التظليل باستخدام الأشجار كأداة لتحسين الأداء الحراري للشوارع

نيفين يوسف عزمي

كلية الهندسة، جامعة طنطا، طنطا، مصر

الملخص

نظرا للظروف الحرارية الصعبة التى يتعرض لها الانسان خلال التواجد بالشوارع والمسارات الحركية حيث التعرض للإشعاع الشمسي المباشر وصعوبة توفير الراحة الحرارية للمشاة بها ، فقد لجأت العديد من الابحاث لمحاولة التعامل مع تلك الشوارع والمسارات من خلال دراسة التوجيه ونسبة قطاع الشارع وتأثيره على درجة الحرارة بهدف خفضها وتقليل مقدار التعرض للإشعاع الشمسي المباشر، بالإضافة لقيام بعض الأبحاث بدراسة أنماط التسقيف بالشوارع وتأثيره على خفض درجة الحرارة بها محاولة لتقليل الاجهاد الحرارى خلال الحركة بالشوارع وتوفير الراحة الحرارية.

أما البحث فيركز على التظليل ودوره فى تحسين السلوك الحراري، حيث دراسة انماط التظليل بالشوارع ومسارات الحركة بما يحقق أدنى تعرض للإشعاع الشمسي المباشر ودرجة حرارة مناسبه. والتحقق من دور التظليل باستخدام الاشجار فى تحقيق الراحة الحرارية للمشاة، حيث لجأ البحث لاستخدام برنامج الحاسب الألى Envi–met لحساب تأثير التظليل باستخدام التشجير لمسارات الحركة على الراحة الحرارية للمشاة، من خلال دراسة المسار الرئيسي للحرم الجامعي لمجمع الكليات الجديد بسبرباي بجامعة طنطا قبل معالجته فى وضعه الحالى وبعد استخدام التشجير فى تظليله و قياس السلوك الحراري للمسار للتحقق من مدى تحسين الاداء الحرارى به وتحقيق الراحة الحرارية خلال السير بالمسار .

الكلمات المفتاحية: المناخ المحلى – درجة الحرارة الاشعاعية MRT- معامل رؤية السماء SVF- مدى الرضا الحرارى PMV.

١ المقدمة

ان الشوارع تمثل المسارات الهامة للحركة التي يجب أن يتوفر بها عدة اعتبارات لتحقيق الراحة الحرارية للمارة. حيث تتأثر البيئة الحرارية الخارجية في تلك المسارات بمقدار التظليل والمباني المحيطة ومواد تغطية وتسقيف الاسطح وهو ما يؤثر على الشعور الحراري للإنسان ومقدار الرحة الحرارية. حيث يعد تظليل تلك المسارات من أهم العوامل في البيئة العمرانية التي تؤثر على السلوك الحراري للشوارع لما له من دور فى حجب الإشعاع الشمسي الساقط على المارة وتوفير الراحة الحرارية في البيئات الحارة التي يعد مقدار التعرض للإشعاع الشمسي أهم العوامل البيئية المؤثرة على الأداء الحراري فيها [١].

وقد اتجهت العديد من الدراسات لاختبار تأثير التظليل على البيئة الحرارية الخارجية سواء كان التظليل بخفض نسبة قطاع الشارع أو بالتسقيف أو بتوفير التشجير، أما البحث فقد اتجه لدراسة تأثير استخدام اشجار الظل على السلوك الحرارى لمسارات الحركة وذلك من خلال استخدام برنامج Envi-met وتحليل مسار الحركة الرئيسي في الحرم الجامعي لمجمع الكليات بجامعة طنطا بسبرباي ودراسة سلوكه الحراري قبل التظليل وبعد توفير التظليل اللازم، حيث اتجه البحث لدراسة استخدام التشجير في تظليل المسار ودور التشجير والنباتات كعنصر تصميمي هام في تحسين المناخ المحلى وتوفير الراحة الحرارية الخارجية للمشاة.

حيث يؤثر التظليل بالتشجير على مقدار التعرض للإشعاع الشمسي ويعمل على خفض مقدار الأشعة الشمسية الممتصة وهو ما يعمل على خفض درجة الحرارة في الفراغات المظللة مما يزيد الشعور بالراحة الحرارية[٢]. فانخفاض درجة الحرارة للمناطق المظللة يمثل السبب الرئيسي في تقليل الاجهاد الحراري الذي يتعرض له المشاة في المسارات الطويلة المكشوفة خلال ساعات النهار الحارة خاصة خلال فصل الصيف نتيجة التعرض المباشر للإشعاع الشمسي الساقط على المسار دون أدنى حجب وتوفير التبريد اللازم في المناطق العمرانية بطريقة غاية الموضوعية ويساعد على توفير مناخ محلى مناسب يحقق الراحة الحرارية.

١/١ الهدف

يهدف البحث للتحقق من دور التظليل بالتشجير في خلق مناخ محلى مناسب من خلال التحكم في الإشعاع الشمسي المباشر والمشتت حيث خفض الحرارة الإشعاعية وتقليل درجة حرارة الهواء

ودرجة حرارة السطح لتحقيق الراحة الحرارية للمشاة بالمسارات الحركية وتحسين الأداء الحراري بها.

