

في الاستوديو: لوحة اختبار من 24 رقعة، ثماني عشرة لونية وستّ رمادية. مشهد توضيحي لا لوحة معايَرة.

أكاديمية NLC | الحلقة 12

CRI · TLCI · TM-30

ثلاثة مقاييس. قرار واحد.

يصف كلٌّ من CRI و TM-30 تجسيد الألوان في الإنارة المرئية، بينما يتنبّأ TLCI بأداء اللون عبر كاميرا التلفزيون وشاشته. في هذه الحلقة: ما الذي يقيسه كل رقم، والسطر الذي تكتبه بدل «CRI > 80».

ما الذي يصفه الرقم

المقارنة نفسها، وأسئلة مختلفة.

⚠ للتوضيح فقط، وليست نتائج قياس



المرجع
الأساس عند درجة الحرارة اللونية نفسها



أمانة أقل
يتراجع الإشباع، ويتراجع الأحمر أكثر من سواه.



أمانة أعلى
قريب من المرجع

1 تقارن الطرائق الثلاث المصدر المختبَر بمصدر مرجعي، لكنها تستخدم نماذج بصرية أو نماذج كاميرا، وعيّنات لونية، وفضاءات لون، وطرائق حساب مختلفة. لذلك تجيب نتائجها عن أسئلة مختلفة. [1][3][5]

مؤشّر تجسيد اللون ناتج عن مقارنة بالمصدر المرجعي، **وليس حكماً مطلقاً على جودة الإنارة.**

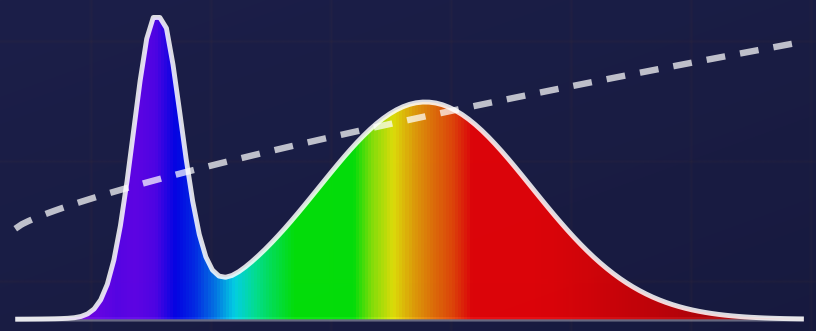
كيف يُبنى Ra

المؤشّر Ra: ثماني عيّنات، ومتوسّط.

1. تعود الطريقة إلى 1965 (CIE 13)، وحُدّثت 1974 لمراعاة التكيّف اللوني. والإصدار الحالي CIE 13.3-1995، إعادة نشر مصحّحة لم تتغيّر توصياتها الفنية. [1]
2. المؤشّر Ra متوسّط R1-R8: ثماني عيّنات مانسيل، إشباعها متوسّط، وموزّعة بانتظام على الصبغات ومتقاربة في الفتحة اللونية. ولا شيء أعلى إشباعاً داخل المتوسّط. [1]
3. ولكل طريقة مرجعها. المؤشّر CRI: بلانكي دون 5000 K، ونهار عندها أو فوقها. والمنهج TM-30: مزج خاصّ به بين 4000 و5000 K. والمؤشّر TLCI: بلانكي دون 3400 K، ونهار فوق 5000 K، واستيفاء بينهما. [1][4][5]

⚠ أطياف تخطيطية للتوضيح، وليست نتائج قياس





المملوء: طيف المصدر نفسه ملوّناً بحسب الطول الموجي. والمتقطّع: مرجع عند درجة الحرارة اللونية نفسها. ثم العيّنات الثماني نفسها تحت كلٍّ منهما، ومتوسّط فروقها الثمانية في رقم واحد. وكل مقياس يكرّر ذلك على مجموعة عيّنات أخرى. [1][3]

اسأل عن المرجع ودرجة الحرارة اللونية قبل مقارنة رقمين. **اختلاف الدرجة يعني اختلاف المرجع والسؤال.**

النقطة العمياء

المؤشّر R9 هو الأحمر الذي لا يدخل متوسّط Ra.



