أنظمة اكساء الملاعب الرياضية

بالعشب الصناعي

المهندسة المدني / **نەوبەهار بابە طاهر معروف**

رقمالهوية / **٠٧٠٦٩**

جدول المحتويات

المقدمة.....٣

نبذة تأريخية.....٤

الاختلاف بين العشب الطبيعي و العشب الصناعي.....٥

انواع العشب الصناعي من حيث المواد المالئة ٦

فوائد العشب الصناعي.....٧

صيانة العشب الصناعي.....٨

الطبقة المرنة تحت العشب الصناعي.....٩

اعمال الهندسة المدنية ١١

خطوات تجهيز الملاعب العشب الصناعي ١٤

الفيفا و ملاعب ٢ نجمة ١٥

السيطرة النوعية و الاختيارات ١٦

احصائيات عن العشب الصناعي ١٧

نموزج مواصفة ١٨

المراجع.....٢٠

مقـــــــــــدمـــة

ان العشب الصناعي (Artificial Turf) هوغطاء سطحي مصنوع من الياف صناعية و يبدو للناظر و كأنه عشب طبيعي (grass) و تستخدم المادة كثيرا في أكساء ارضيات الملاعب الرياضية التي من الواجب اكسأوها بالعشب الطبيعي كما مستخدم لأغراض جمالية و غيرها

أن اسباب استخدام المادة يعود الى سهولة أنشائها و صيانتها ولا تحتاج لاعمال السقي و التشذيب كما يمكن استخدامها في الملاعب الداخلية حيث يتعذر استخدام العشب الطبيعي لصعوبة وصول اشعة الشمس او ان استخدامه في هكذا حالة يتطلب كلفة عالية .

نبذةتاريخية

ادناه نبذة تأريخية عن مراحل تصنيع و تطوير و استخدام العشب الصناعي :-

- **ان اول انتاج تحقق على يد فريق بحثي من جامعة شمال كارولينا برئاسة ديفيد شاني في بداية الستينات.**
- **استخدام العشب الصناعي لاول مرة عام ١٩٦٥ في اكساء ارضية ملعب استرودوم في هيوستن ،(تكساس) ثم في ملعب جامعة انديانا في السنة اللاحقة و اطلق عليه (Astro turf) بعد ان كان يطلق عليه (chemgrass).**
- **في عام ١٩٦٩ حول ملعب فرانكلين في جامعة بنسلفانيا من العشب الحقيقي الى عشب الصناعي .**
- **في عام ١٩٧٠ انتشر استخدام العشب الصناعي في الملاعب الداخلية و الخارجية و ملاعب البيسبول و كرة القدم .**
- **في عام ١٩٨١ استعمل العشب الصناعي لأول مرة في انكلترا.**
- **في بداية التسعينات بدأ بأستخدام الجيل الثالث من العشب الصناعي الحاوي على الحبيبات المطاطية و الرمل و الفائدة من هذه المواد المالئة هو ابقاء شعيرات العشب واقفة فتساعد في توفير حركة طبيعية للكرة تحاكي الحالة في العشب الطبيعي كما ان المادة المالئة تحسم من حالة امتصاص الصدمة عند سقوط اللاعب على الارض، ان الجيل الثالث اقل خشونة حتى من العشب الطبيعي كما حلت مشكلة الحروق النا تجة من الاحتكاك في العشب من النوع (Astro Turf) كما تم في هذا العشب طلاء الشعيرات الطويلة بمادة السليكون فوفرت سطحا اقل احتكاك.**
- **في عام ٢٠٠٥ منح ا تحاد الدولي لكرة القدم " FIFA " ملعب هيرقل الهولندي و هو ملعب ذو ارضية من العشب الصناعي منحة تصنيف ٢ نجمة " 2 star ".**
- **اعلن الا تحاد الاوروبي لكرة القدم انه ابتداء من الموسم (٢٠٠٥-٢٠٠٦) فان الارضيات الصناعية المتعمدة من قبل الفيفا مسموح بأستخدامها في المباريات.**
- **في عام ٢٠٠٦ استعمل العشب الصناعي في ملعب جوليت في الولايات المتحدة و هو ماعب لكرة القدم .**

في عام ٢٠٠٨ اجرى فريقا مشتركا من الا تحاد الدولي لكرة القدم و شركة بوليتان الالمانية المتخصصة في صناعة العشب الصناعي عدة اختبارات في ملعب سالسبورغ في النمسا و الذي لعبت عليه منافسات بطولة اوروبا عام ٢٠٠٨ .

