداد الدراسة وتنفيذ الحمام الصباغي : الكيماوي بلال الرفاعي
معايرات التعديل وقراءة السبكتروفوتومتر : الكيماوي زياد العبد الله

مقارنة تأثير ملحي : غلوبر والطعام على مردود الحمام الصباغي للأصبغة الفعالة

كبريتات الصوديوم الصيني Na_2SO_4 و ملح الطعام $NaCl$

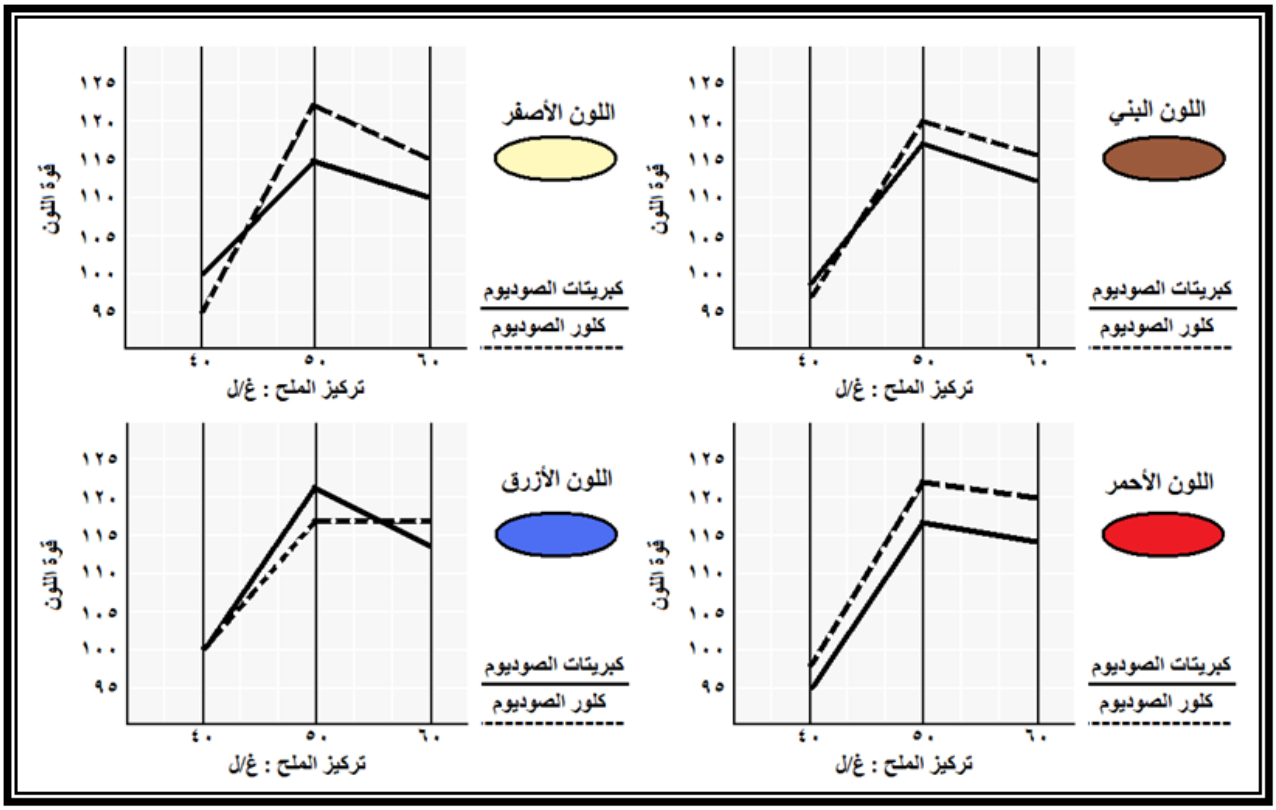
تحليل محلول ١٠ % من ملحي الطعام كبريتات الصوديوم من *Pulcra Chemicals*							
موضوع الاختبار	كبريتات الصوديوم			كلور الصوديوم			محتوى كبريتات الصوديوم ÷ محتوى كلور الصوديوم
	dH	*df*	*p.p.m*	*dH*	*df*	*p.p.m*	
الكالسيوم *Ca*	*10.85*	*19.42*	*197*	*16.8*	*30*	*300*	*197 / 300 = 65.6 %*
المغنيزيوم *Mg*	*17.60*	*31.50*	*315*	*20.4*	*36.5*	*365*	*315 / 365 = 86.3 %*
المجموع	*28.45*	*50.90*	*509*	*37.2*	*66.6*	*666*	*509 / 666 = 76.4 %*
الحديد *Fe*	*1.3 p.p.m*			*1.1 p.p.m*			*1.3 / 1.1 = 118 %*
البيكربونات	*134.4 p.p.m*			*29 p.p.m*			*134.4/29=4.63 %*
السيليكونات	*1.7 p.p.m*			/			/
الحموضة *pH*	*10.20*			*8.41*			/

الصباغ المضاف ونسبة الحمام وكربونات الصوديوم

1 % Novacron Yellow FN-2R & 1 % Novacron Red FN-R & 1 % Novacron Blue FN-R

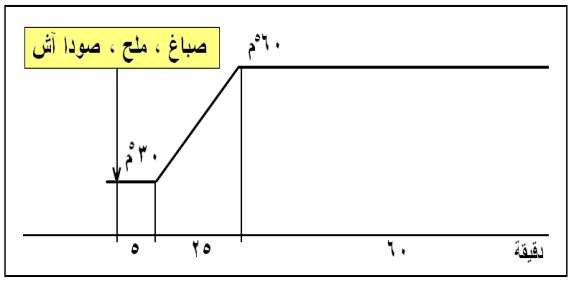
Soda Ash: 10 g , 1:10

رقم العينة	الملح		نتائج القراءة على السبكتروفوتومتر						المجموع	التثبيت %
	غ/ل	النوع	أصفر *FN-2R*	%	أحمر *FN-R*	%	أزرق *FN-R*	%		
1	*40*	كبريتات الصوديوم	*0.7840*	*78 %*	*0.7332*	*73 %*	*0.7710*	*77 %*	*2289*	*76.3*
2	*50*		*0.9098*	*91 %*	*0.8613*	*86 %*	*0.9356*	*94 %*	*2706*	*90.2*
3	*60*		*0.8655*	*87 %*	*0.8431*	*84 %*	*0.8720*	*87 %*	*2580*	*86.0*
4	*40*	كلور الصوديوم	*0.7462*	*75 %*	*0.7489*	*75 %*	*0.7711*	*77 %*	*2266*	*75.5*
5	*50*		*0.9614*	*96 %*	*0.8941*	*89 %*	*0.9027*	*90 %*	*2758*	*91.9*
6	*60*		*0.9028*	*90 %*	*0.8820*	*88 %*	*0.9046*	*90 %*	*2689*	*89.6*



