

تجهيزات مباني (2)



الدكتور المهندس
علاء الدين أحمد حسام الدين

- ❖ مقدمة.
- ❖ دراسة خصائص الإنارة الطبيعية.
- ❖ أسس تصميم الإنارة.
- ❖ مصطلحات الإنارة.
- ❖ مصابيح الإنارة.
- ❖ أجهزة الإنارة.
- ❖ تطبيقات الإنارة في المنازل والأماكن السكنية.
- ❖ إنارة الطرق والشوارع والأنفاق.
- ❖ إنارة الملاعب.

إنارة الملاعب الرياضية المكشوفة

يجب أن تحقق إنارة الملاعب إظهار أي شيء صغير الحجم مثل الكرة (الجولف، الهوكي، كرة القدم...)، أو إظهار أي أداة رياضية مثل عصاة الهوكي، وكذلك إضافة خلفية متباينة لها وإمكانية رؤيتها من أي زاوية من زوايا الملعب بالنسبة لكل من اللاعبين والمحكمين والمشاهدين.

عند إنارة الملاعب ابتداءً من سطح الأرض وحتى ارتفاع معين، بعدد قليل من أجهزة الإنارة التي لها قدرات إضاءة عالية، تكون أغلب المساحات الخلفية مظلمة نسبياً، وذات نصوع مناسب، ولتقليل الإبهار يجب ألا تكون أجهزة الإنارة مرئية عند الخلفية حتى يمكن للمشاهدين رؤية الكرة.

عند تصميم نظم الإنارة في الملاعب، يجب الاهتمام براحة ثلاث مجموعات هي: **اللاعبون، المراقبون والحكام، الجمهور المشاهد**. وبما أن مواقع هذه المجموعات مختلفة في الملعب، فإن رؤية الملعب تختلف لكل منهم. وفي حالة اللاعبين والحكام فإن موقعهم غير ثابت داخل الملعب وهذا بالطبع يتوقف على نوع اللعبة الرياضية. فمثلاً عند تصميم إنارة مناسبة لمجموعة من هذه المجموعات، يجب مراعاة ألا تتسبب هذه الإنارة في وجود إبهار في مجال الرؤية للمجموعتين الأخرين.

نوع وجودة الإنارة في الملاعب:

يفضل أن تكون الإنارة في الملاعب من النوع المنتشر (**Diffuse light**) وذلك بهدف مضاهاة الإضاءة الطبيعية بالنهار بالإنارة الداخلية عندما يكون عامل الانعكاس لكل من السقف والجدران والأرضيات كبيراً.

يجب اختيار مواقع أجهزة الإنارة في الملاعب بدقة لكي تحقق رؤية الجسم المرئي (**الكرة أو أدوات اللعبة مثلاً**). ويلعب شكل الجسم المراد رؤيته ولون وطبيعة سطحه دوراً هاماً في تحديد عدد، وأماكن أجهزة الإنارة المستخدمة، وفي معظم الأحيان يكون هذا الجسم عبارة عن كرة.

يتم وضع أجهزة الإنارة في الأماكن التي تعطى أفضل توافق بين الإضاءة المنتشرة المرغوب فيها وأقل إجهاد عند أغلب مواقع المشاهدين.

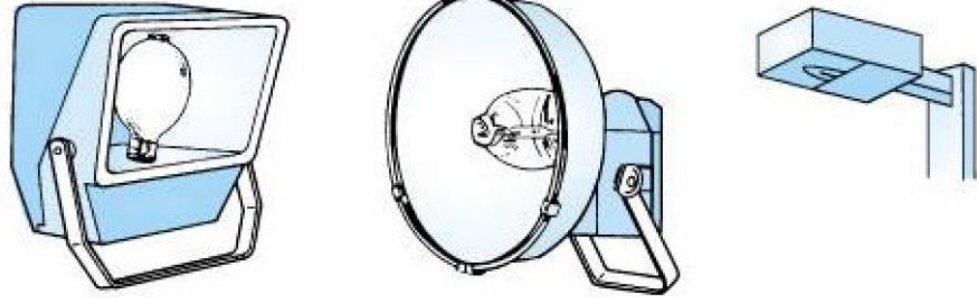
يجب أن تكون الإنارة منتظمة وبدون تغيرات حادة في المستوى في كل الفضاء فوق أرضية الملعب حتى يمكن رؤية الكرة السريعة التي إذا عبرت من منطقة مضاءة إلى منطقة مظلمة نسبياً فإنها تظهر للاعبين كما لو كانت تتحرك غير واضحة لأعينهم مما يصعب تحديد مسارها.