٢/١ المنهجية

يعتمد منهج البحث على دراسة استراتيجيات تظليل المسارات لتحسين الاداء الحراري بها، بالإضافة للمحاكاة البيئية لمسار الحركة الرئيسي للطلاب داخل الحرم الجامعي لمجمع الكليات بجامعة طنطا بسبرباي وذلك لدراسة مدى تأثير التظليل بالتشجير على درجة الحرارة بالمسار وكذا مقدار الإشعاع الشمسي الذي يصل الى الأرض، حيث تأثيره على درجة الحرارة الإشعاعية ومن ثم الشعور بالراحة الحرارية للطلاب خلال السير في المسار. من خلال استخدام برنامج Envi-met وهو برنامج للمحاكاة البيئية حيث يتم قياس درجة حرارة السطح ودرجة الحرارة الإشعاعية في الحالتين قبل استخدام التشجير (في الوضع الحالي) وبعد استخدام التشجير للوقوف على مدى تأثير التشجير في توفير الراحة الحرارية للمشاة وتحقيق الاتزان الحراري.

٢ تأثير التظليل بالتشجير على الاداء الحراري للشوارع

يعد استخدام أنماط مختلفة للتظليل في الشوارع وسيلة للحماية من الإشعاع الشمسي المباشر وتوفير الراحة الحرارية، وذلك حيث حجب الإشعاع الشمسي الساقط وتوفير مناطق مظللة تساعد على حماية المارة من درجة الحرارة العالية بالإضافة لتوفير حركة هواء نتيجة فرق الضغط الذي يحدث بين كل من المناطق المظللة والمعرضة للإشعاع الشمسي المباشر. ويعتبر التظليل بالتشجير من أفضل أنماط التظليل والتسقيف التي تستخدم في الشوارع والفراغات العمرانية وهو ما يتضح من التجارب التالية التي تم تحليلها:

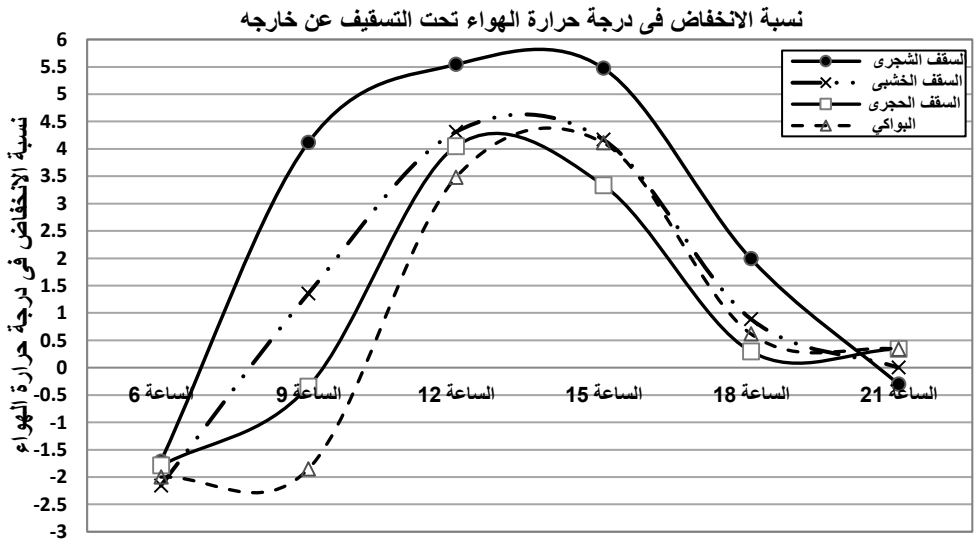
١/٢ تجربة لقياس درجة حرارة الهواء تحت أنماط التسقيف المختلفة للشوارع.

حيث تم قياس درجة حرارة الهواء تحت مجموعة من أنماط التسقيف المختلفة للشوارع في أغسطس ٢٠٠٨ لمعرفة أفضل هذه الانماط في توفير الراحة الحرارية للمشاة وخفض درجة الحرارة تحته [٣] ، وتتمثل فى :

(سقف شجري لشارع ذات أشجار كثيفه - سقف من البواكي أمام ممرات المحلات التجارية - سقف من الخشب المتواصل (الخيامية) - سقف من الحجر (عند باب زويلة))

وجد من خلال تحليل القياسات تحت كل نمط من التسقيف وخارجه أن درجة حرارة الهواء تحت السقف الشجري تنخفض بشكل ملحوظ صيفا عن خارجه أكثر من باقي انماط التسقيف كما بالشكل رقم (١)، حيث يعد نمطا مفضلا لتظليل الشوارع نظرا للحماية من الإشعاع الشمسي المباشر، بالإضافة للسماح بتخلل حركة الهواء مما يعمل على توفير الراحة الحرارية اللازمة.

شكل (١) يوضح نسبة الانخفاض فى درجة حرارة الهواء تحت التسقيف عن خارجه

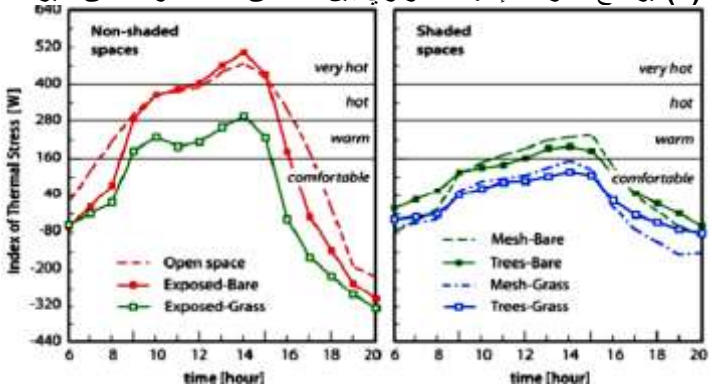


٢/٢ تجربة لقياس الاجهاد الحرارى لاختبار تأثير التشجير على الأداء الحراري للفراغات الخارجية [٤]

