مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

مقارنة بين المسطحات الخضراء الطبيعية والمسطحات الصناعية في ملاعب كرة القدم في مدينة اللاذقية؛ الإنشاء والصيانة

الدكتور سديف دنيا*

(تاريخ الإيداع 24 / 12 / 2013. قبل للنشر في 25 / 6 / 2014)

□ ملخّص □

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على واقع المسطح الأخضر وسبل المحافظة على حيويته ونضارته من خلال إجراء مقارنة بين ملاعب كرة قدم بأرضية يغطيها عشب طبيعي وملاعب أرضيتها مغطاة بعشب صناعي بحسب طريقة الإنشاء والصيانة وانعكاسها على منظر المدينة الرياضية باللاذقية.

أظهرت نتائج الدراسة وجود تشابه في كيفية إنشاء مسطح من العشب الطبيعي ونظيره من العشب الصناعي، فالطريقة واحدة من حيث المبدأ فيما يخص تحضير أرضية الملعب وإقامة نظام الصرف ويقتصر الاختلاف بينهما على طبقة النبت، فالعشب الطبيعي ينمو ويتطور باستمرار مكوناً بفضل نباتاته الغضة طبقة طرية بين أقدام اللاعبين وأرض الملعب فيحميهم من أضرار السقوط على الأرض ليتفوق بذلك على العشب الصناعي، كما أن العشب الصناعي لا يحتاج إلى تجهيز خلطة ترابية لزراعته، بينما يتطلب العشب الطبيعي عمليات خدمة مكثفة و هو لا يصل إلى درجة الجمال و الروعة التي نشاهدها إلا بعد جهد كبير و عناية فائقة.

إن المسطحات في الملاعب التي يغطي أرضيتها عشب صناعي طريقة غير مكلفة، لا تستهلك مياه و بالتالي لا يوجد ضرورة إلى مد شبكة للري، لا تتطلب عمليات خدمة إضافية وهذا ما يفسر استخدامها في بعض الملاعب لأن صيانتها سهلة و تبقى نظيفة و بحالة جيدة و جميلة المنظر لمدة طويلة لكنها عديمة الجدوى من الناحية البيئية.

كما بينت النتائج الحالة الجيدة للمسطح الأخضر الطبيعي في ستاد كرة القدم الرئيسي الذي كان وضعه أفضل مقارنة مع مسطحات الأعشاب الطبيعية في الملاعب التدريبية التي تلقى عناية أقل مما هو عليه الحال في الملعب الرئيسي. نستنتج بأن مسطحات العشب الطبيعي بحاجة إلى المزيد من عمليات الخدمة والصيانة مثل الري والقص والترقيع والتجديد وإزالة الأعشاب الغريبة ولقد تم تقديم المقترحات اللازمة.

الكلمات المفتاحية: مسطحات خضراء، النجيل، الجازون، عشب صناعي، منظر طبيعي

* **مدرس – قسم البساتين– كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

Comparison between natural Lawns and industrial Lawns in football stadiums in Latakia city; construction and maintenance

Dr. Sadif Dunya*

(Received 24 / 12 / 2013. Accepted 25 / 6 /2014)

□ ABSTRACT □

This study aims to shed light on the situation of lawn and methods to maintain its vitality and freshness through a comparison between football stadiums floor covered with natural grass and other courts floor covered with artificial turf according to the construction method, maintenance and impacts on the sport city scene in Latakia.

The results showed a similarity in how to create a flat of natural grass and his counterpart from the artificial turf, The method is the same of principle with regard to the preparation of the base and set up a drainage system and limited to the difference between them on the vegetation layer, natural grasses is growing constantly to form thanks to his tender plants a soft layer between players feet and the stadium floor, so that can save them of the falling damage on the ground to overtake on the artificial turf. The artificial turf does not need to prepare a mixture for cultivation, whereas natural grass requires intensive operations service, which is not up to the degree of beauty and splendor that we see only after a great effort and great care.

Lawns in the stadiums, which the floor covers with artificial grass, is not expensive method, consumes no water and then there is no interest to extend an irrigation network, does not require etcetera operations service and this interprets its use in some stadiums because the maintenance is easy and keep clean and in good condition and beautiful scenery for a long time but it is useless from an environmental perspective.

The results also indicated a good case of natural lawns in the main football stadium, which was better positioned compared with natural grass surfaces in the training stadiums, that received less care than in the main stadium. We conclude that the natural grass surfaces need more maintenance and operations service such as irrigation, cutting, patching, renovation and removal of exotic herbs and has been providing the necessary suggestions.

Keywords: lawns, *Lolium sp.*, *Cynodon sp.*, artificial grass, landscape

***Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria.**

مقدمة:

تعرّف المسطحات الخضراء lawns بأنها مساحات محددة من الأرض تغطيها نباتات عشبية قصيرة تفترش الأرض وتتحمل السير عليها، تنمو بجانب بعضها مكونة أفرعاً وأوراقاً كثيفة يتجدد نموها باستمرار نتيجة إجراء عمليات القص بانتظام على ارتفاع 2-5سم، وخلال فترات متقاربة من 10-30 مرة في السنة (عند وصول النباتات لارتفاع 10-15سم تبعاً للأنواع) لكي تحافظ على خضرتها ونضارتها (Borchardt, 1999).

يختلف شكل المسطح الأخضر بحسب نظام تصميم الحديقة و الغرض من إنشائها، و يأخذ تارة شكل الأرض المستوية كما في الحدائق الهندسية، الساحات الخضراء في ملاعب كرة القدم وملاعب الجولف و حدائق الأطفال وغيرها من الميادين العامة، و تارة أخرى يأخذ شكل التضاريس الطبيعية لأرض المنطقة كما هو الحال في الحدائق الطبيعية حيث يظهر المسطح على شكل غطاء أخضر يمتد بانحناءات متموجة ومستويات مختلفة تحاكي الطبيعة تماما (Lung, 2000 ; Délenk, 1982). يشكل المسطح الأخضر العنصر السائد في الحدائق الطبيعية والحدائق الحديثة التصميم، وهو يتولى مهمة الربط بين العناصر النباتية المختلفة داخل الحديقة والتوحيد بين مكوناتها النباتية والمنشآت الثابتة مع بعضها البعض بصورة منسجمة ومتزنة، إضافة إلى فوائده البيئية والجمالية والتخطيطية والتقنية...