1. تعرّف CIE 13.3 ستّ عيّنات خاصّة أيضاً: R9 أحمر مشبع، R10 أصفر، R11 أخضر، R12 أزرق، R13 لون البشرة، R14 أوراق نباتية. ولا واحدة منها داخل Ra. [1]

2. يُحسب R9 بالمعادلة نفسها Ri = 100 - 4.6 ΔEi المستخدمة لبقية قيم Ri، لكنه لا يدخل في متوسّط Ra. ولأنه يمثّل الأحمر المشبع، ولأن فضاء اللون في CRI غير منتظم، فقد يتغيّر بصورة أكبر بكثير من Ra وقد يهبط تحت 0. [1][14]

ويعالج TM-30 منطقة الأحمر بطريقة مختلفة، لا مكافئة: فالمؤشّر Rf,h1 متوسّط أمانة موضعية في قطاع الصبغة الأول، والمؤشّر Rcs,h1 يبيّن انزياح الإشباع في الأحمر. وكلاهما يضيف سياقاً، ولا يساوي R9 رياضياً. [3][4]

قد ينجح مصدر في Ra ويقدّم البشرة والأحمر تقديماً سيّئاً. اطلب عيّنة الأحمر بالاسم.

كم عيّنة

ثلاث طرائق، ثلاث مجموعات عيّنات.

8

المؤشّر CRI

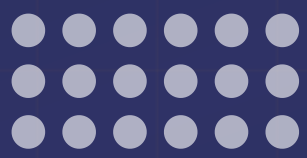
عيّنات مانسيل اختبارية، إشباع متوسّط [1]



18

المؤشّر TLCI

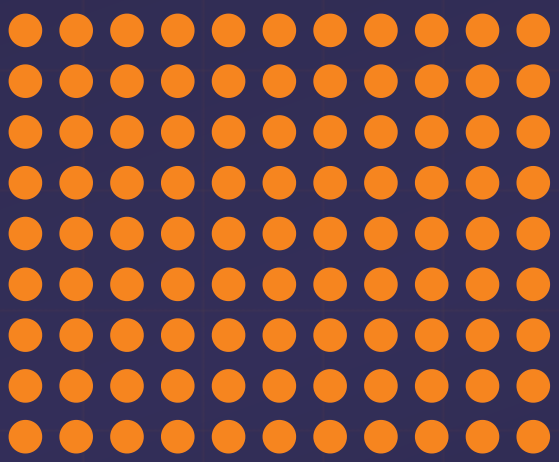
رقعة لونية من لوحة ColorChecker ذات 24 رقعة [5]



99

المنهج TM-30

عيّنات تقييم لوني من أجسام حقيقية مقيسة [3]

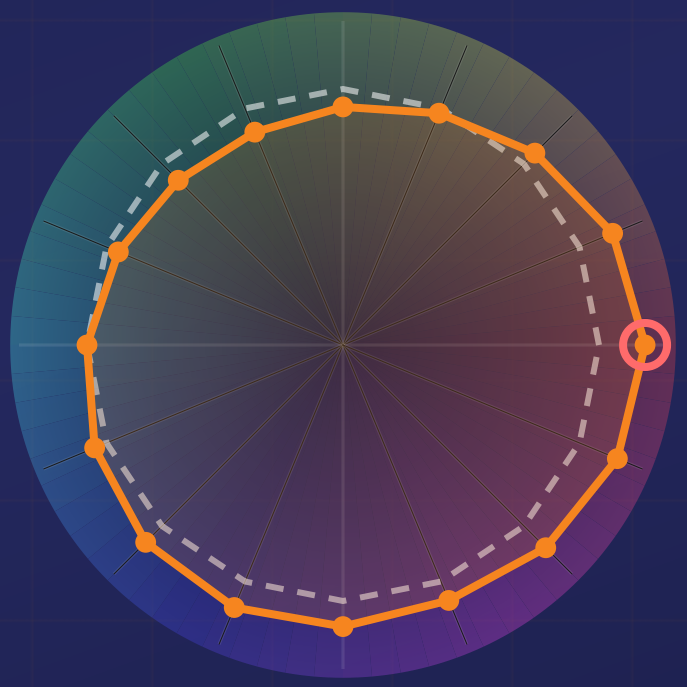


أعداد العيّنات دقيقة، والنقاط المرسومة بدائل توضيحية لا انعكاسيات حقيقية. وقد انتُقيت عيّنات TM-30 التسع والتسعون من أكثر من 100,000 طيف جسم مقيس، وأُدخلت انعكاسيتان لدرجات البشرة إلى المجموعة عمداً. [4]

وزيادة العيّنات لا تصنع مقياساً أفضل تلقائياً. **بل توسّع شبكة الاختبار، فتجعل خداعها أصعب.**

المنهج TM-30

المؤشّران Rf و Rg: رقمان لا رقم واحد.