القراءة على السبكتروفوتومتر " داتا كالر " : المهندس عمرو عبد القادر – مصبغة النصر بحلب

مثال تطبيقي لتقييم صباغين أسودين ممزوجين باستخدام تقنية السبكتروفوتومتر

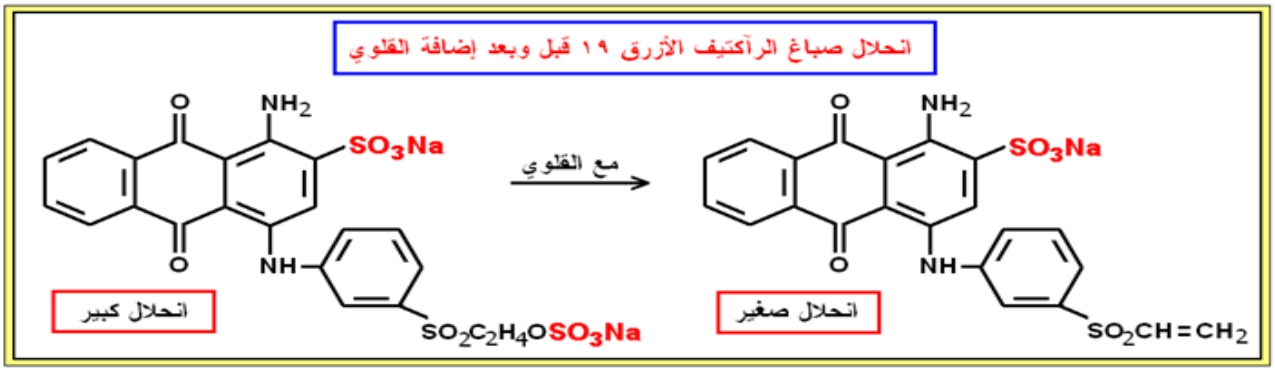
بناء الحمام الصباغي	
	المادة والتركيز الصباغ : *4 & 6 & 8 % Reactive Black* الملح : ٦٠ غ/ل الصودا آش : ١٥ غ/ل وزن العينة : : ١٠ غ حجم الحمام : ١٠٠ مل نسبة الحمام : ١٠٠/١٠ = ١٠/١

قوة اللون : مصبغة النصر بحلب				
الصباغ : رآكتيف أسود	*Cibacron*			المجموع
	Yellow S-3R	*Deep Red S-B*	*Navy S-G*	
4% ED	*1.84*	*0.94*	*2.71*	*5.49*
4% R	*2.13*	*1.19*	*3.07*	*6.39*
4% G	*2.32*	*0.86*	*3.71*	*6.89*
6% ED	*2.56*	*1.13*	*3.92*	*7.61*
6% R	*2.90*	*1.33*	*4.18*	*8.41*
6% G	*2.87*	*0.92*	*4.94*	*8.73*
8% ED	*3.11*	*1.18*	*4.73*	*9.02*
8% R	*3.33*	*1.31*	*4.80*	*9.44*
8% G	*3.32*	*1.02*	*5.21*	*9.55*
قوة اللون : المصبغة الفنية بدمشق				
الصباغ : رآكتيف أسود	*Reactive*			المجموع
	Yellow SPD	*Red SPD*	*Black B*	
4% ED	*1.65*	*0.85*	*2.45*	*4.95*
4% R	*1.97*	*1.08*	*2.90*	*5.95*
4% G	*1.78*	*0.67*	*3.00*	*5.45*
6% ED	*2.05*	*0.88*	*3.56*	*6.49*
6% R	*1.48*	*0.66*	*6.84*	*8.98*
6% G	*1.23*	*0.24*	*6.87*	*8.43*
8% ED	*1.40*	*0.57*	*6.93*	*8.90*
8% R	*1.72*	*0.68*	*7.46*	*9.86*
8% G	*2.14*	*0.69*	*5.20*	*8.03*

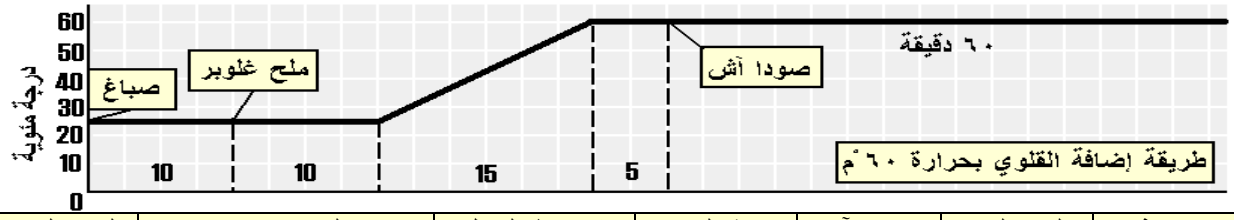
تقييم النتائج						
المصبغة الفنية بدمشق : السيد أغيد حوراني			مصبغة النصر بحلب : السيد عمرو عبد القادر			
R / ED	*G / ED*	*G/R*	*R / ED*	*G / ED*	*G/R*	التركيز %
1.20	*1.10*	*0.91*	*1.16*	*1.25*	*1.07*	٤
1.38	*1.29*	*0.93*	*1.06*	*1.14*	*1.03*	٦
1.10	*0.90*	*0.81*	*1.04*	*1.05*	*1.01*	٨

تأثير درجات الحرارة
على تثبيت الصباغ الفعال الأزرق *R spc " Reactiv Blue 19 "*

نعاني عادةً من انخفاض انحلالية الصباغ الفعال الأزرق ١٩ بعد إضافة القلوي وخاصةً عندما يكون من نمط الفينيل سلفون *VS* بسبب انخفاض نسبة الحمام أو إضافة كميات ملح كبيرة ما يسبب ترسب الصباغ وتشكيله بقعاً تتسبب بتراجع درجة تسوية العملية الصباغية :