تشير الأبحاث والدراسات (Ahmed & Hassan, 2003 ; Tapia Silva, 2002) إلى الأهمية **البيئية** للمسطح الأخضر في تحسين ظروف البيئة و الوسط المحيط من خلال تلطيف المناخ العام داخل المدن و خلق جو منعش ونظيف عن طريق إخراج بخار الماء بواسطة عملية النتح عبر الأوراق كما وجد في جامعة تكساس أن بإمكان مساحة من المسطح الأخضر تغطي ملعب كرة قدم تخفيض درجة الحرارة و تبريد الجو بما يعادل قدرة مكيف من مكيفات الهواء الصناعية تبلغ 70 حصان. كما يتضح دور النباتات الخضراء في امتصاص غاز ثاني أوكسيد الكربون من الجو و إطلاق غاز الأوكسجين فيه أثناء عملية التمثيل الضوئي، و لقد خلصت النتائج إلى أن مساحة من المسطح الأخضر حوالي1500 فدان تنتج كمية من غاز الأوكسجين تكفي لتنفس 100 شخص في حياتهم كلها (Caldon & Johnson, 2008). تساهم نباتات المسطح في الحد من وطأة الضجيج والضوضاء و غيرها من الأصوات المزعجة في أجواء المدن الكبيرة والتجمعات السكنية ولقد ثبت أن للمسطح الأخضر قدرة فائقة على امتصاص جزيئات الغبار والدخان والملوثات الأخرى العالقة في الهواء و تخفيف شدة تلوث الأجواء بالغازات في البيئة المحيطة (Alvey, 2006) و(القيعي، 2007). وعموماً تساعد المسطحات الخضراء على وقف التراجع الملحوظ في الرقعة الخضراء والناتج أساساً عن التوسع العمراني وانتشار الأرصفة على نطاق واسع وهي تعمل على مقاومة انجراف الأراضي عن طريق تثبيت حبيبات التربة بواسطة جذورها الكثيفة والمتماسكة في المواقع المنحدرة وعلى جوانب الطرقات.

من وجهة نظر **تخطيطية وتنسيقية** تمثل المسطحات الخضراء الواجهة الجذابة و الجميلة للحديقة وهي تمنحنا هدية مجانية كسجادة خضراء رائعة تغطي أرض الحديقة وتكسبها شخصية مميزة (العكور، 2007)، وبالطبع لا يغيب عن البال المنظر الجميل والأرضية المنبسطة، المتماثلة التخطيط والتي تشغل بشكلها المستطيل القسم الأكبر من مساحة ملعب كرة القدم يغطيها بساط سندسي ناعم من النباتات العشبية تتخلله خطوط هندسية بيضاء يتنافر لونها مع لون الخضرة الداكنة لأرضية الملعب فيظهر جماله الأخاذ الذي يساعد على إدخال البهجة و السرور في نفس المشاهد ويبعث مشاعر الرضا والطمأنينة و راحة الأعصاب (الشيخ عوض وكامل، 2005). و نظراً لمزاياها **التقنية** تستخدم المسطحات الخضراء الطبيعية في ملاعب كرة القدم لتشكل عبر نباتاتها الطرية طبقة واقية تشبه الإسفنج تحمي

اللاعبين وتخفف من شدة الإصابات و المعاناة التي قد تحدث نتيجة سقوطهم على أرض الملعب الأخضر مما ينعكس إيجاباً على أداء الفريق الرياضي (خضر وآخرون، 2010).

تزرع المسطحات الخضراء بالبذور بطريقة النثر باليد في المساحات الصغيرة أو بواسطة آلات خاصة تنثر البذور وتوزعها بانتظام على الأرض في المساحات الكبيرة. و يمكن الحصول على المسطح الأخضر بطريقة **الزراعة بالرش المرطب** استناداً إلى (Dunya *et al.*, 2005) يجري تحضير مزيج الرش على هيئة محلول مائي مكون من بذور أعشاب مختلفة و أجزاء نباتية يضاف إليها ألياف التبن مع قطع صغيرة من القطن ومادة سائلة لاصقة، تخلط هذه المكونات معاً بشكل متجانس ثم يوزع المزيج الناتج دفعة واحدة رشاً فوق سطح التربة باستخدام مجموعة ضخ آلية أو نثراً باليد. يقوم السائل اللاصق المضاف إلى الخليط بالتسرب عبر طبقة المسطح فيمنع بذلك سفي بقايا مواد الرش ونقل النباتات بواسطة الرياح أو مع ماء الري، بينما تزيد المادة اللاصقة متانة المسطح وتجعله أكثر ثباتاً ومقاومةً لتأثير العوامل الجوية، كما تخلق طبقة المولش والبقايا النباتية ظروف مواتية لنمو النباتات وتطورها لاحقاً (Siemsen, 2002 ; Liesecke *et al.*, 1989). إن الموعد الأنسب لتطبيق هذه الطريقة يكون في بداية الربيع أو أواخر الصيف حتى بداية الخريف.

يمكن إنشاء المسطح الأخضر **باستخدام الحصائر النباتية الجاهزة** و هي عبارة عن مواقع نباتية أو شرائح تمت زراعتها مسبقا فوق سطح حامل (من البلاستيك أو المطاط أو بقايا مدورة أو بقايا عضوية) لتصبح لاحقاً مسطحات خضراء طبيعية (Kolb and Schwarz, 1999). تشمل الحصائر في نظامها البنائي النمو الخضري والجذور والتربة ونحصل عليها من مزارع المسطحات الخضراء. و من مزايا هذه الطريقة أنها سهلة الإنتاج (بحسب الغرض والمساحة المطلوبة)، كما تشكل بساط أخضر متماسك للاستخدام كمسطحات خضراء في الحدائق و يمكن استبدالها في حالة التلف. تزرع الشرائح إلى جانب بعضها البعض بشكل متراص، و دون وضع الحواف فوق بعضها ثم تروى بغزارة وتضغط من أجل تثبيت المسطح. يستعاض في بعض الأحيان عن المسطحات الخضراء الطبيعية **باستخدام حصائر من عشب أخضر صناعي** يبدو كأنه طبيعي الشكل و المظهر بنسبة 98% و تتوفر تشكيلة واسعة منه بدرجات مختلفة من اللون الأخضر و شكل و طول الشعرة.

تستخدم في زراعة المسطح الأخضر نباتات **تغطية عشبية**، ارتفاعها منخفض وجذورها سطحية، إما أن تكون حولية (تجدد زراعتها سنوياً) أو معمرة لسنوات طويلة ومن أهم مواصفاتها بحسب (Kramer *et al.*, 1998) أن تكون معمرة ومستديمة الخضرة، قوية وسريعة النمو، تتحمل المشي والقص المستمر وذات قدرة عالية على التعويض، لونها أخضر وأوراقها ناعمة ذات نصل دقيق، وتتكيف في جميع أنواع الترب وتحت كل الظروف البيئية. ينتمي معظم الأنواع إلى العائلة النجيلية *Poaceae* التي تشمل تبعاً لاحتياجاتها الحرارية نباتات الموسم الدافئ التي تستخدم كمسطحات دائمة الخضرة مثل أنواع النجيل ونباتات الموسم البارد التي تزرع خلال فصل الشتاء ضمن مسطحات الموسم الدافئ بغرض التحميل كمسطحات مؤقتة ومنها الجازون و القبا و العكرش.