الاختلاف بين العشب الطبيعي و العشب الصناعي

في بداية استخدام العشب الصناعي لوحظ وجود الاختلافات التالية :-

- ان الكرة على العشب الصناعي ترتد لمسافة اعلى مقارنة بالعشب الطبيعي .
- ان الكرة تتدحرج بشكل اسرع مما يؤدي باللاعبين اللعب الى الخلف اكثر من المعتاد يتوفر لديهم الوقت الكافي للرد.
- يوجد زخم اكثر على اجساد اللاعبين .
- في بداية استخدام العشب الصناعي و بسبب انشائه فوق ارض صلبة فقد سبب الكثير من التمزق و الارهاق على الركب و الكواحل و الجزء السفلي من الظهر من اجسام الاعبين .
- كان اللاعبون يشكون من ان العشب الصناعي اكثر حرارة و يسبب الاختراق بسبب الاحتكاك.

انواع العشب الصناعي من حيث المواد المالئة

ت	الوصف	الصنف
١	النوع المائي و فيه لاتوجد مواد مالئة بين شعيرات العشب الصناعي و يحتاج الملعب الى ترطيب خلال فترات الاستراحة اعتمادا على الظروف ، و هذا النوع مفضل لكثير من الالعاب حيث تتوفر حماية اكثر الى الاعبين من خلال تقليل الاحتكاك في حالة و جود الرمل	غير مملوء
٢	و تكون الشعيرات مملوء ب (٥-٨) ملك من المادة الرمل ويتعذر رؤيته	الرملي المملوء جزئيا
٣	و فيه تكون الشعيرات مملوءة حتى قمة الشعيرة ، و بسبب الرمل يكون الملعب خشنا و صلبا و ان حركة الكرة ابطا مقارنو با لانواع الخرى	الرملي المملوء كليا

فوائد العشب الصناعي

i. ان العشب الصناعي يمكن اللعب عليه في معظم الظروف الجوية بدون ان يحصل عليه ضرر، و بامكانه تصريف كمية كبيرة من الماء ولايتاثر بظروف الا نجماد او حرارة الشمس الشديدة ولا يحصل ا نجماد في الارضية و يمكن اللعب عليع في معظم فصول السنة دون تاثير علي برنامج اللعب و التدريب .

ii. يمكن اللعب على العشب لفترة طويلة دون حصول اية اضرار، ففي العشب الطبيعي تظهر علامات التدهور بعد لعب ٢٤ ساعة في الموسم ولا يمكن ات يحافظ العشب على نوعيته في ملاعب الكرة القدم لأكثر من ٣٠٠ ساعة لعب / سنة ،

و عند استخدام ساحة كرة القدم يوميا فأنه تظهر مناطق جرداء و تتحول الارضية الى سطح غير متجانس في حين يمكن اللعب على العشب الصناعي لمدة ٢٤ ساعة في اليوم و لكافة ايام الاسبوع مع ضرورة تطبيق برنامج الصيانة.

iii. ان صيانة العشب الطبيعي تحتاج الى الوقت و الجهد و المال ، في حين يتطلب العشب الصناعي اعمال صيانة منتظمة للحفاظ على النوعية و النظافة و تكون العملية اسهل و اقل كلفة.

iiii. ان كلفة انشاء العشب الصناعي في ملاعب كرة القدم هي اعلى من كلفة انشاء العشب الطبيعي الا ان الاخير يحتاج الى كلفة اعلى لأغراض الادامة و الصيانة ولن تكون الكلفة الكلية للمشروع في حالة العشب الصناعي اقل .