تطبيق الحمام الصباغي

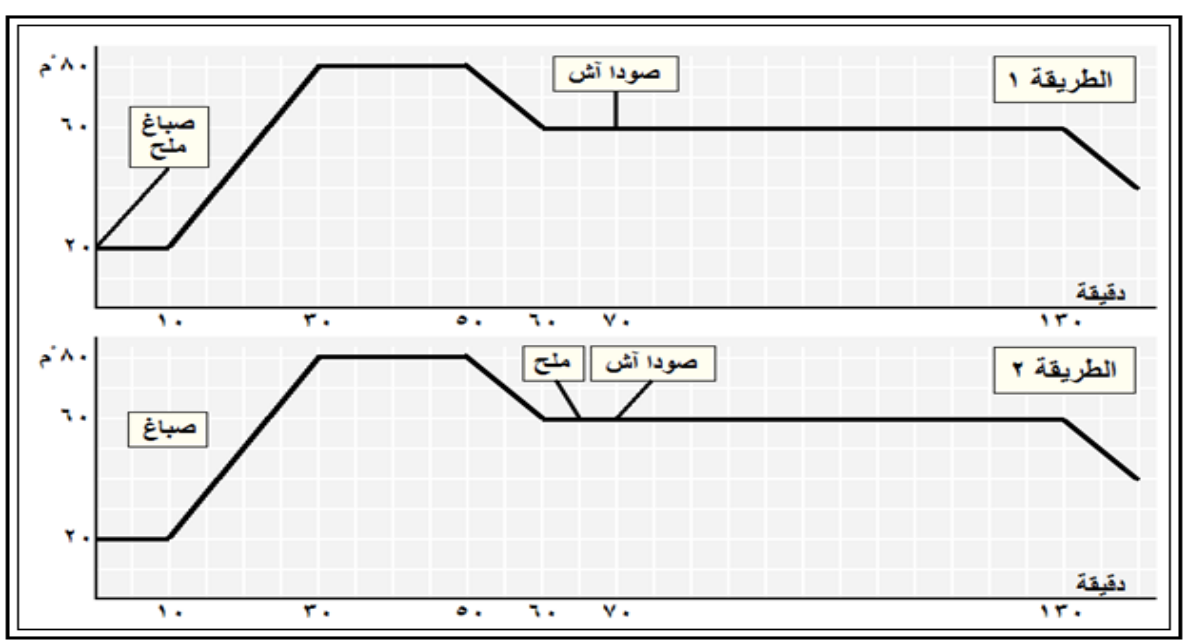


صباغ	ملح غلوبر	صودا آش	نسبة الحمام	شروط العمل	قراءة السبكتروفوتومتر	القوة النسبية
٢% سولار	٤٠ غ/ل	٢٠ غ/ل	١:٢٠	٥٠م/١ ساعة	٠,٧٣ %	٣٦،٥ %
				٥٥م/١ ساعة	١,٢٢ %	٦١،١ %
				٦٠م/١ ساعة	١,٥٩ %	٧٩،٥ %
٢ % ناڤاكرون	٤٠ غ/ل	٢٠ غ/ل	١:٢٠	٥٠م/١ ساعة	٠,٨٧ %	٤٣،٥ %
				٥٥م/١ ساعة	١,٤ %	٧٠،٠ %
				٦٠م/١ ساعة	١,٩ %	٩٥،٠ %

اختبار تأثير توقيت إضافة الملح على حمام الأصبغة الفعالة بطريقة الهجرة

طريقة العمل

نتائج المقارنة على جهاز السبكتروفوتومتر



الاختبار الأول

نتائج المقارنة على السبكتروفوتومتر					
الصباغ		الملح	القلوي	عامل التحلية والتسوية	شروط الحمام
رآكتيف كحلي مزيج Reactive Navy Mix		كبريتات الصوديوم " فنلندي "	صودا آش	بيت- أوف EMX Conc	٦٠ د / ٦٠°م
٢,٥ %		٦٠ غ/ل	٢٠ غ/ل	١ غ/ل	
القراءة		رآكتيف أصفر ١٤٥	رآكتيف أحمر ١٩٤	رآكتيف أزرق ٢٢١	%
الطريقة ١	١	٠,٤٠٦٣	١,١٠٤٥	٢,٤٢٣٢	٣,٩٣٤٠
	٢	٠,٤٠٦٠	١,٠٦٥٨	٢,٣٥١٥	٣,٨٢٣٣
	٣	٠,٤٠١٤	١,٠٣٦٧	٢,٣٥٣٦	٣,٧٩١٧
	المتوسط	٠,٤٠٤٥	١,٠٦٩٠	٢,٣٧٦١	٣,٨٤٩٦
الطريقة ٢	١	٠,٤٣٢٥	١,١٤١٤	٢,٥٨٢٠	٤,١٥٥٩
	٢	٠,٤٢٠٩	١,١١٤٨	٢,٥٧٠٣	٤,١٠٦٠
	٣	٠,٤٢١٣	١,١٢٢٣	٢,٥٧٨٣	٤,١٢١٩
	المتوسط	٠,٤٢٤٩	١,١٢٦١	٢,٥٧٦٨	٤,١٢٧٩
ازدياد قوة اللون بمقدار ~ ٧,٢ % : $\Delta E = 0.82$, 4.0279/3.8496 = 1.072 %					
القراءة : داتا كولور – مصبغة توب تكس					

الاختبار الثاني

نتائج المقارنة على السبكتروفوتومتر				
الصباغ	الملح	القلوي	عامل التحلية والتسوية	شروط الحمام
رآكتيف : أصفر + أحمر + أزرق	كبريتات الصوديوم " فنلندي "	صودا آش	بيت- أوف EMX Conc	٦٠ د / ٦٠ °م
١ +١+ ١ = ٣ %	٦٠ غ/ل	٢٠ غ/ل	١ غ/ل	
القراءة		رآكتيف أصفر ١٤٥	رآكتيف أحمر ١٩٤	رآكتيف أزرق ٢٢١	%
الطريقة ١	١	٠,٤٤٣	٠,٤٣٠	٠,٦٩٠	١,٥٦٣
	٢	٠,٤٣٤	٠,٤١٣	٠,٦٦٩	١,٥١٦
	٣	٠,٤٥٠	٠,٤٣٥	٠,٧٠١	١,٥٨٦
	المتوسط	٠,٤٤٢	٠,٤٢٦	٠,٦٨٦	١,٥٥٥
الطريقة ٢	١	٠,٣٩٤	٠,٣٥٨	٠,٩٩٩	١,٧٥١
	٢	٠,٣٨٦	٠,٣٥٤	٠,٩٣١	١,٦٥٢
	٣	٠,٣٩٠	٠,٣٥٥	٠,٩٧١	١,٧١٦
	المتوسط	٠,٣٩٠	٠,٣٥٥	٠,٩٦٧	١,٧٠٦
ازدياد قوة اللون بمقدار ~ ٩,٧ % : 1.097 = 1.706/1.555					
القراءة : مصبغة صفا تكس بحلب					