تعتبر **الخلطة الترابية** من العوامل المحددة في نجاح المسطح الأخضر مما يستدعي الاهتمام بتحسين مواصفاتها النوعية وتوفير الشروط المناسبة للنمو فيها (Tapia Silva, 2002). لقد أصبح من المألوف استخدام الترب المتوسطة (نسبة الطين 25%) والمعدلة بإضافة رمل المازار بنسبة 50–60%، والمحتوية على نسبة كافية من المواد العضوية والأسمدة، وبالرغم من أن التربة الرملية لا تصلح لعمل مسطحات خضراء نظراً لفقرها بالعناصر الغذائية وسرعة جفاف الطبقة السطحية إلا أن الاتجاه الحديث يميل نحو استخدام هذه التربة بعد إصلاحها بالمواد

العضوية النظيفة بشرط ألا تحتوي على نسبة عالية من الأملاح (مواصفات التربة اللازمة لزراعة المسطح الأخضر التي أعدتها وزارة الزراعة الأمريكية واتحاد ملاعب الجولف و تسمى USGA sand spec).

أهمية البحث وأهدافه:

تحتل هذه الدراسة موقعاً خاصاً و متميزاً انطلاقاً من الأهمية البالغة للمسطح الأخضر في تلطيف ظروف الأجواء داخل المدن إضافة إلى فوائده الجمالية والبيئية فضلاً عن المكانة المرموقة للعبة كرة القدم في نفوس مئات الملايين من عشاق الكرة حول العالم وعلى مستوى الأندية المحلية في بلدنا. لذلك جاءت هذه الدراسة لكي تسلط الضوء على حالة المسطح الأخضر في ملاعب كرة القدم في المدينة الرياضية باللاذقية من خلال:

1- إجراء مقارنة بين ملاعب خضراء بأرضية يغطيها عشب طبيعي و ملاعب أرضيتها مغطاة بعشب صناعي من حيث طريقة إنشائها وصيانتها وانعكاسها على منظر المدينة،

2- الوقوف على بعض معوقات إنشاء المسطح الأخضر والمحافظة على حيويته و نضارته و اقتراح الحلول المناسبة لها بغية الارتقاء بمستوى التنسيق الحالي في بلدنا أسوة بالبلدان المتقدمة.

طرائق البحث و مواده:

مكان الدراسة

أجريت هذه الدراسة في مدينة الأسد الرياضية الواقعة على شاطئ البحر المتوسط شمالي مدينة اللاذقية، كما يظهر الوضع الجغرافي للموقع في الصورة (1).

صورة (1): الملاعب الرياضية و الحدائق المجاورة لها في المدينة الرياضية باللاذقية (منطقة الدراسة)

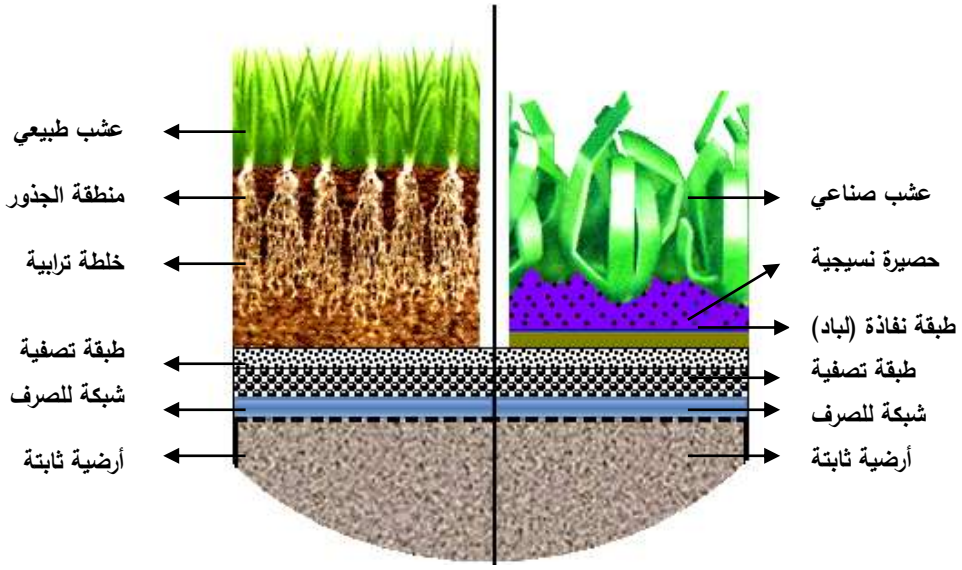
أقيمت هذه المنشأة لتستضيف فعاليات الدورة العاشرة لألعاب البحر الأبيض المتوسط عام 1987 و اعتبرت حينها أعجوبة في البناء والتصميم، نظراً لمساحتها الشاسعة البالغة 156 هكتاراً ولتجهيزاتها المتطورة التي أدت إلى إنجاح تلك الدورة بشكل كبير. تضم المدينة الرياضية في أرجائها ستاد كرة القدم الرئيسي الذي يتسع لقرابة 45000 متفرج، أرضه مفروشة بعشب طبيعي، و يحيط به مضمار لألعاب القوى بالإضافة إلى ملاعب أخرى تدريبية مكشوفة بعضها بأرضية من العشب الطبيعي و الباقي أرضيته من العشب الصناعي.

طرائق البحث ومواده:

نفذت هذه الدراسة خلال العامين 2011– 2012 وتم فيها إنشاء ملعب كرة قدم بمسطح أخضر صناعي (رولات خضراء 2×4م من مصدر تركي) مما يفسح المجال لإجراء مقارنة مع بقية الملاعب الرياضية التي يغطي أرضياتها مسطح أخضر طبيعي. تمت دراسة و تقييم حالة المسطح الأخضر ضمن ثلاثة أنماط من الملاعب الرياضية هي: ستاد كرة القدم الرئيسي أرضيته من العشب الطبيعي (النجيل والجازون)، ملاعب تدريبية مكشوفة بمسطحات خضراء من العشب الطبيعي، ملاعب تدريبية مكشوفة بمسطحات خضراء اصطناعية. شملت طريقة الدراسة المسارات الأساسية الآتية:

- إنشاء أرضية ملعب كرة قدم باستخدام البساط الأخضر الصناعي،
- قراءة ميدانية للواقع الحالي للمسطحات الخضراء في ملاعب كرة القدم،
- الإشارة إلى عوائق إنشاء المسطح الأخضر الطبيعي وصيانته من خلال تصوير بعض المواقع ذات الصلة،
- اقتراح بعض الأنواع النباتية لاستخدامها في تنسيق المسطح الأخضر مستقبلاً.

ترتكز طريقة إنشاء المسطح الأخضر الطبيعي استناداً إلى (Dunya *et al.*, 2005) على إعداد أرضية تحتية ثابتة ومستوية (قعر) عبر إزالة الطبقة السطحية الهشة من الأرض، يلي ذلك مد شبكة لتصريف المياه، تفرش فوقها طبقة من الحصى والبحص الخشن والسرد (أساس النظام)، ثم توضع خلطة ترابية مناسبة لنمو البذور أو التقاوى وفي حالات أخرى يستعاض عن خلطة الزراعة بحصائر نسيجية أو حصائر نباتية مسبقة الصنع، والصورة (2) توضح بنية النظام للمسطح الأخضر الطبيعي و المسطح الأخضر الصناعي.