Rf الأمانة. متوسّط الأمانة اللونية مقابل المرجع عبر العيّنات التسع والتسعين، على مقياس 0 إلى 100. [3][4]

Rg المدى. نسبة بين مساحتَي المدى اللوني محسوبة من متوسّطات 16 قطاع صبغة. فوق 100 اتّساع وسطي للمدى، ودونها انكماش وسطي. ولا يكشف سلوك الصبغة أو الإشباع موضعياً. [3][4]

الحلقة المتقطّعة: مضلّع المرجع. والبرتقالي: مثال مرسوم تعطي متوسّطات قطاعاته الستّة عشر Rg = 110، محسوبة من المساحتين المرسومتين هنا. والحلقة الحمراء: قطاع الصبغة الأول، قطاع الأحمر الذي يخبر عنه Rcs,h1 و Rf,h1.

ويتأثّر Rg بشكل المدى وبانزياحات الصبغة أيضاً. ورقم واحد لا يكشف إلى أين ذهب اللون. [3][4]

لماذا تُخفي المتوسّطات

المؤشّران نفسهما، ونور مختلف.

⚠ أشكال للتوضيح فقط، وليست مصادر مقيسة



1. قد يتشارك مصدران القيمة Rf والقيمة Rg ومع ذلك يزيحان صبغات مختلفة في اتجاهات مختلفة، ولهذا بالضبط ينشر TM-30 ستّ عشرة قيمة موضعية ورسماً متّجهاً إلى جانب المتوسّطات. [4]

2. ولا يوجد حدّ عام للفرق الملحوظ، لكن نحو خمس نقاط من Rf أو Rg يُعدّ عادة فرقاً ذا معنى. [4]

فإذا ذكر منتجان الزوج نفسه من الأرقام، **اطلب الرسم المتّجه** قبل أن تعدّهما متكافئين.

جدول المواصفة الحقيقي

الملحق E في TM-30: اختر المقصد ثم المستوى.

التفضيل (P)		الحيوية (V)		الأمانة (F)	
Rf ≥ 78 Rg ≥ 95 -1% ≤ Rcs,h1 ≤ 15%	P1	Rg ≥ 118 Rcs,h1 ≥ 15%	V1	Rf ≥ 95	F1
Rf ≥ 75 Rg ≥ 92 -7% ≤ Rcs,h1 ≤ 19%	P2	Rg ≥ 110 Rcs,h1 ≥ 6%	V2	Rf ≥ 90 Rf,h1 ≥ 90	F2
Rf ≥ 70 Rg ≥ 89 -12% ≤ Rcs,h1 ≤ 23%	P3	Rg ≥ 100 Rcs,h1 ≥ 0%	V3	Rf ≥ 85 Rf,h1 ≥ 85	F3

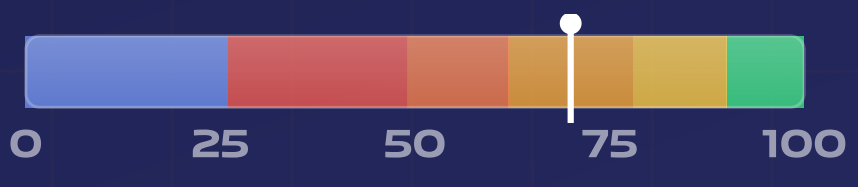
منقول عن الملحق E في ANSI/IES TM-30-20، ولم يُعَد التحقّق منه مقابل الإصدار الحالي TM-30-24. وتنطبق المعايير على فراغات متعدّدة الألوان بين 200 و700 لكس. وأعلى مستويات التفضيل والحيوية والأمانة تفرض متطلّبات انزياح لوني متعارضة جزئياً، فلا مصدر يحقّق خانات المستوى الأول الثلاث معاً. [3][4]