الاختبار الثالث

نتائج المقارنة على السبكتروفوتومتر				
الصباغ	الملح	القلوي	عامل التحلية والتسوية	شروط الحمام
رآكتيف : أصفر + أزرق	كبريتات الصوديوم " فنلندي "	صودا آش	بيت- أوف EMX Conc	٦٠ د / ٦٠ °م
١,٥ + ١,٥ = ٣ %	٦٠ غ/ل	٢٠ غ/ل	١ غ/ل	
القراءة		رآكتيف أصفر ١٤٥	رآكتيف أزرق ٢٢١	%
الطريقة ١	١	0.583	0.999	1.582
	٢	0.554	0.931	1.485
	٣	0.563	0.971	1.534
	المتوسط	0.566	0.967	1.533
الطريقة ٢	١	0.547	0.910	1.457
	٢	0.547	0.947	1.494
	٣	0.557	1.000	1.557
	المتوسط	0.550	0.952	1.502
تراجع قوة اللون بمقدار ~ ٢% : % 97.9 = 1.533/ 1.502				
القراءة : مصبغة صفا تكس بحلب				

الاختبار الرابع

نتائج المقارنة على السبكتروفوتومتر				
الصباغ	الملح	القلوي	عامل التحلية والتسوية	شروط الحمام
رآكتيف : أصفر ، أحمر ، أزرق	كبريتات الصوديوم " فنلندي "	صودا آش	بيت- أوف EMX Conc	٦٠ د / ٦٠ °م
٢ %	٥٠ غ/ل	١٥ غ/ل	١ غ/ل	

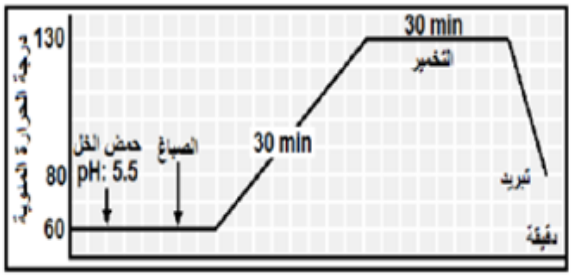
صباغ الرآكتيف الأصفر ١٤٥					
القراءة		رآكتيف أصفر ١٤٥	رآكتيف أحمر ١٩٤	رآكتيف أزرق ٢٢١	%
الطريقة ١	١	0.908	0.009	-	0.917
	٢	0.898	0.009	-	0.998
	٣	0.913	0.010	-	0.923
	المتوسط	0.906	0.009	-	0.946
الطريقة ٢	١	0.816	0.004	-	0.820
	٢	0.826	0.003	-	0.829
	٣	0.816	0.004	-	0.820
	المتوسط	0.819	0.0036	-	0.923
تراجع المكون الأحمر إلى الثلث ، وتراجع المكون الأصفر بنسبة ~ ١٠ %					
صباغ الرآكتيف الأحمر ١٩٤					
الطريقة ١	١	0.015	1.069	-	1.084
	٢	0.015	1.169	0.004	1.188
	٣	0.014	1.165	0.003	1.182
	المتوسط	0.015	1.134	0.0023	1.151
الطريقة ٢	١	-	1.220	-	1.220
	٢	-	1.200	-	1.200
	٣	-	1.267	-	1.267
	المتوسط	-	1.229	-	1.229
العودة لصفاء اللون مع ازدياد قوته بمعدل ~ ٦,٧ % : 1.067 % = 1.229/1.151					
صباغ الرآكتيف الأزرق ٢٢١					
الطريقة ١	١	0.022	0.017	1.856	1.895
	٢	0.022	0.019	1.913	1.954
	٣	0.025	0.024	1.830	1.879
	المتوسط	0.023	0.020	1.866	1.909
الطريقة ٢	١	0.019	0.024	2.199	2.242
	٢	0.016	0.019	2.240	2.275
	٣	0.022	0.027	2.161	2.210
	المتوسط	0.019	0.023	2.200	2.242
ازدياد قوة اللون بمقدار ~ ١٧,٥ % : 1.174 % = 2.242/1.909					
القراءة : مصبغة صفا تكس بحلب					

تحليل الأصبغة المحضرة في القسم العملي من رسالة الدكتوراة للكيميائية سمر الأشقر

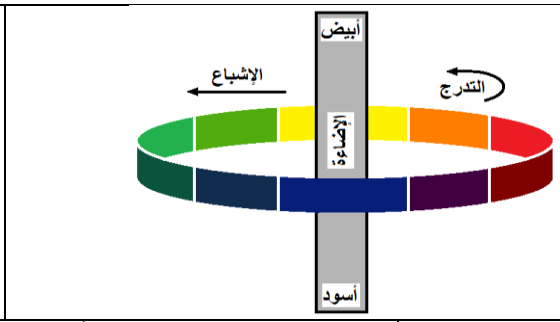
كلية العلوم- جامعة حلب

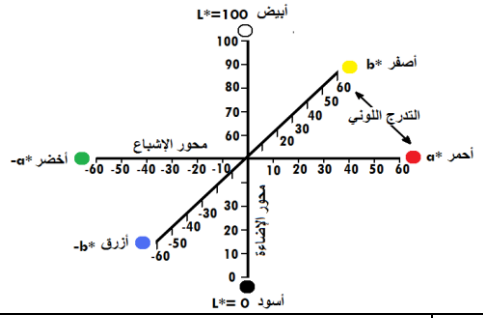
تمهيد:

تم اصطناع أربعة أصبغة معلقة *Disperse* بأساس البيراديزين وتسعة بأساس النيكوتين، وتمت مقارنة البولي استر الخام كأساس معه بعد تطبيق هذه الأصبغة عند حرارة ١٣٠°م لمدة ٣٠ دقيقة، فكانت النتائج بعد اعتبار قوة لون الخام على أساس *Strength = 100*:

مفاتيح قراءة التحليل	
تطبيق الحمام الصباغي	مخطط العملية الصباغية
طراز مخبر الحمام الصباغي: صناعة تركية *TERMAL 612 NHT: LABOPATUVARI ALETLERI*	
طراز الحاسوب الخاص ببرنامج الحمام الصباغي: صناعة تركية *ELIAR TBB 100*	
سائل النقل الحراري في المخبر: غليسرين *Glycerin*	
حموضة الحمام الصباغي: حمض الخل حتى *pH: 5.5*	
زمن البقاء عند حرارة ١٣٠°م " زمن التخمير": ٣٠ دقيقة	

بناء كرة اللون





المحور		الطرف الأول				الطرف الثاني					
		اللون	الرمز	القيمة	الموقع	اللون	اللون	الرمز	القيمة	الموقع
الأول	السينات: X	أحمر	+ a	+ 60	شرق		أخضر	-a	- 60	غرب
الثاني	العينات: Y	أصفر	+ b	+ 60	شمال		أزرق	-b	- 60	جنوب
الثالث	الصادات: Z	أبيض	L*	100	أعلى		أسود	L*	0	أسفل