صورة (2): تصميم أرضية المسطح الأخضر (Dunya *et al.*, 2005)

النتائج والمناقشة:

أولاً: إنشاء المسطح الأخضر في ملعب كرة القدم

جرى إنشاء المسطح في الملاعب الخضراء وفق الخطوات التالية (فقط الخطوات 1 و2 للمسطح الصناعي):

1- إعداد و تحضير أرض الموقع

بعد تحديد موقع إنشاء الملعب و إحاطته باستخدام الشواخص والأسلاك تم إزالة الطبقة العلوية الخاملة من التربة ضمن أرضية الملعب حتى عمق 50-60سم باستخدام آلات الحفر المناسبة و الجرافات، وبعد نقل كميات الأتربة المزالة إلى خارج الملعب جرت عملية تسوية للطبقة السطحية (القعر) بواسطة آلات التسوية مع عمل ميل يبدأ من المحور الطولي لأرضية الملعب باتجاه الجانبين بغرض تسهيل حركة المياه داخل أنابيب الصرف.

2- إنشاء نظام الصرف

تم إنشاء نظام لتصريف المياه الزائدة إلى خارج أرض الملعب، حيث قامت آليات خاصة بحفر خنادق طولية على جانبي القعر (أرضية الملعب) تقود إلى نقاط تصريف رئيسية (ريجار) جهزت مسبقا في زوايا الملعب لجمع ماء الصرف وهي تتصل مباشرة مع شبكة الصرف الصحي للمدينة. بعد ذلك جرى تركيب شبكة الصرف مع مراعاة ميل 5% كما يوصي (Siemsen, 2002) و (خضر وآخرون، 2010) وهي عبارة عن أنابيب بلاستيكية قاسية لونها أصفر (من البولي إيتلين أو البولي فينيل كلوريد) تحتوي على ثقوب عديدة ونميز منها: أنابيب صرف بلاستكية (قطرها 10سم) تغلفها طبقة ترشيح مصنوعة من أصواف نسيجية و تم تمديدها بشكل عرضي في أرضية الملعب و يبعد كل منها عن الأخر 10م (لاحظ الصورتين رقم 4,3).

صورة (3): أنابيب الصرف الفرعية (العرضية)

صورة (4): تغطية أنابيب الصرف العرضية بطبقة تصفية

تتصل أنابيب الصرف العرضية بقساطل رئيسية مثقبة مصنوعة من البلاستيك المضغوط و المتين (أقطار أكبر من أقطار الأنابيب العرضية) وهي تقع على عمق أكبر داخل أرضية الملعب من الأنابيب العرضية (صورة 5).

صورة (5): نقطة التقاء أنابيب الصرف الرئيسية والفرعية

تمتد أنابيب الصرف الرئيسية (القساطل) داخل خنادق طولية محفورة بعمق 1,2م على جانبي أرضية الملعب، يبلغ عرض الخندق40 سم من الأعلى و30 سم من الأسفل. تحاط كافة الأنابيب بشكل كامل بطبقة تصفية (نظام فلترة) مكونة من البحص الخشن (حصى كبيرة في الأسفل أقطارها من 1-1,5سم، وفوقها حصى صغيرة بأقطار ≤ 0,5سم) يبلغ ارتفاعها 10سم، تليها من الأعلى طبقة أخرى من الرمل المازار أو السرد تبلغ سماكتها 5سم و هذا ما يتوافق مع (Liesecke *et al.*, 1989) لاحظ الصور (7,6).

صورة (6): أنابيب الصرف الرئيسية داخل الخنادق (نقطة تصريف رئيسية، ريجار)

صورة (7): طبقة من الإسمنت والحصى الصغيرة و البحص فوق أنابيب الصرف الرئيسية

تتجمع المياه الزائدة في طبقة التصفية (الفلتر) ثم تتسرب عبر حبيبات الحصى و البحص و الثقوب الموجودة على الأنابيب إلى داخل الأنابيب التي تقود بدورها إلى نقطة التصريف الرئيسية و منها إلى خارج الملعب. و في النهاية يغطى كامل النظام بطبقة من البحص الناعم أو الرمل المسرود كما في الصورة (8) ثم يجرى لها عملية تسوية بواسطة آلات خاصة.

صورة (8): تغطية كامل نظام الصرف بطبقة من البحص و السرد

صورة (9): دحل أرض الملعب

بعد الانتهاء من تحضير طبقة الصرف و تغطيتها بالبحص و السرد جرى تمهيدها و تسويتها ثم دحلها بواسطة الزحافة (الصورة 9)، ثم تم فرش غطاء الرولات الخضراء من العشب الصناعي إلى جانب بعضها البعض بشكل طولي على كامل أرضية الملعب (لاحظ الصورة 10).

صورة (10): فرش الحصائر الكبيرة للمسطح الأخضر الصناعي

جرى ضغط الشرائح بشكل جيد ثم وضعت فوقها طبقة رقيقة من رمل المازار من أجل تثبيتها بشكل جيد ثم نثرت عليها حبيبات صغيرة سوداء من المطاط لإكساب المسطح مرونة كافية تحمي اللاعبين من التأذي أثناء سقوطهم على أرضية الملعب، كما أضيفت حبيبات مطاطية أخرى خضراء اللون للمحافظة على نضارة المسطح الأخضر و بذلك نكون قد انتهينا من إنشاء المسطح الأخضر بطريقة الحصائر الخضراء المصنعة لاحظ الصورة (11).

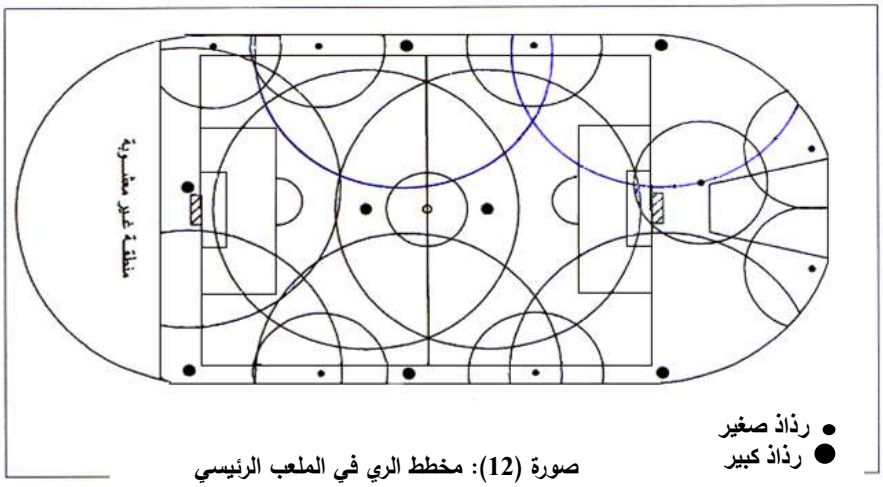
صورة (11): تم إنجاز المسطح الأخضر في الملعب الجديد بطريقة الرولات الخضراء الصناعية