صيانة العشب الصناعي

تعتبر اعمال الصيانة عنصرا مهما لديومة و بقاء العشب الصناعي للفترة التصميمية التي تتراوح بين (١٠-١٥) سنة بشرط تنفيذ برنامج صيانة منتظم و كما يلى :-

- **التنظيف التام بأستخدام معدات التنظيف المتخصصة .**
- **استبدال الاجزاء التالفة للعشب و الطبقة المرنة اسفله.**
- **الفحوصات المختبرية المنتظمة من قبل هيئات الرياضة المسؤلة و بالاستعانة بالمختبرات المتخصصة لضمان محافظة العشب على الخواص المطابقة للمواصفات القياسية.**

اجهزة الصيانة

الطبقة المرنة تحت العشب الصناعي Elastic layer

منذ انطلاق العمل بالعشب الصناعي المعزز بمادة الرمل و الحبيبات المطاطية حصل جدل كبير و لفترات طويلة و هو هل توجد حاجة لوجود الطبقة المرنة كوسادة تحت العشب الصناعي ام انها اصبحت فائضة عن كونها مطلب ضروري تحت العشب الصناعي في الملاعب ، و في الحقيقة ان المواصفات القياسية الالمانية (DIN V 180351-7) الخاصة بالطبقة المرنة (الوسادة المطاطية و تسمي محليا بالتارتان) تقضي باستخدام المرنة ، و بشكل تقليدي كقاعدة مرنة لابد منها ، و في حالة استخدام العشب الصناعي المعزز بالحبيبات الطافية توجد متطلبات صارمة بأستخدام الطبقة المرنة كأساس للعشب الصناعي ، و بعد اكتساب الخبرة في الفرش الملايين من الامتار المربعة من العشب الصناعي فان الشركات المصنعة و المجهزة و المنفذة تنصح في صالح استخدام الطبقة المرنة و بشكل الزامي ان كانت نوعية الانشاء تتطلب المتانة و الديمومة طويلة الامد و خصائص لارضية ملعب مثالي .

يستخدمون الطبقة المرنة للحفاظ على صحة و سلامة اللاعبين و الحفاض على ظروف لعب مثالية كما مبين ادناه :-

١- الحفاظ على صحة و سلامة اللاعبين :-

تقوم الطبقة المرنة بتقليل قوة الصدمة و بذلك فهي تحمي اجسام اللاعبين من اي ضرر تجاه صحتهم خصوصا فيما يخص احتمال حصول تشوهات في المفاصل و الاربطة و الاوتار عند الركض و القفز او عند الاستدارة او التوقف الفجائي ، انها تلعب نفس دور اجهزة امتصاص الصدمة في السيارات ، وتقوم هذه الطبقة بتخفيف الام الرياضيين خصوصا فيما يتعلق بالاجهادات التي يتعرض لها الجهاز العضلي و الهيكل العظمي نتيجة السقوط على السطوح الصلبة.

ان ملاعب كرة القدم المغطاة بالعشب الصناعي يجب ان تتولي تقليل قوة سقوط اللاعب بما لايقل عن (٥٥-٦٠ ٪) لكي تحصل هذه الملاعب على شهادة الفيفا ذات التصنيف (١) نجمة كارضيات ملاعب حسب مواصفات التأهيل القياسية الجديدة للفيفا و بما لايقل عن (٦٠-٧٠ ٪) من القوة للحصول على تصنيف (٢) نجمة ، علما بأن هذه المواصفات لا يمكن الحصول عليها بكل سهولة بدون استخدام الطبقة المرنة تحت العشب الصناعي .

وقد ثبت ايضا انه بالامكان تلبية محددات الفيفا صارمة حتى باستخدام شعيرات بطول ٣٥ ملم في حالة استخدام قاعدة مرنة تتطابق مع المواصفة المانية .

٢- الحصول و الالبقاء على الصفات النوعية للملاعب :-

لاتقصر اهمية الطبقة المرنة على الجانب الصحي للاعبين و لكن لها ايضا تاثيرات ايجابين على الظروف الكلية لساحات الكرة القدم ، ان الشعيرات الطويلة من العشب ليست من الضروري ان تكون هي المفضلة دائما ويمكن ان تكون الشعيرات مثالية وهي بطول ٤٠ ملم تقريبا، و يوجد دليل يؤكد قابليتها المفيدة في اليمومة و توفير اجواء لعب افضل ، ان العشب القصير لايغور ويمكن تمشيطه نحو الاعلى بسهولة و كذللك يمكن ترخيته بسهولة باساخدام الماكنة الخاصة ، ان العشب الطويل يحتاج الى مواد مائة من الحبيبات بشكل اكبر و ان هذه الحبيبات قد تتحرك و تهاجر من موقعها الى اجزاء اخرى من الملعب مما يتطلب اعمال الصيانة كبيرة .