Dl	درجة الإضاءة على المحور Z : أبيض / أسود: 100 → 0
Da	درجة نقاء اللون على المحور X: أخضر / أحمر: 60 + → -60
Db	درجة نقاء اللون على المحور Y: أزرق / أصفر: 60 + → -60
DC	قيمة معادلة السيلاب: CIELAB: ($L^*a^*b^*$)
Dh	التدرج اللوني *Hue*: ويميز كنية اللون، كأن نقول أحمر أو برتقالي
CMC dE	قيمة خاصة بمعادلة الحسابات على السبكتروفوتومتر
Strength	قوة اللون
Dicision	النتيجة النهائية: مقبول / مرفوض

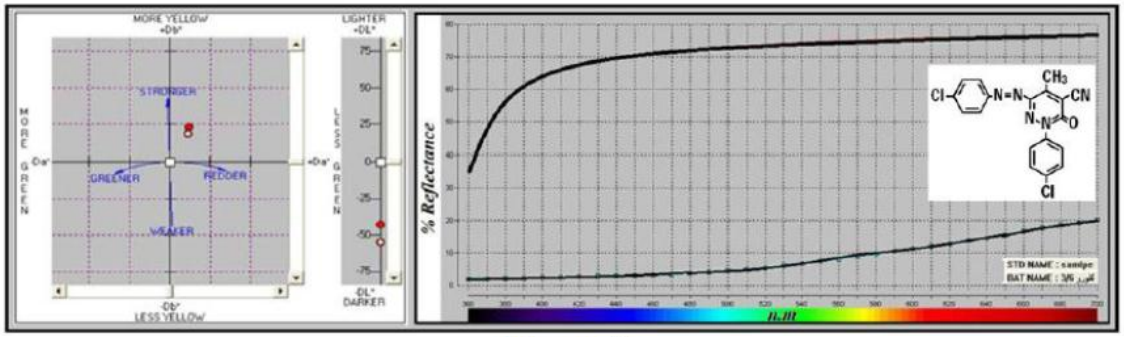
١ـ أصبغة البراديزين

Data color SF 600 X: Top Tex Syria Dye house : نتائج القراءة على جهاز

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 6	1%	-55.23	11.42	18.36	21.13	-4.61	32.19	darker	More red	More yellow	5168.0	Fail	415.30	
	3%										11559			
Disperse 7	1%	-48.87	13.07	23.59	26.51	-4.93	36.05	darker	More red	More yellow	4539.5	Fail	504.20	
	3%										8083.3			
Disperse 8	1%	-55.16	10.45	18.93	21.22	-4.16	32.09	darker	More red	More yellow	6349.2	Fail	436.41	
	3%										11817			
Disperse 9	1%	-53.51	10.95	18.10	20.54	-5.06	29.71	darker	More red	More yellow	9043.7	Fail	402.52	
	3%													
Disperse 10	1%	-21.74	5.52	22.66	23.21	-2.35	28.64	darker	More red	More yellow	425.16	Fail	597.72	
	3%										1233.2			

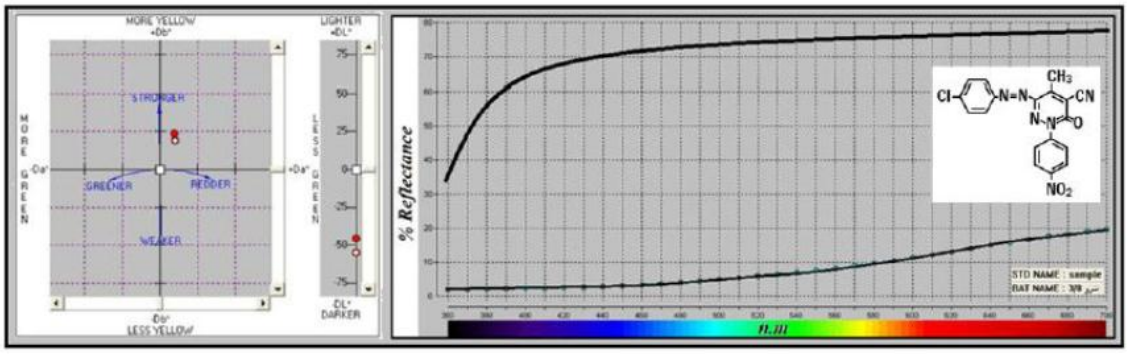
Disperse 6

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 6	1%	-55.23	11.42	18.36	21.13	-4.61	32.19	darker	More red	More yellow	5168.0	Fail	415.30	
	3%										11559			



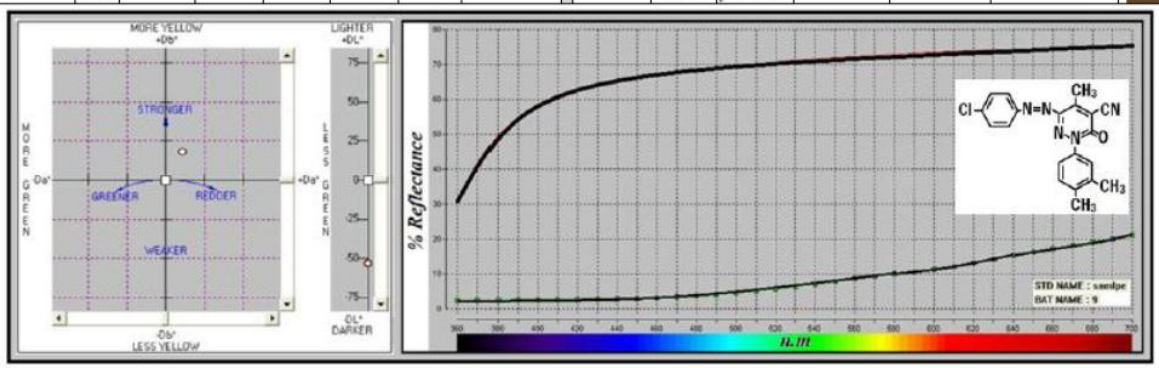
Disperse 7

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 7	1%	-48.87	13.07	23.59	26.51	-4.93	36.05	darker	More red	More yellow	4539.5	Fail	504.20	
	3%										8083.3			