إذا كانت الكرة صغيرة وسريعة الحركة وتتطلب عناية وبراعة في التقاطها كما هو الحال في لعبة الهوكي مثلاً، فيجب ألا تزيد النسبة بين أقصى قيمة وأدنى قيمة للإضاءة الأفقية عن (1-3).

يجب توافر الإنارة المناسبة في الملعب لتوفير سهولة الرؤية والحركة بأمان في ساحة الملعب، كما يجب أن تكون كافية بحيث يمكن لكاميرات المراقبة والتصوير التلفزيوني من تسجيل المباريات بدقة ووضوح. كما يجب عدم تشكل الظلال المزعجة لعيون اللاعبين نتيجة عدم توزيع الأجهزة بشكل منتظم في ساحة الملعب، وان يكون الضوء الصادر من الأجهزة غير مبهر. لذلك يتم وضع الأجهزة على ارتفاعات عالية، الأمر الذي يتطلب استخدام عدد أكبر من المصابيح. لذلك يجب دراسة مشروع إنارة الملاعب بدقة عالية كي لا تكون الكلفة مرتفعة جداً.

من جهة ثانية يجب أن يكون لون الضوء المستخدم بلون ضوء النهار، ومردودها عالي.

أنواع المصابيح المستخدمة في إنارة المنشآت الرياضية



- ✓ المصابيح المتوهجة.
- ✓ مصابيح الفلوريسانت.
- ✓ مصابيح بخار الزئبق.
- ✓ مصابيح بخار الصوديوم.

لكل نوع من الأنواع السابقة مزايا وعيوب يجب مراعاتها. فمثلاً المصباح المتوهج له عمر افتراضي طويل، ولا يتأثر بعدد مرات التشغيل، بالإضافة إلى أن تكلفة الشراء معقولة جداً، إلا أن إضاءته مركزة ويعتبر مصدر للحرارة. بينما المصباح الفلوريسانت يتميز بطول فترة الاستخدام ويعطي إضاءة أعلى من المصابيح المتوهجة بمقدار 2.5 مرة وبنفس حجم الطاقة الكهربائية المستخدمة. أما مصابيح بخار الزئبق وبخار الصوديوم فهي عالية الثمن.

معايير إنارة ملاعب كرة القدم:

إن إنارة ملعب كرة القدم ليست سهلة كما قد تبدو. وهي مقسمة إلى ثلاث فئات، والتي تعتبر مثالية وفقاً للمواصفات القياسية الدولية EN12193.

1. الفئة الثالثة: تشمل إرشادات إنارة بهدف الترفيه والتدريب في الميدان. يتراوح مجال شدة الإنارة لهذه الفئة من 75Lux إلى 200Lux.

2. الفئة الثانية: وهي تتضمن إرشادات الإنارة الخاصة بالبطولات والأندية. تكون شدة الإنارة في هذه الفئة أعلى من 200Lux.

3. الفئة الأولى: تشمل جميع الملاعب للأغراض المهنية. يتم استخدام هذه الملاعب للتلفزيون أيضاً، حيث يجب أن تكون الإنارة احترافية أيضاً. تستخدم هذه الملاعب للمباريات المحلية والدولية، لذلك يجب أن تكون الأضواء المثبتة عالية الأداء وذات جودة ممتازة. يتراوح مجال شدة الإنارة لأرض الملعب من 1000Lux إلى 2000Lux.