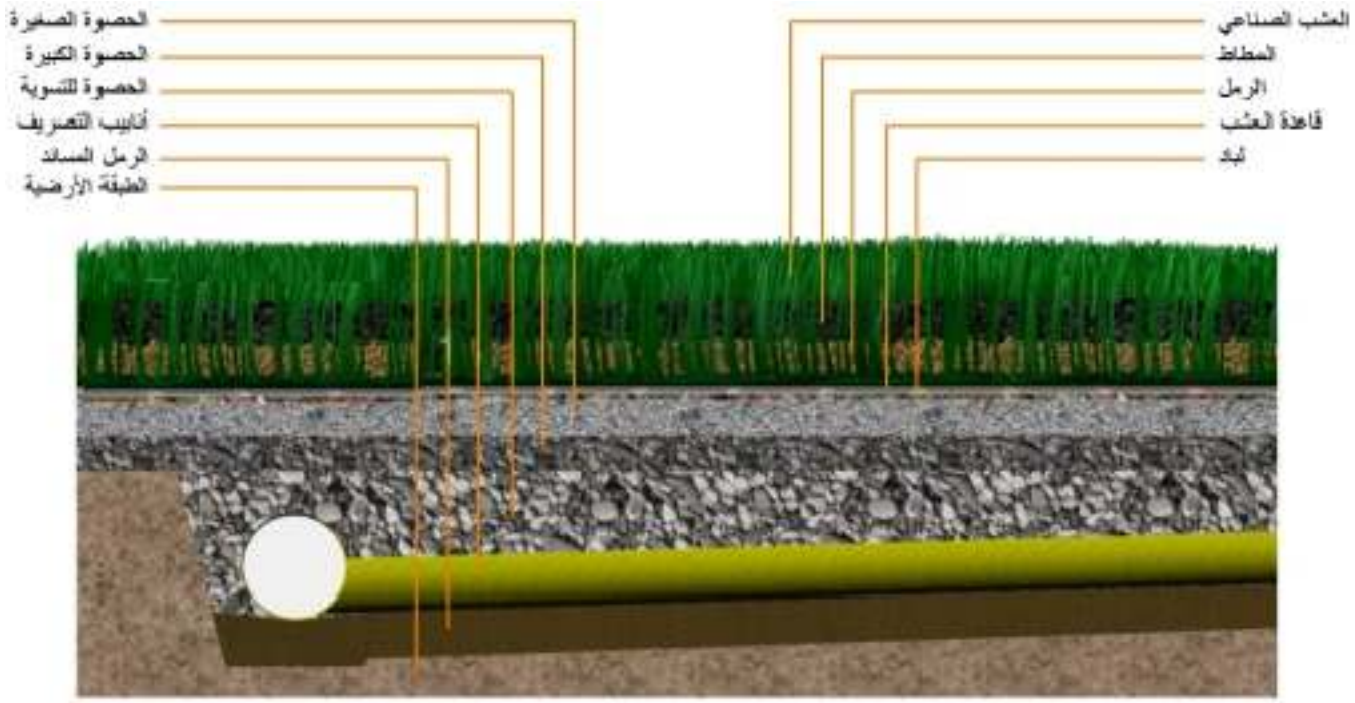
ان المرونة المثالية للعشب الصناعي وما تحته (اي الطبقة المرنة توفر ارتداد مثالي للكرة و حركة طبيعية للاعبين و كأنهم على عشب طبيعي ، ان الافعال الاعتيادية للاعبين مثل التعجيل السريع و الاستدارة و التزحلق المفاجئ اصبحت كما لو كانت على العشب الطبيع.