وفيما يلي نتابع عملية إنشاء المسطحات الخضراء الطبيعية في المدينة الرياضية (وفق التسلسل السابق ذاته):

3- تركيب منظومة الري

تتغذى شبكة الري بالرذاذ من خزان أساسي مجهز بمحطة ضخ متصلة بشبكة حديثة من الأنابيب المستخدمة في الدول الغربية و التي تعمل على مبدأ الضغط (Délenk, 1982). يندفع الماء المضغوط عبر أنابيب متحملة للضغوط العالية (P.V.C) و محاطة بطبقة من الرمل الخامل كيميائيا لحمايتها و تتواجد على عمق 70-80 سم تحت سطح الملعب. فعند تشغيل المضخات يزداد الضغط فيرتفع الماء و ينتشر الرذاذ على أبعاد مختلفة حسب قوة الدفع (30-35م رذاذ قوي) أو (15-18م رذاذ صغير) وعندما ينخفض الضغط يعود الماء إلى وضع الاستقرار

الأول. يجري تغطية أرض الملعب بمرشات رذاذة منها رذاذان مركزيان يعملان بشكل دائرة كاملة 360° و يغطيان أكبر مساحة من أرض الملعب، ثم مجموعة رذاذات أخرى محيطية نصف دائرية عددها 14 تقذف الماء بزاوية 180° أنظر مخطط الري في الأسفل (الصورة 12).



صورة (12): مخطط الري في الملعب الرئيسي

يتم توزيع المرشات في أرض الملعب تبعا لنوع المرش و مقدار الضغط الواصل من المضخة الرئيسية بحيث كلما كان الضغط أكبر كلما قل عدد المرشات. عند تصميم مرشات الرذاذ ينبغي مراعاة تقاطع دوائر الرش حتى تتصادم قطرات الماء مع بعضها البعض و تتحطم في الهواء لتتساقط بلطف وخفة على أوراق النباتات دون أن تؤذيها.

4- طبقة التربة الزراعية

تم تحضير الخلطة الترابية المخصصة لزراعة البذور في ستاد كرة القدم الرئيسي بالمدينة الرياضية وكما ينصح الباحث (Tapia Silva, 2002) بصورة أساسية من رمل المازار وبإضافة سماد عضوي متخمر (غنم) و تربة زراعية منخولة ومنتقاة بشكل جيد وبالنسب التالية (1:3، 1:3، 1:3) بعد خلطها مع بعضها البعض بصورة جيدة لتشكل خلطة الزراعة التي تم تعقيمها وتعريضها لأشعة الشمس مدة ثلاثة أيام ثم جرى فرشها فوق أرض الملعب على شكل طبقة يبلغ ارتفاعها 30سم بدءا من طبقة الصرف وحتى سطح الملعب. ثم قام فريق طبوغرافي بتمهيد الخلطة الترابية وتوزيعها بالتساوي على كامل المساحة و بالتالي تسوية أرض الملعب عن طريق مد خيطان من مركز الملعب باتجاه الحواف الخارجية مع مراعاة الميل اللازم من أجل سهولة تصريف الماء الزائد. وبعد الانتهاء من تسوية التربة أجريت لها عملية كبس بسيطة بواسطة زحافة أو مدحلة خفيفة مخصصة لهذا الغرض بهدف زيادة تماسك حبيبات التربة. في كثير من الأحيان يوصى بتعقيم التربة بالبخار أو معاملة الخلطة الزراعية بالرش الوقائي بالمواد الكيميائية للقضاء على الملوثات و قتل يرقات النيماتودا في حال وجودها (Lung, 2000).

5- زراعة المسطح الأخضر

جرى تنفيذ عملية الزراعة في الملعب الرئيسي والملاعب التدريبية من قبل عمال مهرة خلال فترة زمنية امتدت من آذار حتى أيلول و زرعت فيها خلطة بذرية مستوردة من هولندا مكونة من نوعين نباتيين هما النجيل البلدي بنسبة 35% و الجازون (65%). نفذت الزراعة بطريقة النثر بالأيدي وفيها تم تقسيم أرض الملعب إلى قطاعات نثرت عليها البذور بشكل سطحي ثم غطيت بطبقة من الخلطة الزراعية بسماكة 0,5 سم حتى اكتمال الزراعة بما ينسجم مع

توجيهات (FLL, 1997)، بعد الانتهاء من الزراعة تمت سقاية المسطح المزروع بواسطة مرشات رذاذة و لقد بلغت نسبة الإنبات أكثر من 90 % وحصل ذلك على فترات نبت فيها الجازون قبل النجيل البلدي بأكثر من أسبوع.

ثانياً: الواقع الحالي للمسطحات الخضراء بملاعب كرة القدم داخل المدينة الرياضية

تم معاينة المسطحات الخضراء وتصويرها وبالنسبة للمسطح الأخضر في ستاد الملعب الرئيسي فهو عبارة عن خليط من العشب الطبيعي (النجيل البلدي *Cynodon dactylon* و الجازون *Lolium perenne*)، و تجرى عليه من حين لآخر لقاءات اعتيادية بين الفرق الرياضية و هو بحالة جيدة كما يظهر في الصورة (13).

صورة (13): نضارة المسطح الأخضر الطبيعي في ستاد كرة القدم الرئيسي

صورة (14): تخريب المسطح الأخضر الطبيعي في منطقة المرمى (حالات تلف و إجهاد للنباتات)

وفي مواقع أخرى خصوصاً في مكان وقوف الحارس وفي منطقة المرمي نلاحظ حدوث تلف للمسطح الأخضر وغياب للنباتات بسبب الضغط المكثف على منطقة المرمى لإحراز أهداف كما يظهر في الصورة (14).

وفيما يخص الملاعب المكشوفة فهي عبارة عن ملاعب تدريبية تغطيها نباتات مرجية مختلفة من النجيل البلدي والنفل *Trifolium repens* والأعشاب الغريبة، و تجرى عليها تدريبات كثيرة للنوادي المحلية لذلك نلاحظ حالات إجهاد على النباتات و مساحات خالية أحياناً من المسطح بحاجة إلى ترقيع و بشكل عام فهي تلقى عناية أقل من الملعب الرئيسي (لاحظ الصورة 15).

صورة (15): إهمال المسطح الأخضر الطبيعي في ملعب كرة قدم مكشوف

و بالنسبة للمسطحات الخضراء المكونة من رولات خضراء مصنوعة مسبقاً فهي بحالة جيدة و يجري صيانتها و تنظيفها بصورة دورية (انظر الصورتين 16، 17).