لا يذكر الملحق E دائماً حدّاً أعلى صريحاً لـ Rg؛ **وقد تفرض معايير أخرى حدوداً ضمنية.** والمقدار المحدود صراحةً هو Rcs,h1. [3][4]

المؤشّر TLCI

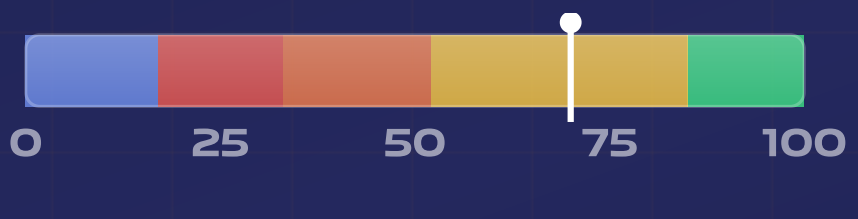
المؤشّر TLCI يحاكي كاميرا، لا عيناً.

إنتاج سينمائي
مونتاج متداخل وتصحيح لاحق



عند Qa 70:
«يمكن ضبط بعض الألوان»

بثّ حيّ متعدّد الكاميرات
رياضة وأخبار، بلا تصحيح



عند Qa 70:
«جيّد»



المؤشّر الأبيض: قيمة منتج منشورة من NLC لطراز GRANDEUR، وهي TLCI ≥ 70 [10]. وليست دليلاً على أن 70 عتبة بثّ عامّة. وقراءتا EBU متداخلتان، وينصّ المستند على أنهما «لا تشكّلان تعريفات قاطعة». [5]

ولا تضع EBU R 137 حدّ نجاح عامّاً. **فالدرجة المقبولة تتوقّف على نوع الإنتاج وسير التصحيح والكاميرات ومتطلّبات جهة البثّ.** [5][6]

ماذا تقول الأكواد فعلاً

ثلاث وثائق، وثلاثة مطالب مختلفة.

WELL v2 الخاصية L07، الجزء 1	ثلاثة مسارات، يكفي أحدها: Ra ≥ 90؛ أو Ra ≥ 80 مع R9 ≥ 50؛ أو Rf ≥ 78 وRg ≥ 100 و-1% ≤ Rcs,h1 ≤ 15%. [8]
EN 12464-1 أماكن العمل الداخلية، 2021	تتطلّب كثير من مناطق المهامّ والأنشطة الداخلية المشغولة قيمة Ra ≥ 80، لكن القيمة المطلوبة تختلف بحسب التطبيق وبند الجدول. [7]
SASO 2927 إنارة الشوارع، 2019	تتضمّن أحكاماً صريحة لدرجة الحرارة اللونية واتّساق اللون، 3000-6000 K وقطع ماك آدم من 5 خطوات، لكنها لا تضع حدّاً أدنى عامّاً لـ CRI لوحدات إنارة الشوارع [9]. LED

مسارات WELL من الخاصية L07 الجزء 1 في WELL v2 [8]. وصفّ SASO مقروء من العرض التوضيحي الرسمي لـ SASO، وهو وثيقة شارحة لا نصّ المواصفة الملزم [9]. ولا شيء هنا اشتراطٌ من NLC.

واثنتان من الثلاث لا تذكران TM-30. **فاكتب المقياس الذي يُحاكم عليه المشروع فعلاً.**

من مجموعة NLC

أربعة منتجات، أربعة أرقام مختلفة.

GRANDEUR

كشاف أعمدة عالية



CRI ≥70 / ≥80

TLCI ≥70

المنتج الوحيد في الكتالوج الذي ينشر قيمة TLCI. فالمنشآت الرياضية تُصوَّر.

CUBE

كشاف خارجي قابل للضبط



CRI >80

إبراز خارجي، مهمّته أن يُرى لا أن يُقيّم عليه لون معروضات.

BRASS

كشاف سقفي غاطس



CRI >90

اختياري >95

إنارة داخلية غاطسة، حيث تُقيَّم البشرة والتشطيبات عن قرب.