اعمال الهندسة المدنية

ان عملية الانشاء للعشب الصناعي تتضمن فعاليات التصميم و الانشاء و الفحص و الارشاد و التطوير، و كأي مشروع لابد من توفر معلومات مهمة مثل المعلومات المناخية و الابعاد و المناسيب و طريقة تصريف مياه الامطار و نوع التربة و نوع القاعدة الهندسية ما تحت العشب الصناعي و الطبقة المرنة وذلك لتلافي اية اشكالات خلال مرحلة التنفيذ ، ان كل الاعمال يجب ان تنفذ وفق المواصفات القياسية للا تحاد الدولي لكرة القدم، ان الاعمال الهندسة المدنية هي العنصر المهم لكل النجاح المتحقق حتى نهاية العمل ، ان الموضوع المهم في اي مشروع ذو علاقة هو اختيار نوع الارضية او القاعدة او الاساس ما تحت العشب و الطبقة المرنة لتلبية مواصفات الفيفا، ان اعمال الهندسة المدنية الاساسية لأي مشروع عشب صناعي تتضمن ما يلي :-

١. تصميم و تنفيذ اساس مناسب اسفل العشب الصناعي و الوسادة المرنة.
٢. تصميم و تنفيذ نظام مناسب لتصريف مياه الامطار.
٣. التقيد بالمواصفات القياسية للا تحاد الدولي لكرة القدم .

ان التصريف المياه الامطار عموديا و افقيا امرا مطلوبا لتأمين التخلص من مياه الامطار السطحية من الملاعب و يجب ان تصمم المنظومة و تنفذ بالمواصفات القياسية المطلوبة ، ان كل انواع العشب الصناعي ربما توضع مباشرة على ارضية صلبة مناسبة ، وفي هذه الحالة يجب توفير ا نحدار مقداره ١:٢٠٠ للمساعدة في تصريف مياه الامطار ، ان الارضية الخرسانة غير محبذة في حالة احتوائها على المفاصل لان العشب سيأخذ شكل الارضية تماما بعد فترة من الزمن ، ويمكن استخدام ارضيات ما تحت العشب من الحصي المفك بعد الحدل و التسوية الجيدين مع توفير طبقة من الرمل فوقه في حالة الرغبة لتصريف مياه الامطار من خلال العشب و هذه الارضية.


الحصوة الصغيرة
الحصوة الكبيرة
الحصوة للتسوية
أنابيب التصريف
الرمل المساند
الطبقة الأرضية
العشب الصناعي
المطاط
الرمل
قاعدة العشب
لبد

Artificial Grass and Infill
Blinding Layer
Subbase
Shock Pad
Levelling Layer
Drainage Pipe

خطوات تجهيز ملاعب النجيل الصناعي

١

تهيئة الارضية

١- فرد
٢- دك

٢

الاعمال المدنية

١- دقسوج
٢- تسوية
٣- دك
٤- رمل حلواني

٣

اعمال الحدادة

٤

اعمال الكهرباء

٥

اعمال الشبك

٦

اعمال النجيل الصناعي

١- فرش
٢- تخطيط
٣- تركيب
٤- رمل سيليكا
٥- رابر

www.PebaSports.com /Pebasport @Pebasports

خطوات تجهيز الملاعب العشب الصناعي

تسوية الأرض والأساسات :

١- **نبدا بالأساسات :** بوضع الاساسات لملعب كرة القدم وتتمثل في وضع تربة من نوع خاص لتسهيل تصريف مياه الامطار اسفل ارضيات ملعب كرة القدم ، ضغط مواد الاساسات بألة الدك حتى يصبح المسطح او ملعب كرة القدم متساوى، وايضاً طريق مساواة الارض باستخدام جريدر ليزر او جريدر عادي و ميزان قامة و فرش الارض بطبقة الدقشوم سن ٦ او سن ٦ مخلط.

٢- **إحاطة ملعب كرة القدم :** إحاطة الحواف بالبردورة (رصيف) .

٣- **النجيلة الصناعية :** فرد العشب الصناعي فاتح وغامق (لإظهار شكل جمالي) (المهم يكون معتمد من الفيفا من ناحية العمر والكثافة وغزارة الغرز).

٤- **رمل السيليكا الخاصة بملاعب كرة القدم :** فرد رمل السيليكيا المعالج.