قامت التجربة بقياس مقدار الاجهاد الحراري في ثلاثة مناطق (منطقة مكشوفة معرضة للإشعاع الشمسي المباشر- منطقة مظللة بالأشجار - منطقة مظللة بالشجيرات) ، في منطقة جنوب اسرائيل عند خط عرض ٣٠,٨ شمالا وارتفاع ٥٠٠ متر فوق سطح البحر، حيث تم حساب الإجهاد الحراري من الساعة ٦ حتى الساعة ٢٠، وذلك لدراسة تأثير العنصر الأخضر والتشجير في تحسين الاداء الحراري للشارع فوجد أنه:

- في حالة استخدام التظليل الفوقي بالتشجير سواء كان باستخدام الاشجار أو الشجيرات بدون وجود العشب في الارض فإن الاجهاد الحراري خلال ساعات منتصف النهار ينخفض بوضوح عن المناطق ذات العشب المكشوفة بدون تظليل.
- حيث لوحظ أن عدد ساعات الاجهاد الحرارى في المناطق المشجرة (trees-Bare) أقل من عدد ساعات الاجهاد الحرارى في المناطق المظللة باستخدام الشجيرات (Mesh- Bare) .
- وهوما يوضحه شكل رقم (٢) حيث يظهر تواجد المسار فى منطقة الراحة الحرارية فى المناطق المشجرة بينما يصل المسار المكشوف الى درجة عالية من السخونة وهو ما يجعل الاجهاد الحراري به يصل الى درجة عالية.
- ومن ثم فالمناطق المشجرة ذات سلوك حراري أفضل من الشجيرات التي تعد بدورها أفضل من المسارات المكشوفة.

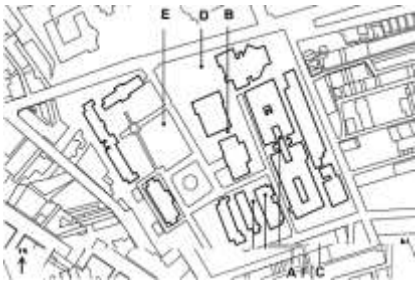
شكل (٢) يوضح مقارنة للإجهاد الحراري بين المناطق المظللة والمناطق غير المظللة



٣/٢ قياس تأثير التشجير على معامل الرؤية ودرجة الحرارة الاشعاعية [٥]

حيث قام البحث بدراسة ٦ عينات بحثية داخل الحرم الجامعي في وسط تايوان شكل رقم (٣) وهي كالتالي:

شكل (٣) العينات البحثية داخل الحرم الجامعي في وسط تايوان



A: مسار بين مبنيين والارضية من البلاط
B: ممر أمام المكتبة والارضية من الاسفلت الخرساني
C: بهو المبنى وهو يمثل فناء داخلي ذات أرضية من النجيلة
D: ميدان داخلي لاتحاد الطلاب ذات ارضية نجيله.
E: الميدان المركزي ذات أرضية من النجيلة (مفتوح).
F: سقف المبنى الخرساني

حيث قامت التجربة بقياس معامل رؤية السماء *SVF ودرجة الحرارة الاشعاعية **MRT، وتم القياس خلال فصول السنة باستخدام برنامج Rayman من الساعة ٨ حتى الساعة ١٨ وهي فترة التواجد الطلابي فوجد أن:

- ارتفاع معامل الرؤية في المناطق المفتوحة عن المسارات الضيقة والمشجرة حيث يعمل التشجير على تقليل معامل الرؤية.
- تنخفض درجة الحرارة الإشعاعية MRT في المسارات والفراغات المظللة والمشجرة (B,C,D) خاصة خلال فصل الصيف والربيع حيث يصل الانخفاض الى حوالى ٢٠٥م عن الميدان المركزي الواسع E وسقف المبنى F، وذلك حيث يعمل التشجير على حجب التعرض للإشعاع الشمسي المباشر وبالتالي خفض درجة الحرارة الإشعاعية MRT حيث توفير التظليل الذى يقلل درجة الحرارة ويساعد على توفير الراحة الحرارية .

مما سبق يتضح تأثير التشجير في توفير التظليل اللازم، حيث يعمل على توفير مناخ محلى مناسب وتغير شكل المناخ في المناطق المشجرة، حيث تبرز النقاط التالية فوائد التشجير التي شجعت الدراسة على استخدام هذا النمط من التظليل في التجربة البحثية.

٣ أسباب استخدام التشجير في تظليل الفراغات العمرانية ودورها الحراري

تأتى كفاءة الأشجار فى تحسين المناخ المحلى بسبب تأثيراتها الإيجابية على العناصر المناخية وقدرتها على تخفيف وتلطيف هذه العناصر، اذ يتم بواسطة الاشجار توفير الظلال وتقليل درجة الحرارة وتعديل الرطوبة والتقليل من تأثيرات الرياح الضارة بالمناخ الحار الجاف، وهو ما يبرز بوضوح فيما يلي:

١/٣ تأثير التشجير على الاشعاع الشمسي

يعمل التشجير على حجب الاشعاع الشمسي المباشر، ومن ثم خفض درجة الحرارة الاشعاعية MRT التي تمثل العنصر الأكثر تأثير بالتظليل بالتشجير حيث تزداد قيمتها في حالة عدم وجود تشجير مع الوقت خلال ساعات التواجد الشمسي [٦]. حيث وجدت بعض الدراسات أن درجة الحرارة الاشعاعية تنخفض حوالي ١٢ درجة مئوية في المناطق الشجرية عالية الكثافة عن المناطق الشجرية منخفضة الكثافة حيث يعمل التواجد الشجري الكثيف على زيادة كفاءة المسارات الحرارية صيفا [٧]