يوجد ثلاثة عوامل رئيسية تؤثر على الإنارة في الملعب، هي:

- ✓ تجانس الإنارة.
- ✓ درجة حرارة اللون.
- ✓ درجة تمييز اللون.

1. تجانس الإنارة:

كلما كان توزيع الضوء أكثر تجانساً، كلما كانت الإنارة أفضل، وكلما كانت التجربة البصرية أكثر راحة. كلما اقترب عامل التجانس 1، كان ذلك أفضل، وعلى العكس، كلما كان عامل التجانس أصغر، كلما زاد الإرهاق البصري.

$$\text{تجانس الإنارة} = \frac{\text{الحد الأدنى لسوية الإنارة}}{\text{متوسطة سوية الإنارة}}$$

قيمة التجانس	نسبة القيمة الصغرى إلى القيمة العظمى	عامل التجانس	قيمة سوية الإنارة العظمى	قيمة سوية الإنارة الصغرى	قيمة سوية الإنارة الوسطية
$U_2 = 1 - ((E_{\max} - E_{\min}) / E_{\text{av}})$	$U_1 = E_{\min} / E_{\max}$	$U_0 = E_{\min} / E_{\text{av}}$	E_{\max} [lux]	E_{\min} [lux]	E_{av} [lux]

2. درجة حرارة اللون لمصابيح الملعب:

يتراوح المجال الأبيض الدافئ بشكل عام بين $3000-3200^{\circ}\text{K}$ ، ومجال الأبيض العادي بين $3500-4500^{\circ}\text{K}$ ، ومجال الأبيض البارد بين $6000-6500^{\circ}\text{K}$. ومجال الأبيض البارد جداً أعلى من 8000°K .

تتطلب الإنارة الرياضية (مثل إضاءة ملعب تنس الطاولة وإضاءة البلياردو) إضاءة بيضاء عادية. درجة حرارة اللون حوالي 4000°K ، ودرجة حرارة لون ملاعب كرة القدم وكرة السلة ما بين $5000-5700^{\circ}\text{K}$.

3. درجة تمييز اللون:

لتحقيق بيئة مناسبة للبث التلفزيوني الملون، فإن جودة الإنارة في الملعب لا تتعلق فقط بالإنارة، وإنما أيضاً ترتبط ارتباطاً وثيقاً بدرجة حرارة اللون وتمييز اللون للمصباح.
وفقاً للنورمات العالمية، ومتطلبات FIFA يجب ألا تقل درجة تمييز الألوان في الملاعب عن $Ra=65$.

يبين الجدول التالي مواصفات إنارة الملاعب طبقاً لاتحاد كرة القدم (الفيفا) بدون نقل تلفزيوني:

Lighting specifications for non-televised events

Activity level	Horizontal illuminance	Uniformity	Lamp colour temperature	Lamp colour rendering
Class	Eh ave (lux)	U2	Tk	Ra
Class III National games	750	0.7	> 4,000	≥ 65
Class II Leagues and clubs	500	0.6	> 4,000	≥ 65
Class I Training and recreation	200	0.5	> 4,000	≥ 65