٥- **فرد بودرة المطاط الخاصة بملاعب كرة القدم :** فرد بودرة المطاط المعاد تدويرها المعالج المعتمد من الفيفا مقاس ٢ملم.

٦- **تخطيط ملعب كرة القدم :** تخطيط الملعب بالنجيل الأبيض (الأفضل استخدام مكائن الفرد الألمانية).

٧- **الشبك :** إحاطة الملعب بشكبك حديد (ارتفاع ٢متر مثبت على مواسير ٣بوصة ، والأفضل وضع شبك صيادي فوق الحديد ٤ بوصة)

٨-**أعمدة إنارة ملاعب كرة القدم :** تركيب ٦ أعمدة إنارة مزودة بقواعد كشافات (كل عامود يحتوي على ٦ كشافات ٤٠٠واط)

٩- **أبواب الحديد خاصة بملاعب كرة القدم :** تركيب أبواب حديد للملعب + الشبك (الشبك مزدوج لضمان المتانة).

١٠- **الرايات :** تركيب عدد ٢ رايات خاصة بملاعب كرة القدم.

.

الفيفا و ملاعب (٢) نجمة

لقد صنفت الفيفا ملاعب العشب الصناعي على اساس نظام النجمة و الذي فيه يجب ان تجتاز الملاعب سلسلة من الاختبارات النوعية و الاداء المبني على هذا النظام ،ان ملاعب (٢ نجمة) المعتمدة من قبل الفيفا ربما استخدمت في مباريات نهائية بالاضافة الى المباريات الاوروبية ، و يوجد حاليا ١٣٠ ملعب معتمد من قبل الفيفا بدرجة (٢ نجمة) في حين ان العدد لغاية ٢٠٠٨ كان ٢٠ ملعبا مدرجة فقط، و في عام ٢٠٠٩ اطلقت الفيفا اسم المنتج المفضل للعشب الصناعي و هي مبادرة لتحسين نوعية العشب الصناعي لكرة القدم في كل مراحل (التصنيع – الاداء- الصيانة).

ان شهادة القبول ذات التصنيف نجمة واحدة او نجمتان تكون معدة من قبل الا تحاد الاوروبي و الا تحاد الدولي لكرة القدم لتصنيف ملاعب العشب الصناعي عالية الجودة ، ان ملاعب ٢ نجمة تلبي المواصفات القياسية و تجتاز الفحوصات الصارمة بشأن راحة و سلامة الاعبين ، و منذ عام ٢٠٠٤ فأن المباريات النهائية للفيفا و مباريات بطولة اوربا يمكن ان تلعب فقط على ملاعب ٢ نجمة ، و ادناه متطلبات الا تحاد الدولي لكرة القدم لمنح هذه الشهادة :-

- ✓ الارتداد العمودي للكرة :- ٠,٦ – ٠,٨٥ م.
- ✓ زاوية ارتداد الكرة :- الحالة الجافة ٤٥-٦٠ ٪
- ✓ الحالة الصلبة ٤٥- ٨٥ ٪
- ✓ تدحرج الكرة :- ٤- ٨ م و بعد فترة ١٢ شه من الاعب ٤-١٠م
- ✓ امتصاص الصدمة :- ٦٠-٧٠ ٪
- ✓ التشوه العمودي :- ٤-٩ ملم
- ✓ مقاومة الدوران :- ٣٠-٤٥ نيوتن .متر
- ✓ احتكاك السطح :- ٠,٣٥ -٠,٧٥ ٪
- ✓ التأكل :-٣٠ ٪

السيطرة النوعية و الاختبارات على العشب الصناعي

ان الفحوصات المختبرية و الموقعية على العشب الصناعي الغاية منها هو قياس تأثير و فوائد الارضيات الصناعية على دحرجة الكرة و ارتدادها و احتكاكها و تزحلقها و كذلك مقاومة الارضيات و صلابتها و امتصاصها لصدمة سقوط الاعبين ، ان انظمة العشب الصناعي يجب ان تجتاز مراحل سيطرة نوعية عالية و عمليات اختبار طبقا للمواصفة القياسية لمنظمة الجودة العالمية ، يتضمن نظام السيطرة النوعية على الغزل اللدائني قبل انجاز المرحلة الاولى من الانتاج ،ان الغزل نصف المصنع غير المطلي يمر في مرحلة عالية من السيطرة النوعية ، اما المرحلة الثانية من الانتاج فتتضمن سيطرة نوعية مستمرة تتضمن طلاء الشعيرات و من ثم اكمال طي اللفات ووضع العلامات عليها لتكون جاهزة للنقل ، كما ان السيطرة النوعية العالية مستمرة حتى بعد الانشاء .