صورة (16): تنظيف الملعب الجديد من البقايا و الأوساخ

صورة (17): ملعب كرة قدم مكشوف بأرضية مغطاة بمسطح أخضر صناعي

ثالثاً: عمليات الخدمة المقدمة للمسطحات الخضراء المدروسة

تحتاج نباتات المسطح الأخضر الطبيعي إلى توفير رعاية مستمرة خصوصاً من ناحية حمايتها من الصقيع بواسطة الري الرذاذي إضافة إلى الحماية من الأشعة الشمسية الحارة عبر التظليل، كما تحتاج النباتات إلى رعاية صحية لوقايتها من الإصابة بالأمراض و الحشرات. ومن خلال التحدث مع المشرفين ومهندسي الحدائق في المدينة الرياضية وكذلك المشاهدات المرئية تبين لنا أن هناك العديد من عمليات الخدمة والصيانة التي تنفذ بصورة دورية للمسطحات الخضراء بملاعب كرة القدم في المدينة الرياضية، ومن أهم إجراءات الخدمة والصيانة المقدمة لنباتات المسطح الأخضر الطبيعي في هذه الملاعب:

السقاية

تجري سقاية المسطح الأخضر الطبيعي بطريقة الري بالرذاذ بواسطة مرشات (صورة 18)، يمكن من خلالها التحكم في توزيع كميات المياه تبعاً لاحتياجات النبات بشكل يوفر في كمية الماء ويضمن نمو نباتات المسطح بصورة متجانسة وتوفير طبقة رقيقة من الرطوبة على أوراق النبات مما يقلل النتح ويخفض من حرارة الأنسجة الخارجية للأوراق، ومن فوائد هذه الطريقة أيضا حماية النباتات من الصقيع شتاءً ومن اللفحة الشمسية في الأيام الحارة و هي طريقة اقتصادية توفر بالوقت والأيدي العاملة كما يمكن معها استخدام المبيدات الوقائية و تقديم السماد بشكل ذائب مع ماء الري (الشيخ عوض وكامل، 2005).

صورة (18): الري بالرذاذ بواسطة مرشات في الملعب الرئيسي

وفي ملاعب كرة القدم في المدينة الرياضية كانت السقاية بمعدل ثلاث ريات يومياً في الشهر الأول من الزراعة وذلك للإسراع في إنبات البذور حيث كانت تعطى رية صباحية (الساعة السادسة والنصف) و رية قبيل غروب الشمس (الساعة السابعة مساءً) و في الأيام الشديدة الحرارة كانت تعطى رية إضافية حوالي الساعة الثانية ظهراً من أجل تعديل درجات الحرارة و منع جفاف البذور و الطبقة السطحية من الملعب.

أما بعد الإنبات فتم تخفيض عدد الريات إلى مرتين في اليوم لتجنب انتشار الأمراض و الفطور على البادرات حيث تم الاكتفاء برية في الصباح الباكر و رية أخرى قبيل الغروب لاستمرار مرحلة البادرات، بينما تم الاكتفاء برية واحدة صباحاً لحين اكتمال نمو نباتات المسطح. يروى المسطح الأخضر للملعب بشكل عام قبل ظهور أعراض الذبول عليه، التي تبدأ بازرقاق لون الأوراق و إذا لم يسرع إلى سقايته بالماء فإن احتمال موته يكون كبيراً.

القص

يعد قص المسطح الأخضر من أهم عمليات الصيانة، وبما أن نباتات المسطح عموماً نباتات ذات سوق جارية فالقص الدائم للنمو الرأسي يسرع في نمو السوق الجارية و يشجع الجذور على النمو و الانتشار و بذلك يتم تغطية أرض الملعب بكثافة جيدة بواسطة النباتات إضافة إلى أن القص يمنع النباتات الغريبة من تكوين بذورها و انتشارها وسط المسطح مما يقلل من جودته و لذلك ينبغي إجراء هذه العملية بصورة مستمرة. تجرى عملية القص بانتظام على ارتفاع 3–5 سم و كلما دعت الحاجة إلى ذلك (صورة 19) بحيث يبدو المسطح الأخضر متجدداً ومقصوصاً بصفة مستمرة بمعدل مرة واحدة كل شهر في الشتاء، و مرة كل 2– 3 أسابيع أو حسب الحاجة في بقية فصول السنة.

صورة (19): آلات قص المسطح الأخضر الطبيعي

التسميد

يحتاج المسطح الأخضر الطبيعي إلى العناصر المغذية الأساسية والعناصر الصغرى أيضاً، ويأخذ النبات جزءاً من هذه العناصر من التربة والقسم الآخر من السماد المقدم. و العناصر الكبرى هي الآزوت و الفوسفور و البوتاسيوم، وتضاف على شكل سماد مركب N.P.K نثراً أو سائلاً مع مياه الري، فالفوسفور ضروري من أجل تكوين مجموع جذري قوي متماسك و متشعب يستطيع امتصاص الماء و الغذاء أما عنصر البوتاسيوم فهو ضروري لاستكمال عمليات النمو الفيزيولوجية والحيوية للنبات، ويعتبر عنصر الآزوت مهماً جداً للحصول على نمو خضري غزير. تسمد الأرضية العشبية للملعب بشكل عام بمعدل مرتين في السنة (في الربيع و الصيف) بمقدار 5–10 كغ من السماد المركب للدونم.

الترقيع

يقصد به إعادة زراعة المساحات العارية (غير المغطاة) بشرائح مرجية جديدة من النباتات النامية ومطابقة في الشكل يمكن قلعها مع ترابها واستعمالها لتملأ تماما الفراغات ضمن المسطح مثلا في منطقة المرمى، ثم يجري الضغط عليها لتصبح على مستوى المسطح الأساسي، أو زراعة الأماكن الفارغة من المسطح الأخضر مرة أخرى ببذور النباتات كما في الصورة (20).

صورة (20): رقعة مثلثة الشكل في منطقة المرمى– ستاد كرة القدم الرئيسي

التهوية (التثقيب)

وهي عملية ضرورية تنفذ بواسطة آلات خاصة تحدث ثقوب في تربة المسطح الأخضر لأنها تتعرض للكبس و الضغط بشكل مستمر، دون أن يرافق هذه العملية أي تغيير في حالة التربة السطحية و النباتات. يتم تثقيب التربة في المساحات الصغيرة باستخدام أدوات تثقيب يدوية منها ما يحمل على الأقدام و منها على شكل شوكة و منها بشكل اسطوانة مثبت عليها أبر فولاذية حادة تغرس عند استعمالها بشكل عمودي في التربة ثم ترفع مجدداً حتى لا تؤذي المسطح، بينما تستخدم آلات تثقيب خاصة يجرها جرار في المساحات الكبيرة كالملاعب الرياضية و الثقوب المتشكلة بعمق 7–15سم و قطر 2–3سم تسمح بتغلغل الهواء والماء والسماد وتهوية تربة المسطح الأخضر الطبيعي.