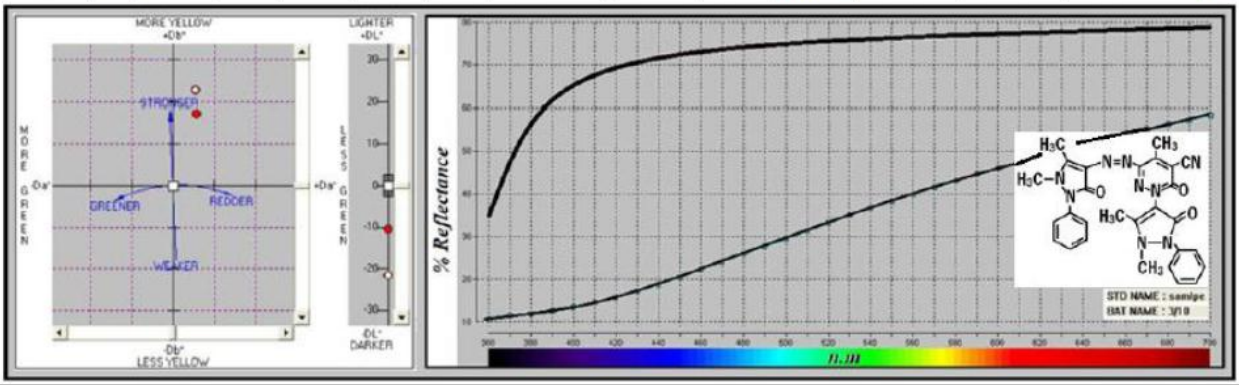
Disperse 9

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 9	1%	-53.51	10.95	18.10	20.54	-5.06	29.71	darker	More red	More yellow	9043.7	Fail	402.52	
	3%													



Disperse 10

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 10	1%	-21.74	5.52	22.66	23.21	-2.35	28.64	darker	More red	More yellow	425.16	Fail	597.72	
	3%										1233.2			



أصبغة النيكوتين

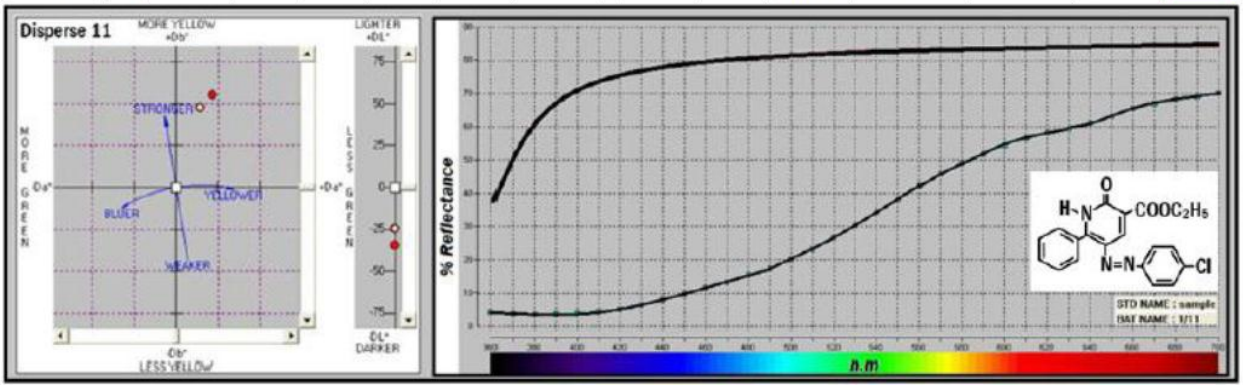
نتائج القراءة على جهاز

Data color SF 600 X: Top Tex Syria Dye house

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 11	1%	-24.98	14.38	47.55	49.38	-5.38	60.92	darker	More red	More yellow	3726.2	Fail	382.82	
	3%										9862.9			
Disperse 12	1%	-34.26	24.56	57.71	62.28	-7.47	75.89	darker	More red	More yellow	5670.3	Fail	352.78	
	3%										7445.1			
Disperse 14	1%	-16.40	8.48	28.40	29.36	-4.03	35.34	darker	More red	More yellow	748.79	Fail	444.49	
	3%										1228.0			
Disperse 16	1%	-37.14	13.78	38.01	40.06	-5.43	49.01	darker	More red	More yellow	2445.3	Fail	325.34	
	3%										7085.6			
Disperse 17	1%	-46.91	26.30	47.06	53.20	-8.67	64.05	darker	More red	More yellow	10581	Fail	392.37	
	3%										20332			
Disperse 18	1%	-45.39	31.27	47.61	56.10	-9.87	66.87	darker	More red	More yellow	7376.4	Fail	363.33	
	3%										18592			
Disperse 19	1%	-28.02	19.63	52.81	55.96	-6.57	64.74	Darker	More red	More yellow	1489.4	Fail	426.27	
	3%										4886.7			
Disperse 20	1%	-29.35	24.13	58.92	63.22	-7.53	73.01	darker	More red	More yellow	2650.9	Fail	397.23	
	3%										6601.6			
Disperse 21	1%	-16.81	17.40	68.89	70.83	-5.65	80.44	darker	More red	more yellow	2170.0	Fail	383.4	
	3%										3521.5			

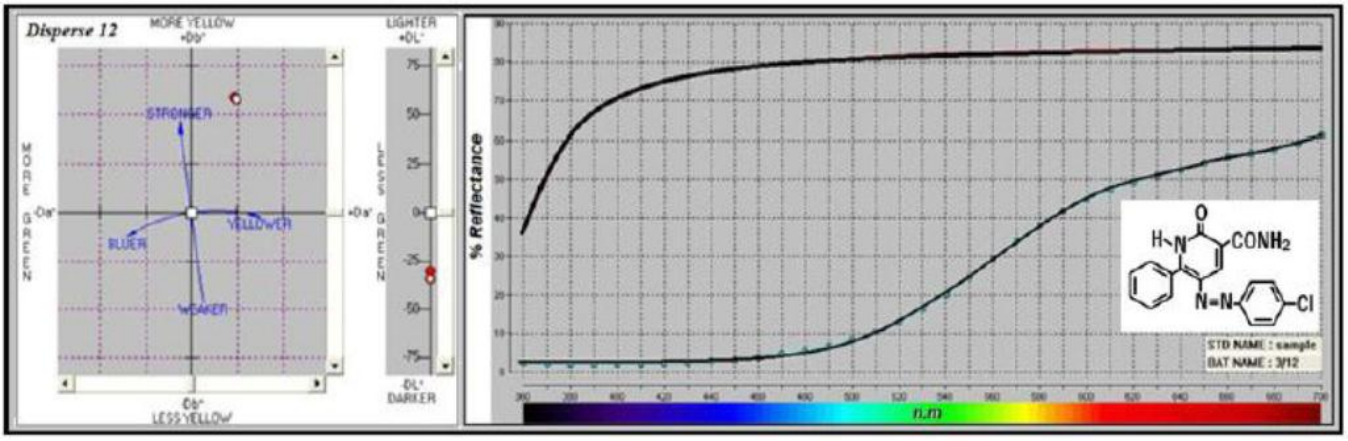
Disperse 11

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 11	1%	-24.98	14.38	47.55	49.38	-5.38	60.92	darker	More red	More yellow	3726.2	Fail	382.82	
	3%										9862.9			