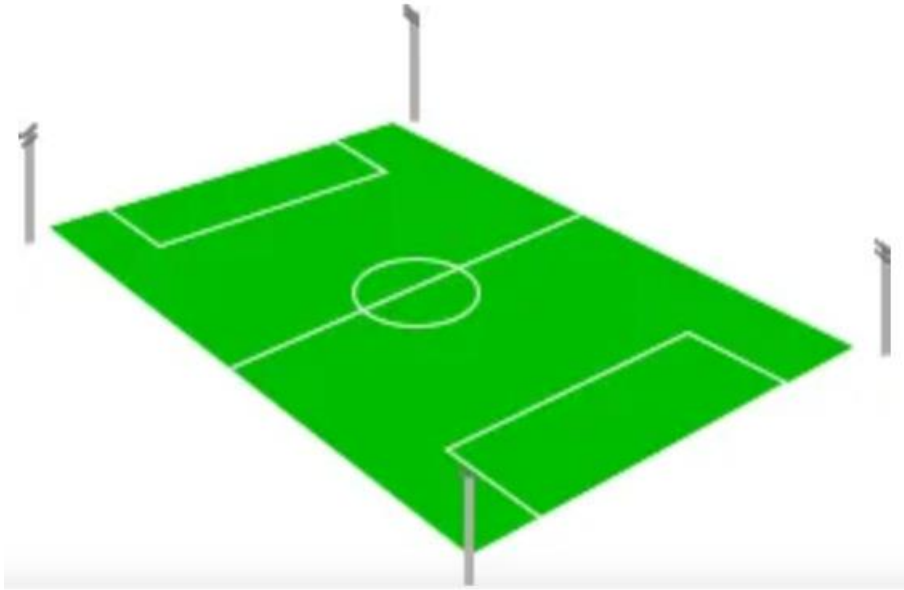
يبين الجدول التالي مواصفات إنارة الملاعب طبقاً لاتحاد كرة القدم (الفيفا) في حالة النقل التلفزيوني:

Lighting specifications for televised events

		Vertical illuminance			Horizontal illuminance			Properties of lamps	
		Ev cam ave	Uniformity		Eh ave	Uniformity		Colour temperature	Colour rendering
Class	Calculation towards	Lux	U1	U2	Lux	U1	U2	Tk	Ra
Class V International	Fixed camera	2,400	0.5	0.7	3,500	0.6	0.8	> 4,000	≥ 65
	Field camera (at pitch level)	1,800	0.4	0.65					
Class IV National	Fixed camera	2,000	0.5	0.65	2,500	0.6	0.8	> 4,000	≥ 65
	Field camera (at pitch level)	1,400	0.35	0.6					

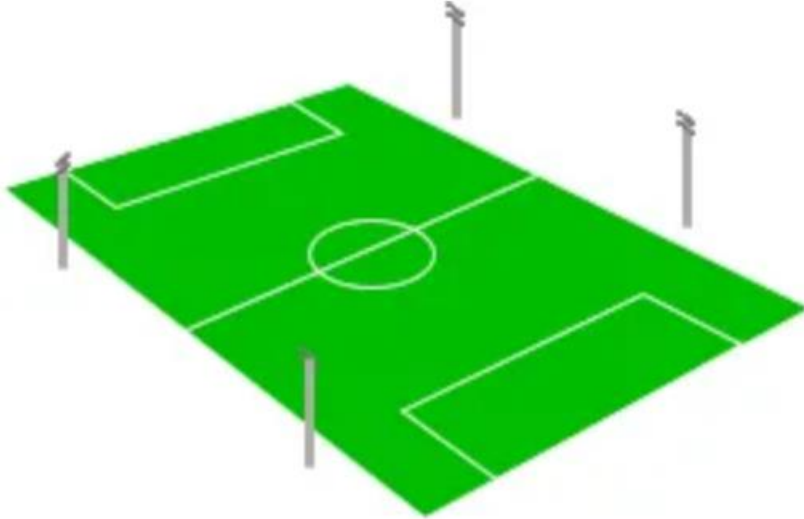
من المهم تركيب المصابيح في الملاعب بشكل صحيح وفقاً للمواصفات الدولية، خاصة عندما يتعلق الأمر بالمباريات الاحترافية. يجب أن تتبع الإنارة للإرشادات الأساسية، بحيث تكون دقيقة وثابتة في جميع أنحاء الملعب. ويتم ذلك وفق الآتي:

1. تثبيت أعمدة الإنارة في الزوايا الأربع:



كما هو موضح بالشكل تكون أعمدة الإنارة مثبتة في أربع زوايا حول الاستاد. في هذا النمط يجب أن يكون ارتفاع الأعمدة عالياً قدر الإمكان حتى يمكن للضوء الانتقال بسهولة إلى المركز مع التحكم في مقاومة التوهج وكذلك انتظام الضوء. لتحقيق سوية إنارة منتظمة في هذه الحالة، يجب أن يكون ارتفاع التركيب أكثر من 30m من مستوى سطح الأرض في ملاعب الفئة الأولى.