كما أشارت بعض الدراسات الى أن الاشجار في غابة باستطاعتها امتصاص ٦٠-٩٠% من الاشعة المستلمة حيث يعتمد مقدار الطاقة الممتصة على كثافة الاوراق في الشجرة وشكلها العام. أما الشجرة المنفردة فتستطيع امتصاص ٦٠% من الاشعة الشمسية وتعتبر الاشجار ذات الاوراق الغامقة اللون ذات قابلية امتصاص كبيرة سواء للأشعة قصيرة الموجه أو للأشعة طويلة الموجه وذلك لأن انعكاسيتها قليلة [٨]

٢/٣ تأثير التشجير على درجة حرارة الهواء

للتظليل بالأشجار دور كبير في خفض درجة حرارة الهواء حول التشجير وأسفله، حيث تقوم الاشجار بالإشعاع الحراري للسماء ليلا بشكل موجات طويلة من أعلى الشجرة وهوما يؤدى لخفض درجة حرارة الاوراق والهواء الملامس له حوالي٢,٥ درجة مئوية [٩]. أما الاوراق بالداخل فإن درجة حرارتها تنخفض كما تنخفض درجة حرارة الهواء أسفل التشجير لأنها تقوم بعرقلة الاشعاع الحراري المنبعث من سطح الارض بالإضافة لدورها في حجب وصول الاشعاع الشمسي المباشر الى سطح الارض [١٠].

٣/٣ تأثير التشجير على درجة حرارة الاسطح تحته

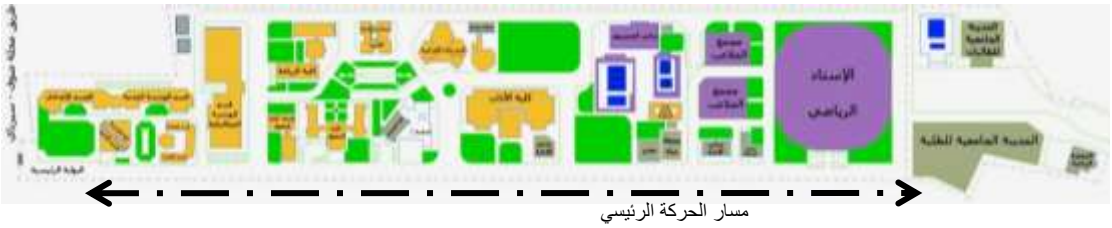
يؤثر حجب الاشعاع الشمسي باستخدام التشجير وتوفير التظليل في تقليل تعرض الأسطح المحيطة للإشعاع الشمسي، ومن ثم تقليل الكسب الحراري لها، فقد وجد أن تظليل السطوح ممكن أن يخفض من درجة حرارة الهواء الملامس لها بمقدار ٣-١١ درجة مئوية، ويقلص من درجة حرارة السطح المظلل بما لا يقل عن ٢٥% مقارنة بدرجة حرارة السطح غير المظلل [١١].

٤ تحليل العينة البحثية

١/٤ وصف العينة

قامت هذه الدراسة باختيار مسار الحركة الرئيسي داخل الحرم الجامعي لمجمع الكليات الجديد بسبرباي بجامعة طنطا شكل رقم (٤)، لدراسة السلوك الحراري له حيث يمثل طريقا اساسيا لسير الطلاب وصولا الى الكليات المختلفة على طول المسار، وتأثير التشجير على خفض درجة حرارة المسار وتوفير التظليل اللازم لتحقيق الراحة الحرارية للمشاة.

شكل (٤) مجمع الكليات بسبرباي موضحا عليه مسار الحركة الرئيسي



مسار الحركة الرئيسي

*SVF (sky view factor): يمثل معامل رؤية السماء وتتراوح قيمته من صفر الى ١.

** MRT (Mean Radiant Temperature) : درجة الحرارة الاشعاعية الناتجة من التعرض للاشعاع الشمسي المباشر والمشتت من الاسطح المختلفة

حيث يقع مجمع الكليات بطنطا عند خط طول ٣٢ 59" 30° ودائرة عرض 36 49" 30°، ويصل طول المسار حوالي كيلو متر وعرضة ٢٠ متر. وهو مسار طويل مكشوف تتفرع منه طرق جانبية مؤدية الى الكليات المختلفة، كما يخلو من أي من أنماط التظليل الا القليل من أشجار الفيكس المتفرقة الموزعة على طول المسار والتي لا توفر التظليل المطلوب للمشاة خلال ساعات التواجد الشمسي وهو ما يوضحه شكل رقم (٥).

شكل (٥) صور توضح مسار الحركة الرئيسي لمجمع الكليات بسبرباي بجامعة طنطا

(أ) المسار من جهة البوابة

(ب) المسار من جهة مجمع الكليات بالداخل

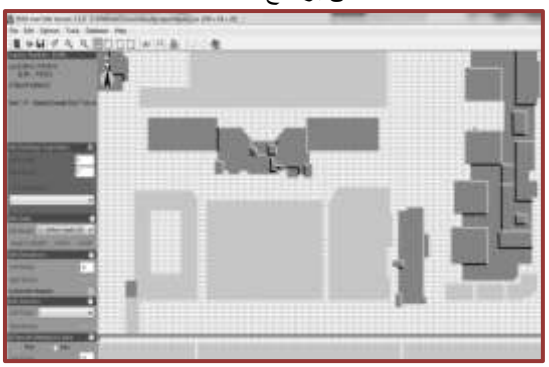
٢/٤ وصف التجربة

يقوم البحث باستخدام برنامج Envi-met الذى يحاكى السلوك البيئي للعمران [١٢],[١٣] ، لقياس درجة حرارة السطح ودرجة الحرارة الإشعاعية MRT للمسار محل الدراسة شكل رقم (٦)، في وضعه الحالي (قبل تشجيره) وبعد معالجته باستخدام التشجير المقترح للمقارنه بين السلوك الحراري للمسار قبل المعالجة بالتشجير وبعدها وتأثير ذلك على درجة حرارة المسار والراحة الحرارية به.