CANNON

كشاف مسار



CRI >90

اختياري >95

مسارات التجزئة والمعارض: حيث يكون لون المعروض هو المنتج.

قيم CRI وTLCI منقولة حرفيًا من صفحة كل منتج، وقد جرى الاطلاع عليها في 25 أغسطس 2026. ولا تنشر أيٌّ من صفحات المنتجات الأربع المراجَعة لهذا الكاروسيل قيمة R9 أو Rf أو [10] .Rg

كلفة الكفاءة

جودة اللون تُدفع بـاللومن لكل واط.



مُعاد رسمه عن شكل DOE ضمن المدى الذي يحدّه. والنقاط دقيقة: Ra 68 وRa 73 عند LER 363، وRa 94 مع R9 88 عند LER 359. [13]

1. المؤشّر LER هو اللومن لكل واط من الإشعاع البصري المنبعث، لا كفاءة الوحدة الكهربائية: تعطي DOE 323 lm/W لأبيض محوَّل بالفسفور بمؤشّر CRI 80، و414 lm/W لأبيض ممزوج لونياً. [11]
2. تذكر DOE أن الانتقال من CRI 80 إلى 90 يكلّف نحو 10% من أقصى كفاءة ممكنة، و15% إلى 20% في بيانات PC-LED العملية. أرقام منقولة، لا كلفة ثابتة لكل منتج. [11]

لكن انظر أين تقع النقاط: **قيمة Ra 94 مع R9 88 تكلّف نحو 1% من LER مقابل Ra 68.** ومعايير TM-30 تشتري الجودة نفسها بكلفة كفاءة أقل من رفع Ra وحده. [12][13]

السطر الذي تكتبه

خمسة أسطر تتفوّق على «CRI > 80».

- سمِّ المقياس وإصداره معاً: اذكر Rf و Rg و Rf,h1 و Rcs,h1 وفق ANSI/IES TM-30-24، والمؤشّر Ra وفق CIE 13.3-1995، والمؤشّر Qa وفق EBU Tech 3355. [1][3][5]

- واطلب الأحمر على حدة: المؤشّر R9 في مسار CRI، أو Rf,h1 و Rcs,h1 في مسار TM-30. وقيمة Ra وحدها لا تجيب. [1][4]

- استخدم خانة من الملحق E حين تطابق مقصد المشروع. وإن لزمت حدود مخصّصة فاذكرها وبرّرها. [3]

- القيم عند درجات حرارة لونية مختلفة تستخدم مراجع مختلفة مطابقة لكل درجة. قارنها بحذر: تساوي الدرجات لا يضمن تساوي المظهر. واذكر دائماً درجة الحرارة اللونية و Duv. [1][4]

- ولأي فراغ يُصوَّر، اطلب المؤشّر Qa وحدّد نوع الإنتاج. فالقيمة نفسها تُقرأ قراءتين. [5][6]

المصادر

من أين تأتي هذه الأرقام.

[1] CIE 13.3-1995, colour rendering · [2] CIE 224:2017, CIE Rf
[3] ANSI/IES TM-30-20 Annex E (current edition TM-30-24)
[4] Royer 2022, LEUKOS 18(2):191-231 · [5] EBU Tech 3355 (2017)
[6] EBU R 137 v2.0 (2016) · [7] BS EN 12464-1:2021
[8] WELL v2, feature L07 part 1 · [9] SASO 2927:2019 workshop deck
[10] NLC product pages, accessed 2026-08-25
[11] DOE 2022 SSL R&D Opportunities · [12] Royer 2019, OSAC 2(8):2308
[13] Royer, DOE SSL Workshop Portland 2017, slides 19 and 25
[14] NIST, Color rendering of light sources · [15] CIE PS 002:2025

المواصفات مذكورة بإصداراتها. وتوصي CIE الآن بالبدء في اعتماد CIE PS 002:2025 Rf بدل Ra، وبذكر المؤشّرين معاً خلال الانتقال. [15] والاستشهادات الكاملة بالصفحات والأشكال وتواريخ الاطّلاع على صفحة المقال.

أكاديمية NLC

اقرأ الحلقة كاملة

امسح للحلقة 12

https://nlc.com.sa/ar/academy/cri-tlci-tm30.html

الحلقة القادمة
اللوكس في الواقع