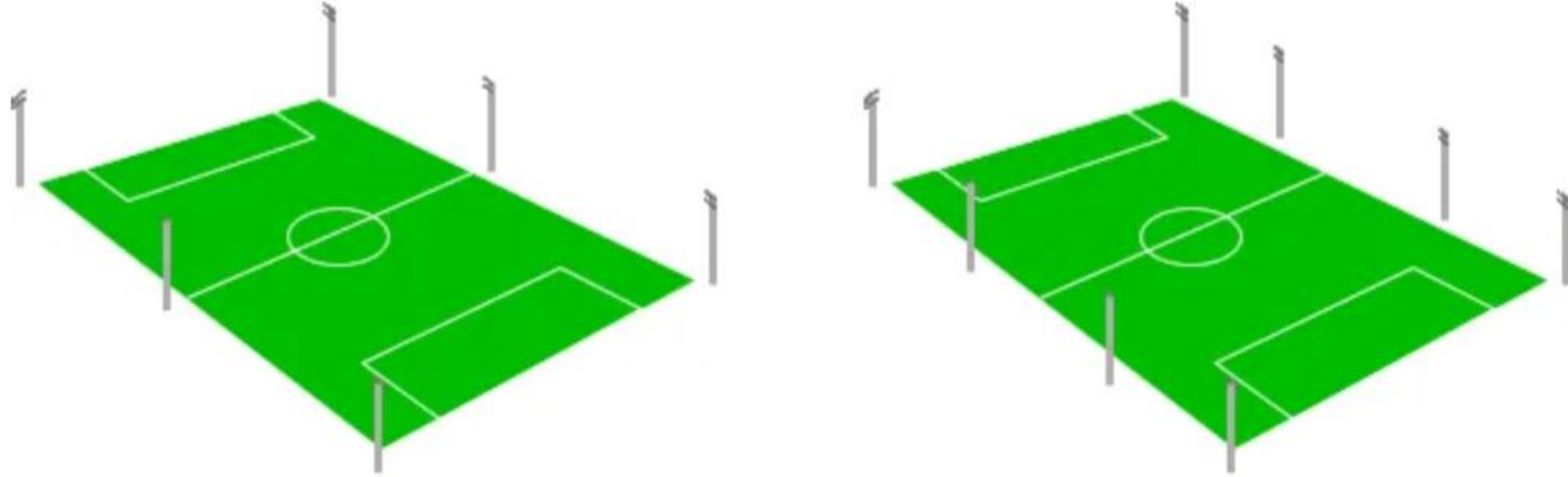
2. تثبيت أعمدة الإنارة في أربعة أقطاب في المركز:



في هذه الفئة ، يتم ترتيب أعمدة الإنارة الأربعة في منتصف الجانبين، الأمر الذي يساهم في تغطية الأرض بالكامل وبالتساوي بالضوء (تجانس سوية الإنارة).

3. توزيع أعمدة الإنارة إلى ستة أو ثمانية أقطاب:

عندما يتعلق الأمر بالمزيد من أعمدة الإنارة، بحيث لا يكون ارتفاع الأعمدة كبيراً جداً، يمكن اعتماد هذا التوزيع، والذي يستخدم عادةً لملاعب التدريب في المدارس، وللملاعب المجتمعية العامة.



تبيين الأشكال التالية نماذجاً لملاعب كرة القدم تبين طريقة الإدارة المعتمدة:



يظهر في الشكل ملعب تجري عليه
مباريات محلية يحتوي على 80
بروجكتور على ارتفاع 40 m
متوضعة خارج نطاق الملعب.
مستوى الإنارة العمودية 1200
LUX والأفقية 900 LUX.