إزالة الحشائش الغريبة

تنمو في كثير من الأحيان حشائش غريبة ضمن المسطح تسبب ضعف نباتاته وتشويه شكله، و السبب هو اختلاط بذورها مع بذور نباتات المسطح المستعمل أو لعدم إزالتها جيداً قبل الزراعة، لذا فإنه يجب استخدام مبيد حشائش عند إعداد الأرض للزراعة. نستخدم في حالة الترب الطينية الخفيفة مبيدات الحشائش العامة مثل Round–up قبل الزراعة عدة مرات، حيث يتم الري أولاً ثم الانتظار ليصل طول النباتات الغريبة إلى 10سم ثم يجري الرش بالمبيد حتى نضمن عدم وجود نباتات غريبة ضمن المسطح الطبيعي. يزداد انتشار الحشائش الغريبة في المسطحات التي لا تلاقي عناية كافية كما هو الحال في الملاعب التدريبية المكشوفة و يجرى إزالتها باليد بمجرد ظهورها، كما يمكن استخدام المبيدات المتخصصة للحشائش عريضة الأوراق مثل جرنستار أو بازجران.

تجديد المسطح الأخضر

يتم تجديد المسطحات الخضراء المستديمة في حالة ضعف نموها أو اصفرارها و تدهور حالتها و ذلك بتغطيتها بخليط من الأسمدة العضوية و الرمل المازار في بداية فصل الشتاء و الربيع.

تحديد المسطح الأخضر

يقصد به عملية تحديد أطراف المسطح الأخضر و إزالة النموات الزائدة عن حدود المسطح و منعه من الامتداد والخروج عن الحيز المحدد له حتى يبدو شكله منتظماً.

رابعاً: الأنواع النباتية المقترحة لزراعة المسطح الأخضر

يجري انتقاء نباتات المسطح الأخضر من الأعشاب المعمرة و الحولية و الحشائش بحسب معايير الجودة التي تحدد المتطلبات الخاصة من النباتات العشبية (FLL, 1997). يفضل أن تكون الخلطة البذرية عالية النقاوة، ذات نسبة إنبات مرتفعة و حاوية بذور مجموعة من الأعشاب الطبيعية الحولية و المعمرة، الصيفية والشتوية ليبقى المسطح أخضر على مدار العام. من أهم الأنواع التي نقترح استخدامها في تشكيل خلطة زراعة المسطح الأخضر في ملاعب كرة القدم في ظروف مدينة اللاذقية:

النجيل الفرنسي*Stenotaphrum secundatum (glabrum)*، 30%، عشب معمر من نباتات الموسم الدافئ

العكرش الأحمر *Festuca rubra*، 15%، عشب معمر من نباتات الموسم البارد

العشب الأزرق *Poa pratensis*، 15%، عشب معمر من نباتات الموسم البارد

الجازون *Lolium perenne*، 40%، عشب حولي من نباتات الموسم البارد، كمسطح للتحميل

الاستنتاجات والتوصيات:

أظهرت نتائج هذه الدراسة وجود تشابه في أسلوب تصميم و إنشاء مسطح أخضر من العشب الطبيعي و نظيره من العشب الصناعي، فالطريقة واحدة من حيث المبدأ فيما يخص تحضير أرضية الملعب و إقامة نظام الصرف و يقتصر الاختلاف بينهما على طبقة العشب، فالعشب الطبيعي ينمو و يتطور باستمرار مكوناً عبر نباتاته الغضة طبقة طرية بين أقدام اللاعبين و أرض الملعب فيحميهم من أضرار السقوط على الأرض و هو بذلك يتفوق على العشب الصناعي، كما أن المسطح الأخضر الصناعي لا يحتاج إلى تأمين خلطة ترابية لزراعة النباتات، في حين يتطلب المسطح الأخضر الطبيعي تأمين نوعية معينة من التربة الخصبة، غير متوفرة عادة و تكاليف تجهيزها باهظة بالإضافة إلى عمليات خدمة مكثفة من ري و تسميد و قص و تعشيب وتهوية... مما يشكل عبئاً كبيراً و هو لا يصل إلى درجة الجمال و الروعة التي نشاهدها فيه إلا بعد جهد كبير وعناية فائقة.

إن المسطحات الخضراء في الملاعب التي يغطي أرضيتها العشب الصناعي (الرولات الخضراء) طريقة تغطية غير مكلفة، ذات جدوى اقتصادية فهي توفر في المياه و لا تحتاج إلى تمديد شبكات ري و لا تتطلب عمليات خدمة من حيث الري و القص و التسميد و التعشيب و هذا ما يبرر استخدامها في الملاعب التدريبية، كما أنها تبقى نظيفة و بحالة جيدة لمدة طويلة لكنها عديمة الجدوى من الناحية البيئية، و من الناحية الجمالية يتصف العشب الصناعي بتناسق لونه و تساوي طول الشعرة فيه بعكس العشب الطبيعي الذي يتطلب إجراء عمليات قص بصورة دورية و من الصعب جداً توحيد لونه خاصة في طقس مثل طقس بلدنا.

يمتاز المسطح الصناعي بقوة تحمله لكافة عوامل الطقس و تغيراته و للاستخدام القاسي و هذا ما يفسر استخدامه في الملاعب التدريبية بخلاف العشب الطبيعي الذي يتأثر بتقلبات الطقس و الحالة الجوية و كثرة الاستخدام. و يتراوح العمر الافتراضي للعشب الصناعي من 8 – 10 سنوات في الأجواء العربية و من 10 – 15 سنة في ظروف أوروبا في حين يحتاج العشب الطبيعي لتجديده بعد كل فترة من الزمن لأن عمره الافتراضي قصير.

بناءاً على معطيات هذه الدراسة و المشاهدات المرئية للواقع الحالي للمسطحات الخضراء في ملاعب كرة القدم بالمدينة الرياضية نخلص إلى وجود بعض العوائق في طريق إنشاء المسطح الأخضر الطبيعي و صيانته:

▪ إن غياب النباتات في بعض المواقع من المسطح الأخضر (المساحات الفارغة) قد يرجع ربما إلى سبب واحد أو عدة أسباب مثل:

1. عدم مراعاة توزيع الخلطة البذرية بشكل منتظم و متجانس في أرجاء المسطح الأخضر،

2. انجراف التربة بسبب الري الغزير أحياناً و ما يرافقه من انتقال البذور و تجمعها في بعض المواقع من المسطح و بالتالي اختلاف كثافة المسطح الأخضر من مكان إلى آخر و حصول حالة عدم تجانس في البساط الأخضر،

3. الإجهاد الذي تتعرض له بعض مناطق المسطح الأخضر من ملعب كرة القدم نتيجة للضغط المكثف من قبل اللاعبين كما هو الحال في منطقة المرمى و خاصة في مكان وقوف الحارس،

4. اختيار الخلطة البذرية غير موفق في مثل هذه الظروف.