حيث يقوم برنامج Envi-met [١٤] بالقياس من الساعة ١٠صباحا حتى الساعة ١٧، ويتم التسجيل عند رأس كل ساعة وذلك خلال ساعات التواجد الشمسي خلال كل من فصل الصيف حيث تم القياس فى شهر يوليو والذى يعد اعلى شهور السنه فى التواجد الشمسي وخلال الانقلابين حيث تم القياس خريفا فى شهر اكتوبر الذى يعد اقصى فترات التواجد الطلابي، وذلك في الحالتين قبل معالجة المسار بالتشجير وبعد معالجته بالتشجير حيث يتم القياس في الجزء الموضح من المسار على برنامج Envi-met شكل رقم (٧)، (٨) مع اعتبار الطريق أسفلتي على طول المسار.

شكل (٦) صورة بالأقمار الصناعية للمسار محل الدراسة موضح عليه العينة التي سيتم القياس عليها

شكل (٧) يوضح شكل المسار قبل التشجير
على برنامج ***Envi-met***



شكل (٨) يوضح شكل المسار بعد التشجير
على برنامج ***Envi-met***

حيث تتمثل البيانات والمدخلات الاساسية لدراسة الحالة بالبرنامج والخصائص الحرارية والبيئية للمسار فى الجدول التالي (١)

جدول (١) البيانات والمدخلات الاساسية لعينة الدراسة ببرنامج ***Envi-met***

الخصائص الحرارية	**صيفا (شهر يوليو)**	**فى الانقلابين (شهر اكتوبر)**
	درجة حرارة الغلاف الجوي *301.8 k*	**درجة حرارة الغلاف الجوي** *297.7 k*
	الرطوبة النسبية *59%*	**الرطوبة النسبية** *60%*
	سرعة الرياح فوق سطح الارض ١٠ م3.5 (م/ث)	**سرعة الرياح فوق سطح الارض ١٠ م3.3 (م/ث)**
ابعاد منطقة الدراسة	**حجم الشبكة** *165x93x20* **علما بأن ابعاد الخلية ٢متر.**	
الاشجار المستخدمة	**ذات كثافة عالية بالتاج على ارتفاع ١٠ متر على بعد ٦ متر بين كل مركز شجره واخرى على المسار باتجاهيه**	

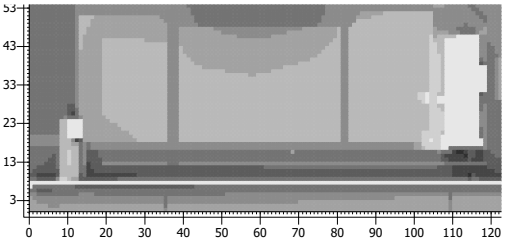
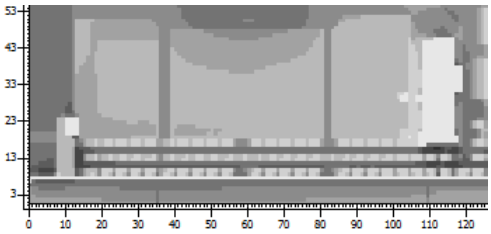
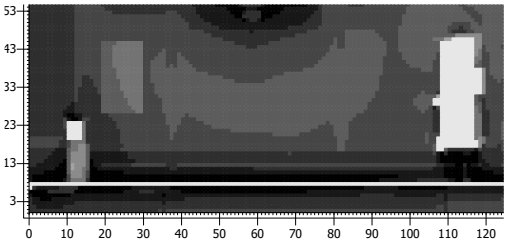
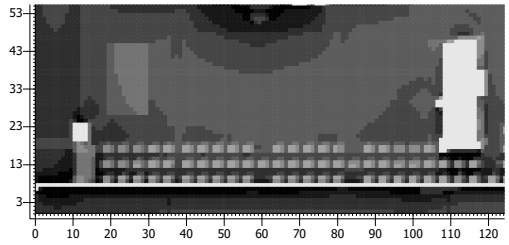
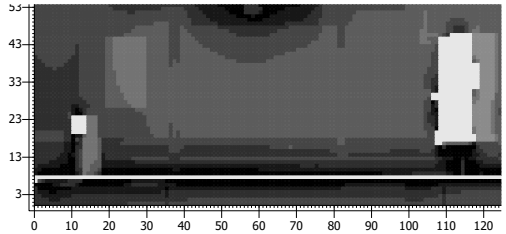
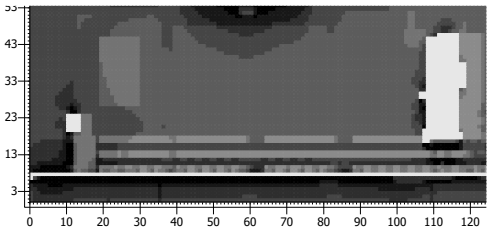
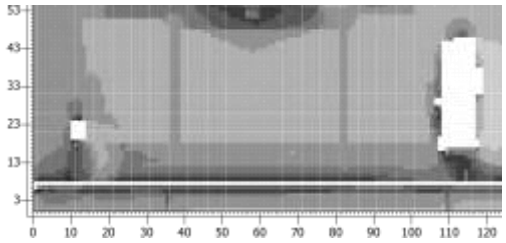
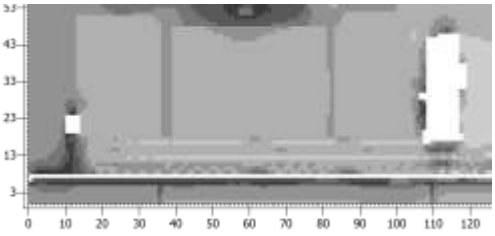
٥ نتائج التجربة