يظهر في الشكل ملعب كرة القدم لميدان السباق تتوضع فيه الإنارة على 6 أعمدة بارتفاع 22m وكذلك على سطح المنصة. مستوى الإنارة العمودية 1000 LUX والأفقية 600 LUX.



يظهر في الشكل ملعب كرة القدم مغطى. تكون الإنارة معلقة بالسقف من الداخل. يبلغ متوسط مستوى الإنارة **2000 LUX** وتعد هذه الطريقة فعالة جداً حيث نحصل على صورة واضحة على شاشات التلفاز.





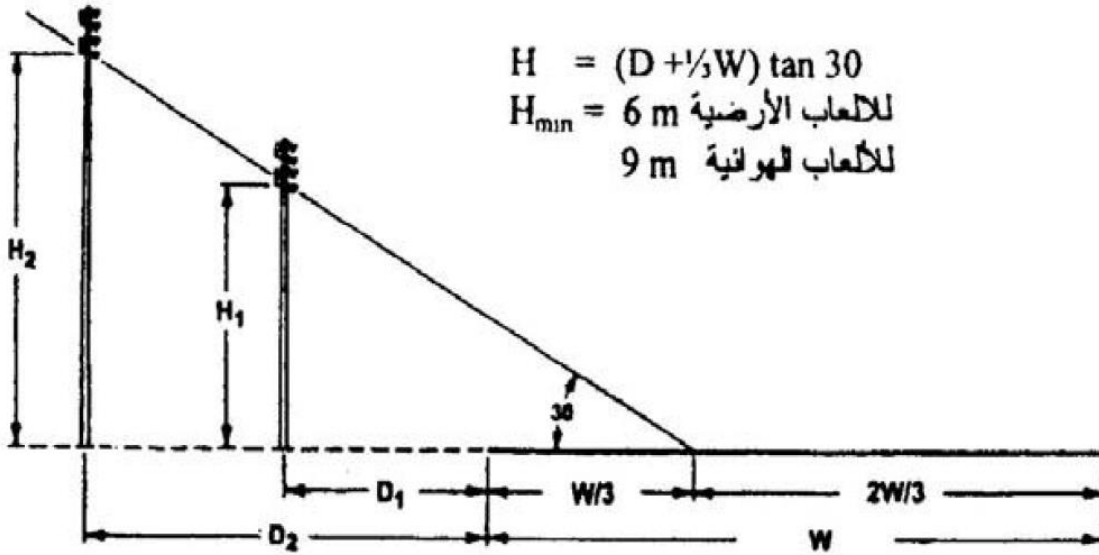
يظهر في الشكل ملعب كرة قدم
يحتوي 164 بروجكتور متوضعة
على 4 أعمدة بارتفاع 38m ويوجد
20 بروجكتور آخر على سطح
المنصة بحيث نحصل على مستوى
إنارة أفقي حوالي 2000 lux
وعمودي باتجاه TV camera
حوالي 17000 lux وهذا لإجراء
مباريات الـ FIFA العالمية و UEFA.

النقاط الأساسية عند تصميم الإنارة العملية:

الوهج: يتم التحكم فيه بضبط تصويب الإضاءة واختيار المواقع المثلى لأعمدة الإنارة. يراعى اختيار الإنارة ذات أشعة بحزمة ضوئية مناسبة للحصول على شدة الإنارة المناسبة والانتظام الجيد.

ارتفاع أعمدة الإنارة: يجب أن تكون الزاوية بين السطح الأفقي للملعب والخط الواصل بين مصدر الضوء الأقل ارتفاعاً ونقطة تقع على ثلث عرض الملعب تساوي أو أكبر من $(30^\circ-25^\circ)$.