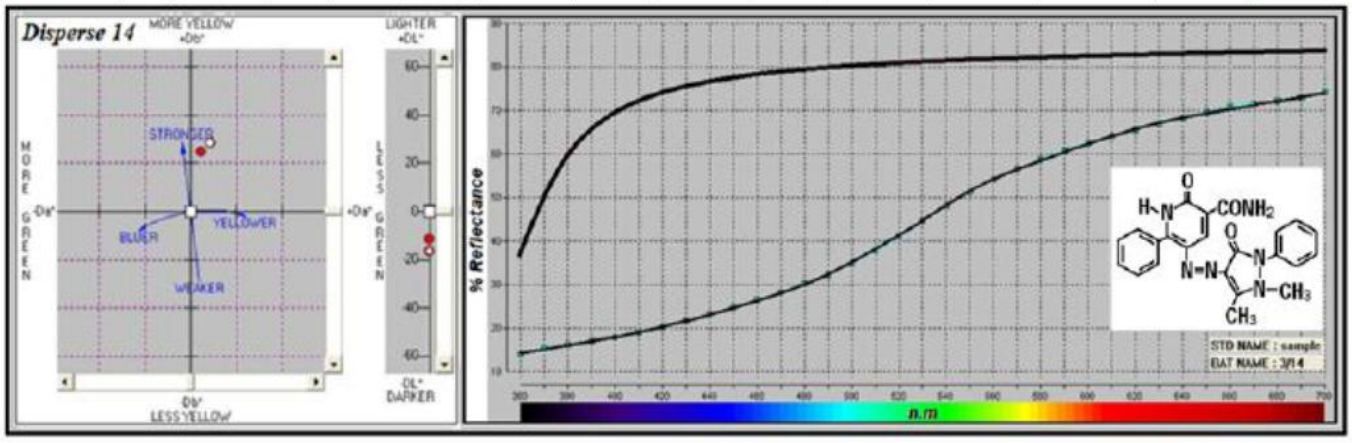
Disperse 12

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 12	1%	-34.26	24.56	57.71	62.28	-7.47	75.89	darker	More red	More yellow	5670.3	Fail	352.78	
	3%										7445.1			



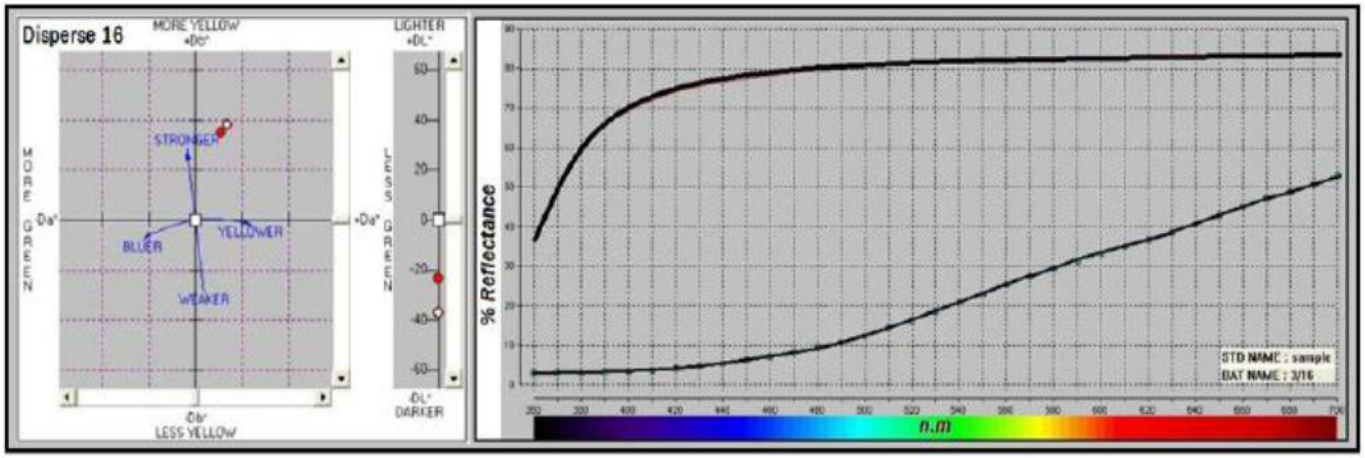
Disperse 14

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 14	1%	-16.40	8.48	28.40	29.36	-4.03	35.34	darker	More red	More yellow	748.79	Fail	444.49	
	3%										1228.0			



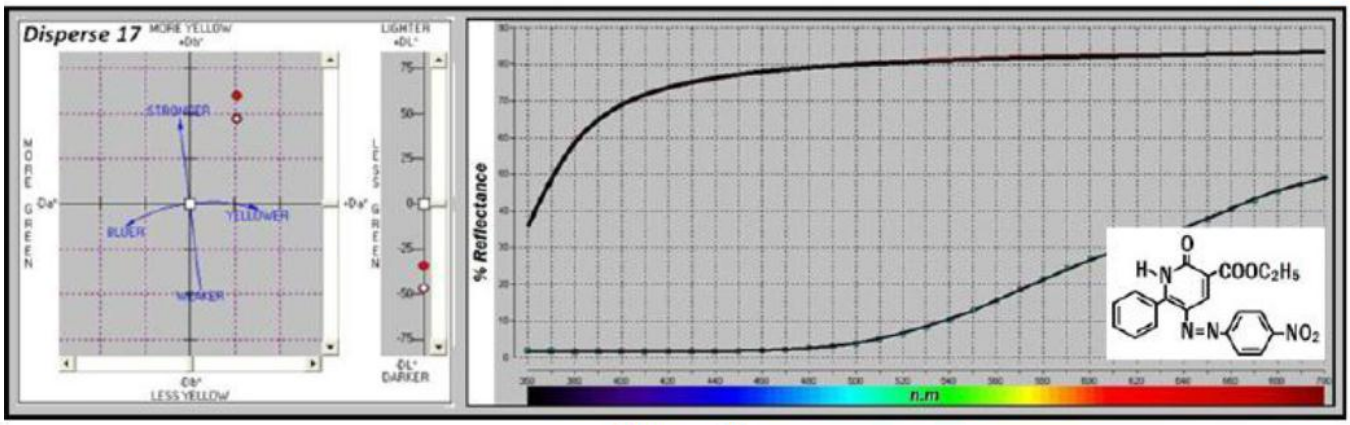
Disperse 16

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 16	1%	-37.14	13.78	38.01	40.06	-5.43	49.01	darker	More red	More yellow	2445.3	Fail	325.34	
	3%										7085.6			