١/٥ تحليل نتائج التجربة خلال شهر يوليو

أ. تحليل درجة حرارة السطح للمسار قبل التشجير وبعد التشجير خلال ساعات النهار

حيث تمت المقارنة لدرجة حرارة الاسطح خلال كل من الساعات (١٠- ١٣- ١٥-١٧) خلال يوليو ٢٠١٤ والتى تمثل تغييرات واضحة فى السلوك الحرارى للمسار كما هو موضح فى الشكل رقم (٩)

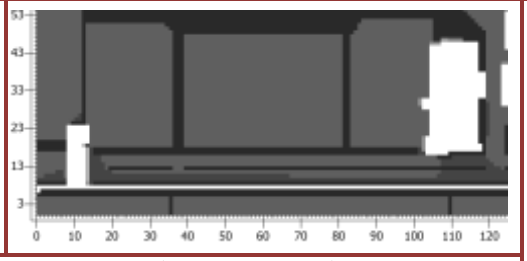
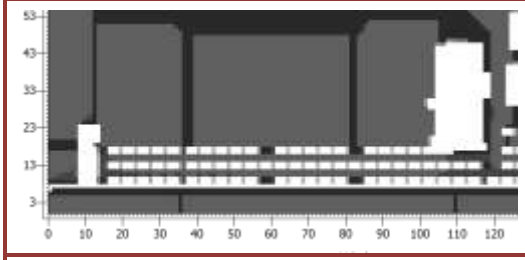
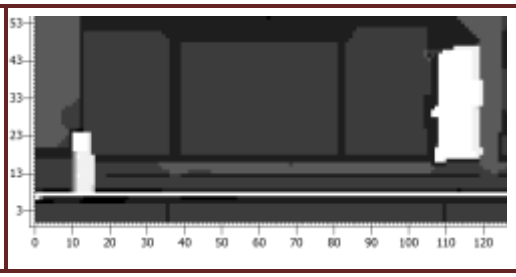
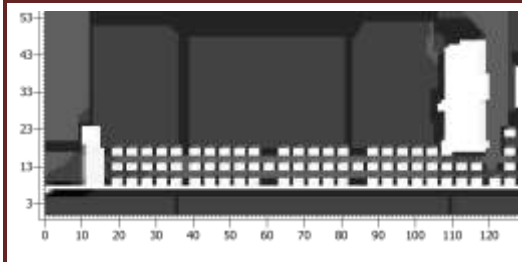
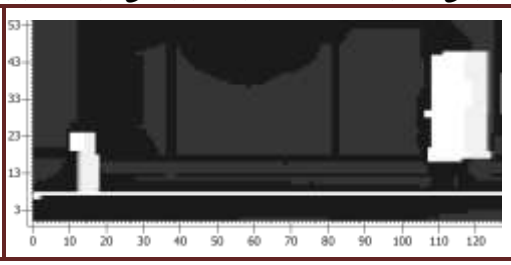
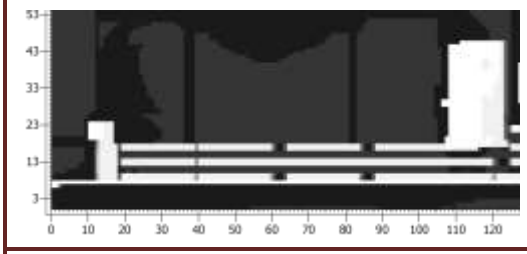
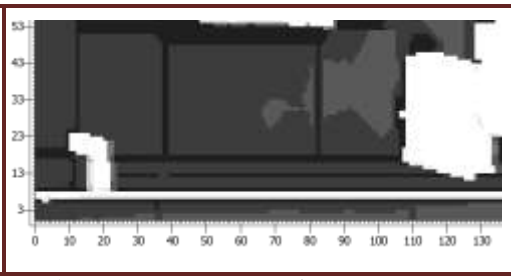
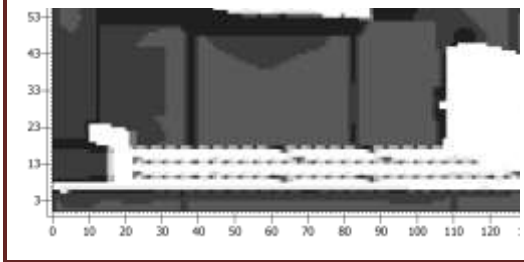
شكل (٩) درجة حرارة السطح للمسار قبل وبعد التشجير يوليو٢٠١٤ (K)