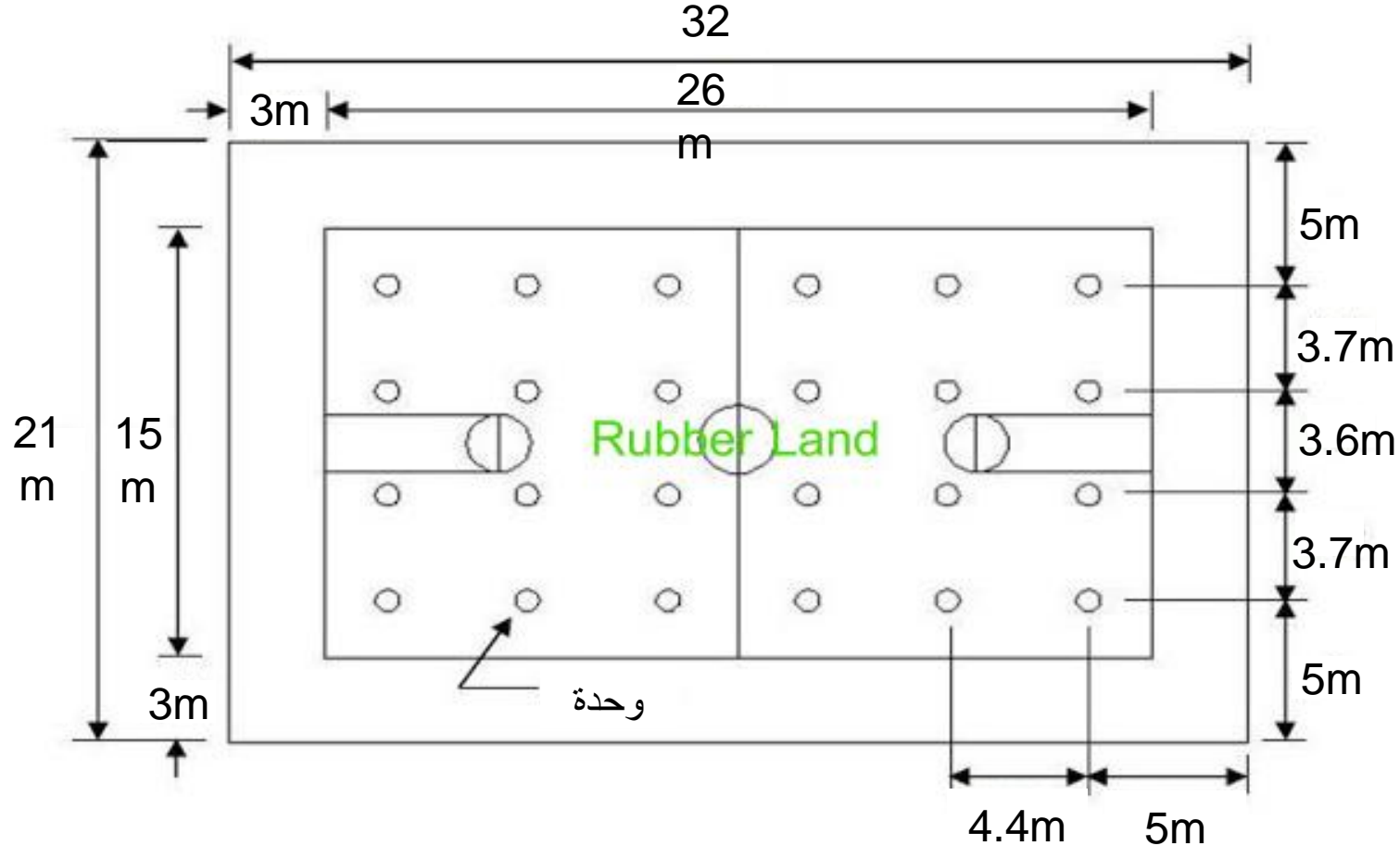
يجب ألا يقل ارتفاع وحدة الإنارة على العمود عن **6m** للألعاب المنخفضة الارتفاع وعن **15m** للألعاب التي على ارتفاع عال، وتحدد ارتفاعات الأعمدة حسب الشكل المبين.