▪ كما أن وجود الحشائش والأعشاب الغريبة ضمن المسطح خاصة في الملاعب التدريبية يرجع إلى قلة العناية والاهتمام بالمسطح الأخضر وتركه ينمو طبيعياً (عدم اقتلاع الأعشاب الغريبة)

▪ يوجد تقصير واضح في بعض عمليات الخدمة والصيانة خاصة في الملاعب التدريبية لاسيما من حيث الري والتسميد والقص الدوري و الترقيع والتعشيب و التهوية.....

استنادًا إلى هذه الاستنتاجات نقترح بعض الإجراءات بهدف المحافظة على سلامة المسطح الأخضر و استمرار نضارته بشكل يبرز الصورة الحضارية لبلدنا و ذلك نظراً لأهميته من النواحي البيئية والتجميلية كما لوحظ مؤخراً بأن وجود مسطح أخضر طبيعي بحالة جيدة و سليمة ضمن عقار معين يعمل على زيادة قيمة المكان بمقدار 10-12% و هذا مهم من الناحية الاقتصادية، من خلال:

1. التركيز على اختيار الخلطة البذرية المناسبة للزراعة و ضرورة احتواءها على بذور الأعشاب الطبيعية الحولية و المعمرة، الصيفية و الشتوية و منها الجازون و النجيل الفرنسي و العشب الأزرق و العكرش الأحمر لكي يبقى المسطح أخضراً طوال العام.

2. الاستعانة بحصائر نباتية مزروعة مسبقاً (بلاطات مرجية مجهزة من العشب الطبيعي) لتغطية أرضية الملعب الرئيسي (ستاد كرة قدم دولي) عوضاً عن أسلوب الزراعة البذرية بسبب صعوبة توزيع البذور بشكل منتظم في أرجاء المسطح، و لكن الحصائر النباتية الجاهزة طريقة سهلة التحضير، كلفتها أقل، كما تشكل بساط أخضر متماسك خلال وقت قصير و يمكن استبدالها عند اللزوم.

3. متابعة تنفيذ عمليات الخدمة و الصيانة الدورية للمسطح من حيث الري و التسميد و القص و التعشيب و المكافحة بالشكل الصحيح و في المواعيد المناسبة لكل منها،

4. إعادة زراعة شرائح مرجية خضراء جديدة في المساحات الفارغة من المسطح (إجراء الترقيع) للمحافظة على تجانس اللون الأخضر للمسطح.

5. تعديل مخطط الري من خلال تحديث شبكة الري الزذاذي بحيث تغطي المرشات كامل الملعب لضمان توزيع ماء الري بصورة متجانسة في كافة أنحاء المسطح الأخضر،

6. تطوير آليات القص بما يتناسب و الطرق الحديثة المتبعة في البلدان المتطورة،

7. إزالة الأوساخ و بقايا النباتات بعد إتمام عملية القص باستخدام الأمشاط اللينة أو بالاستعانة بآلات شفط خاصة كالمكانس الكهربائية ليبقى المرج أخضر وجميل.

8. عملية التثقيب مهمة لتهوية التربة و استخدام وسائل حديثة لتهوية تربة المسطح الأخضر ضرورة ملحة،
9. توفير طاقم متخصص من اليد العاملة الماهرة و الخبيرة في تنفيذ عمليات الخدمة و الرعاية و الصيانة.

المراجع:

1- الشيخ عوض، عدنان و كامل، أميرة (2005): هندسة الحدائق وتنسيقها. منشورات جامعة دمشق، سوريا، 236.

2- العكور، فاخر (2007): النباتات وتنسيق الحدائق. دار أسامة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 208.

3- القيعي، طارق (2007): تصميم وتنسيق الحدائق. توزيع منشأة المعارف بالإسكندرية، مصر، 242.

4- خضر، محمود؛ شورى، غسان؛ ليوس، لورن (2010): نباتات الزينة وتنسيق الحدائق. منشورات جامعة حلب، سوريا، 330.

5- AHMED, M. R.; HASSAN, R. (2003): *People's perception toward value of urban green space in environmental development.* Congress papers of the World Forest Congress, Quebec Canada, 21-28 September (http://www.fao.org/DOCREP/ARTCLE/ WFC/ XII/0347-B5.HTM).

6- ALVEY, A. (2006): *Promoting preserving biodiversity in the urban forest.* Urban forstry urban Greening, 195-201.

7- BORCHARDT, W. (1999): *Pflanzenverwendung im Garten und Landschaft.* 2. korrigierte Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Hohenheim Stuttgart, 140.

8- CALDON, H. and JOHNSON, J. (2008): *Gardeners World Magazin,* 101 Garden Projects, quick and easy diy ideas. BBC Books, 18-19.

9- DÉLENK, W. (1982): *Bau und Unerhatung von Grünflächen.* 3.überarbeitete Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 154.

10- DUNYA, S. ; KISTNER, T.; GRÜNEBERG, H.; OSCHMANN, C.; ULRICHS, CH. (2005): *Use of Bacillus subtilis and a Lactobacillus strain in the remediation of rail tracks*. *Gesunde Pflanzen*, 57:193-198.

11- FLL. (1997): *Regelsaatgutmischungen für Rasengräser (RSM).* Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau, Troisdorf, 53.

12- KRAMER, E.; RUDOLF, W.; SIEMSEN, M. (1998): *Vegetation im Gleisbett.* Humboldt-Spektrum, 3: 56-62.

13- KOLB, W. und SCHWARZ, T. (1999): *Dachbegrünung. Intensiv und extensiv,*Ulmer Verl., Stuttgart, Hohenheim, 55-57, 100-103.

14- LIESECKE, H.-J.; KRUPKA, B.; LÖSKEN, G.; BRÜGGEMANN, H. (1989): *Grundlagen der Dachbegrünung:* Zur Planung, Ausführung und Unterhaltung von Extensivbegrünungen und einfachen Intensivbegrünungen, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau. -1. Aufl. Patzer Verl., Berlin, 20-30, 170-172.

15- LUNG, C. (2000): *Pflanzenschutz im Rasen- Neue Behandlungsmethode, Rhizosphärenbewohnende Mikroorganismen als Antagonisten (biologische Gegenspieler) von pflanzenparasitären Pilzen (Endophytes).*Garten und Landschaft Galabau, 34: 35-37.

16- SIEMSEN, M. (2002): *Anspritzverfahren- eine Begrünungsmethode auch fürs Gleisbett.* In: News letter der Forschungspartner Projekt LERM, 1/02

17- TAPIA SILVA, O. F. (2002): *Rechner-, modell- und messwertgestützte Untersuchungen in urbanen Teilräumen Berlins zur Verdunstungsmodellierung unter Berücksichtigung von Gleisbett- Naturierungen.* Fortschritt-Berichte VDI Verl., Dissertation, Berlin.