	قبل تشجير المسار	بعد تشجير المسار
درجة حرارة السطح للمسار الساعة ١٠		
التحليل : وجد أن درجة حرارة السطح للشارع الاسفلتى فى حالة عدم وجود تشجير الساعة ١٠ تكون حوالى ٣٩ درجة مئوية بينما تنخفض تلك الدرجة فى حالة التواجد الشجرى حيث تصل لحوالى ٢٩ درجة مئوية		
درجة حرارة السطح للمسار الساعة١٣		
التحليل : تصل درجة حرارة السطح حيث التواجد الشمسي المباشر فى المسار المكشوف الساعة ١٣ لحوالى ٥٠درجة مئوية لهذا الطريق الاسفلتى ، بينما تتراوح بين ٣٣-٣٥ درجة مئوية لنفس المسار تحت التظليل الشجري .		
درجة حرارة السطح للمسار الساعة 15		
التحليل: ترتفع درجة حرارة السطح المكشوفة الى (٥٣ درجة مئوية) حيث التعرض الكامل لأشعة الشمس مما يعمل على رفع درجة حرارة سطح المسار حوالى ١٧ درجة عن المسار فى حالة التواجد الشجري		
درجة حرارة السطح للمسار الساعة17		
التحليل : الساعة ١٧ تصل درجة حرارة المسار الاسفلتى المكشوف حوالى ٤٣ درجة مئوية ، بينما تصل درجة حرارة المسار تحت التواجد الشجرى الى حوالى ٣٦ درجة مئوية		

ب. تحليل درجة الحرارة الاشعاعية MRT للمسار قبل التشجير وبعد التشجير خلال ساعات النهار (شهر يوليو ٢٠١٤)

تم المقارنة خلال (الساعة ١٠-١٣-١٥-١٧) التى تمثل تغير واضح فى السلوك الحرارى فى الشكل رقم (١٠).

شكل (١٠) *درجة الحرارة الاشعاعية* MRT *للمسار قبل وبعد التشجير يوليو ٢٠١٤ (K)*

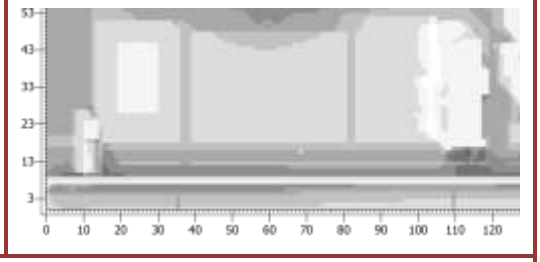
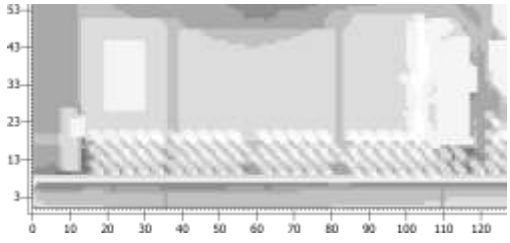
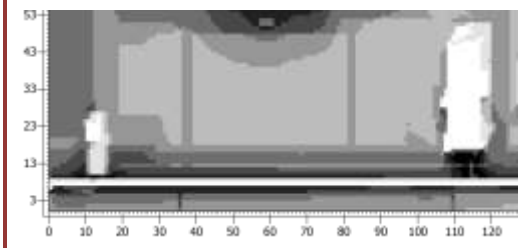
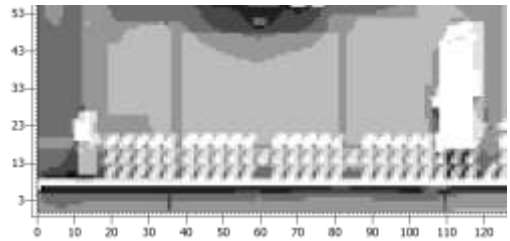
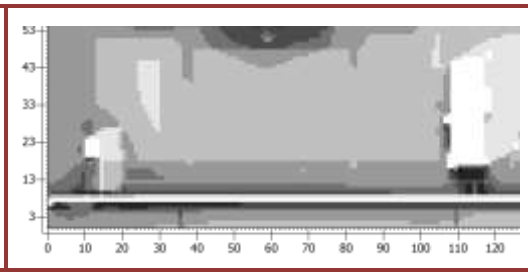
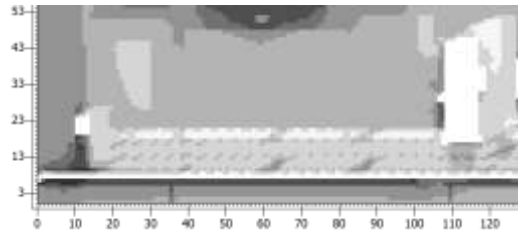
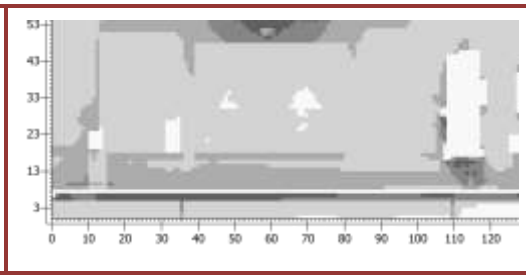
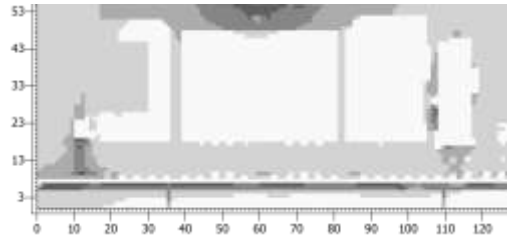
	قبل تشجير المسار	بعد تشجير المسار
MRT للمسار الساعة 10		
التحليل: ترتفع درجة الحرارة الإشعاعية للمسار المكشوف بدون معالجة عند الساعة ١٠ صباحا صيفا حيث تتراوح حوالى ٦٤ درجة مئوية حيث التعرض الكامل لأشعة الشمس، أما في حالة التظليل الشجري فإنها تنخفض لحوالى ٣٠ درجة مئوية وهو ما يوضح تأثير التشجير على تحسين الاداء البيئي بالمسار.		
MRT للمسار الساعة13		
التحليل: يتضح عند التواجد المباشر للاشعاع الشمسي الفرق الكبير فى درجة الحرارة الاشعاعية للمسار ما بين كونه مكشوفا أو مظلل بالتشجير حيث تنخفض تحت التشجير لحوالي٣٦ درجة مئوية بينما يصل فى حالة التعرض المباشر لحوالى٦٧ درجة اشعاعية وهو ما يؤثر على الراحة الحرارية للمشاة بالمسار ويساعد الماره على السير بالمسار		
MRT للمسار الساعة ١٥		
التحليل: درجة الحرارة الاشعاعية **MRT** تنخفض في حالة التواجد الشجري الساعة ١٥ في المسار المشجر والمناطق التى تتظلل بالتشجير لأكثر من ٣٠ درجة مئوية عن المسار المكشوف وهو ما يقلل الاجهاد الحراري بشكل كبير للطلاب عند سيرهم داخل هذا المسار.		
MRT للمسار الساعة١٧		
التحليل: لايزال يتضح تأثير التظليل على خفض درجة الحرارة الاشعاعية بالمسار حتى الساعة ١٧ حيث تنخفض ايضا تحت التشجير عن المسار المكشوف بما يقارب ٣٠ درجة مئوية.		