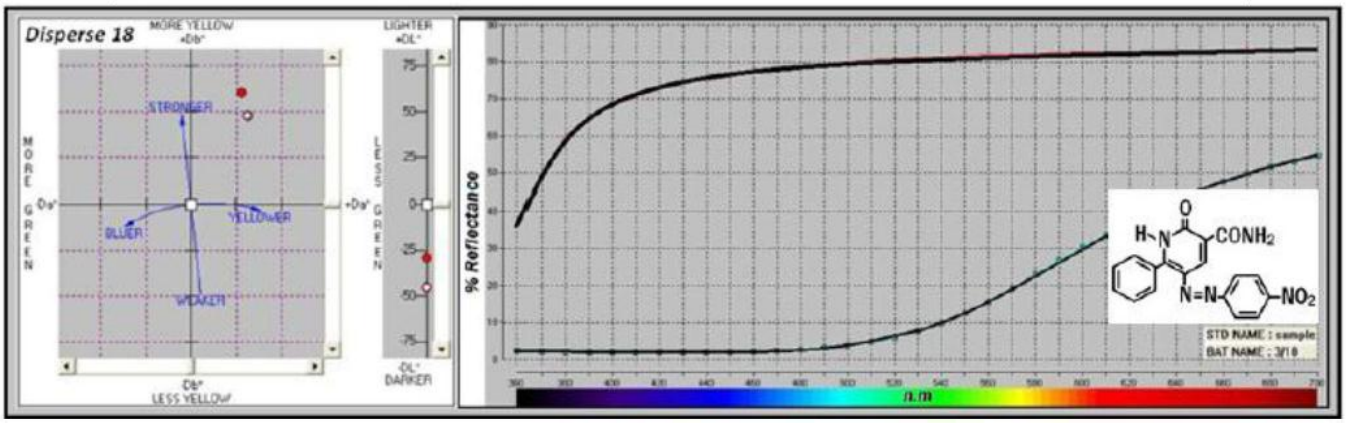
Disperse 17

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 17	1%	-46.91	26.30	47.06	53.20	-8.67	64.05	darker	More red	More yellow	10581	Fail	392.37	
	3%										20332			



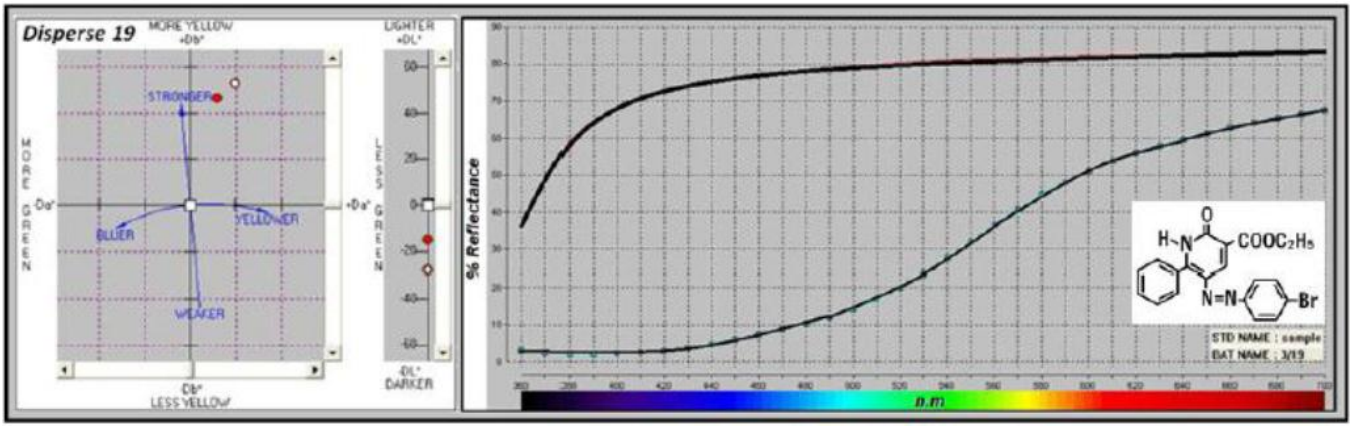
Disperse 18

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 18	1%	-45.39	31.27	47.61	56.10	-9.87	66.87	darker	More red	More yellow	7376.4	Fail	363.33	
	3%										18592			



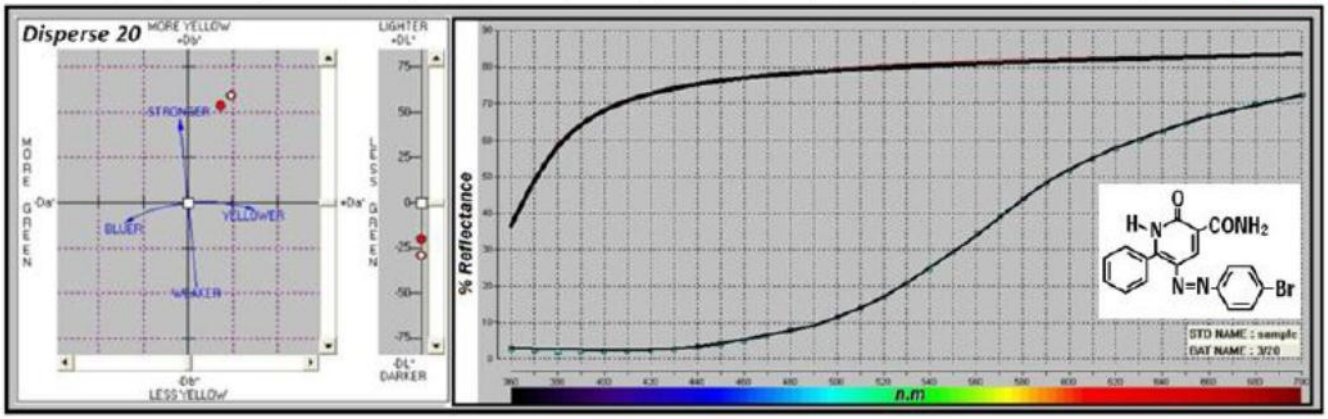
Disperse 19

Dyes		DL*	Da*	Db*	DC*	Dh*	CMC dE	DL*	Da*	Db*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 19	1%	-28.02	19.63	52.81	55.96	-6.57	64.74	Darker	More red	More yellow	1489.4	Fail	426.27	
	3%										4886.7			



Disperse 20

Dyes		DL^*	Da^*	Db^*	DC^*	Dh^*	CMC dE	DL^*	Da^*	Db^*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 20	1%	-29.35	24.13	58.92	63.22	-7.53	73.01	darker	More red	More yellow	2650.9	Fail	397.23	
	3%										6601.6			



Disperse 21

Dyes		DL^*	Da^*	Db^*	DC^*	Dh^*	CMC dE	DL^*	Da^*	Db^*	Strength	Decision	الوزن الجزيئي	Colour
Disperse 21	1%	-16.81	17.40	68.89	70.83	-5.65	80.44	darker	More red	more yellow	2170.0	Fail	383.4	
	3%										3521.5