احصائيات عن العشب الصناعي :-

ان تطور التقنيات منذ عدة سنوات كان له تأثيرا على العشب الصناعي ، ان الجيل الثالث من العشب الصناعي أعطى نتائج مساوية للعشب الطبيعي ، و كجزء من عمل قام به فريق متخصص بالرياضة ((Pro Zone)) فقد درس هذا الفريق ١٠٠ مباراة من ضمنها بطولة اوربا و كأس العالم لعام ٢٠٠٧ تحت سن ٢٠ سنة ، لقد تم قياس حركات اللاعبين و حركات الكرة بأستخدام ١٠٠ حساس و كانت النتائج حاسمة تماما، لان المعلومات التقنية تم الحصول عليها من العشب عالي النوعية من النوع الطبيعي و الصناعي و لوحظ عدم وجود اختلافات كبيرة، وقد تم دراسة عدد المرات التي لعب ت بها الكرة كما تم دراسة الاصابات في المباريات في النمسا و السويد و النرويج و الدنمارك و روسيا و هولند، لقد نفذت الدراسة عام ٢٠٠٣ و شملت ٦٠٠ الف ساعة لعب و لم تظهر النتائج اختلافات مهمة بين النوعين ، لقد نفذت بطولة كاس العالم تحت سن ١٥ سنة على ثلاث ملاعب اثنان منهم كانتا مفروشتان بالعشب الطبيعي و الثالث بالعشب الصناعي .

نموزج مواصفة

أ – العشب الصناعي (Artificial Turf)

الوصف :- عشب صناعي لملاعب كرة القدم بأستخدام مادة مالئة من الرمل و الحبيبات المطاطية بأستخدام الخصلة المنفردة المستقيمة بدون تجعد و بدون تجذر شعري

الوصف	الوحدة القياسية
عدد الشعيرات	٦
السمك	٢٠٠ مايكرون
الوزن	١٢٠٠ Dtex
طول الشعيرة	٤٠ ملم
عدد الغرزات	٨٤٥٠ / م٢
عدد الشعيرات	١٠١٤٠٠ م٢
الكثافة	٩٦٥ م٢
العرض الاقص للفة	٤ متر
الطول الاقصى للفة	حسب الطلب
الارتفاع الاقصى	٤٢ ملم
وزن الغطاء	١٠٠٠ غم / م٢
الوزن الكلي	٢١٨٥ غم /م٢
لون العشب	ابيض ، اصفر، ويمكن طلب اي لون
الطبقة المرنة	صب موقعي
النفاذية للماء	حسب المواصفات الالمانية DIN
قوة السحب	٤٠ نيوتن

مقاومة الشد المحوري	٨٠٠ نيوتن
مقاومة الشد الطولي	٩٥٠ نيوتن
الاشتعال	صنف ١

ب- الطبقة المرنة (Elastic Layer):-

ادنى سمك ٢٥ ملم	على الارضيات المصمة و المنفذة هندسيا
ادنى سمك ٣٥ ملم	على الارضيات المتحركة

ج- المادة المالئة السفلى :-

رمل هيدر و نظيف جاف من رمل السليكا

القطر ٠,٣ -٠,٨ ملم

د- المادة المالئة العليا :-

الحبيبات المطاطية (SBR, RPU,EPDM, BinoPro)

هـ- المادة اللاصقة :-

غراء مالئ من مادة لاصقة سائلة او مادة لاصقة من خلط مادتين

المـــــــــــراجع

١- أنظمة و تقنيات البناء الحديثة ،مهندس صلاح مهدي الحساني ،٢٠١٠

٢- شركة ريفورم لتنفيذ الملاعب ٢٠٠٩