يبين الشكل انارة ملعب كرة السلة والذي يجب ألا يقل ارتفاع المصابيح به عن **6.6m**.



إنارة صالات البلياردو:

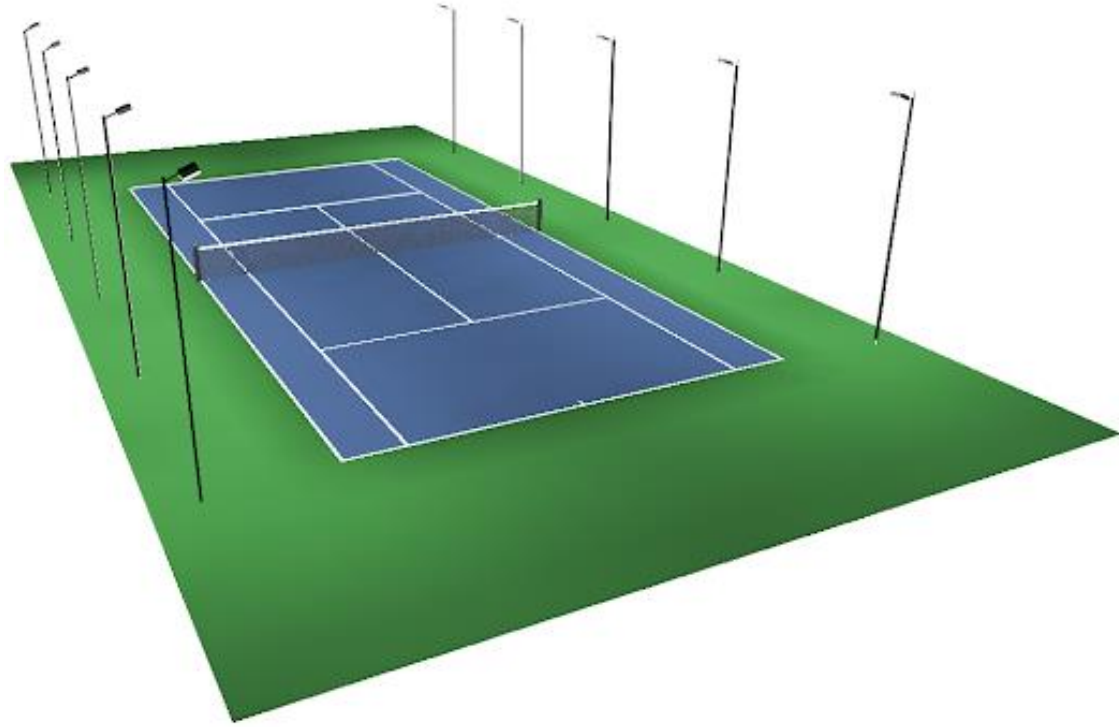


يجب اختيار مكان منضدة البلياردو أولاً ثم اختيار مكان أجهزة الانارة والتي توضع عادة فوق المنضدة حتى تعطي أكبر شدة إضاءة و أقل ظل .

ابعاد المنضدة بحدود **1.5x2.75m**، وتوضع المناضد متوازية منفصلة بمسافات **2m** عن بعضهما وعلى بعد **1.8m** من جوانب الغرفة ويكون أقل ارتفاع لأجهزة الانارة هو **2.25m** وارتفاع سقف الغرفة بحدود **3m**.

يكون لون السقف فاتحاً ذا معامل انعكاس من **75%** إلى **85%**.

إنارة ملاعب التنس



عند تصميم الانارة لهذه الملاعب، يجب الاهتمام خاصة بإنارة المناطق الواقعة خلف الخطوط الخلفية عند طرفي الملعب. ويجب مراعاة أن يكون ارتفاع أعمدة الانارة من (7-15m) وأن تكون نسبة أكبر شدة إضاءة إلى أقل شدة اضاءة في حدود 1:2 في ملاعب البطولات والعروض، ويمكن أن تكون النسبة 1:3 في الملاعب الترفيهية.