٢/٥ تحليل نتائج التجربة خلال شهر اكتوبر

أ. تحليل درجة حرارة السطح للمسار قبل التشجير وبعد التشجير خلال ساعات النهار اكتوبر ٢٠١٤

حيث تمت المقارنة لدرجة حرارة الاسطح خلال كل من الساعات (١٠- ١٣- ١٥-١٧) خلال اكتوبر ٢٠١٤ حيث يعد من اكثر فترات التواجد الطلابي خلال شهور السنة، وهو ما يوضح تأثير معالجة المسار بالتشجير عليها كما هو موضح فى الشكل رقم (١١)

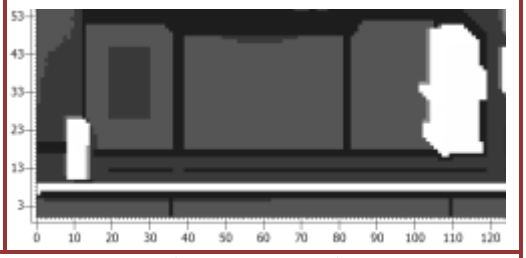
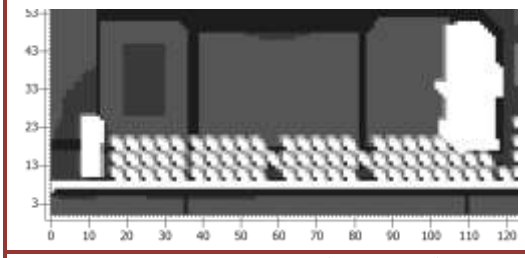
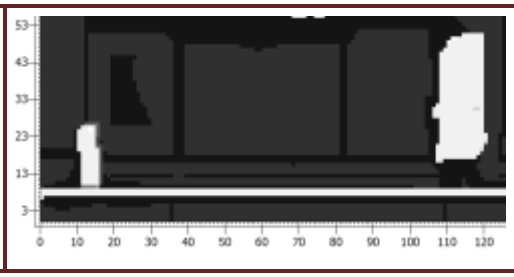
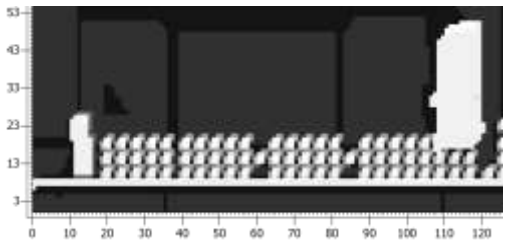
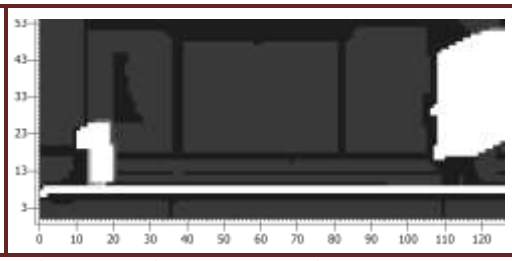
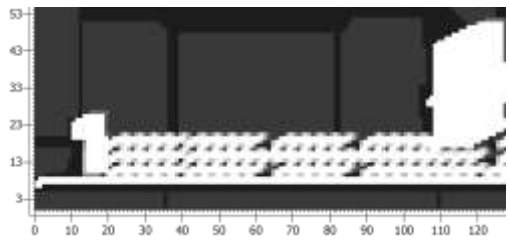
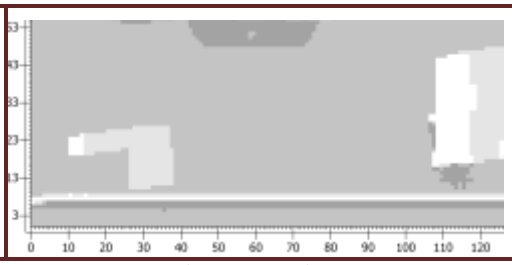
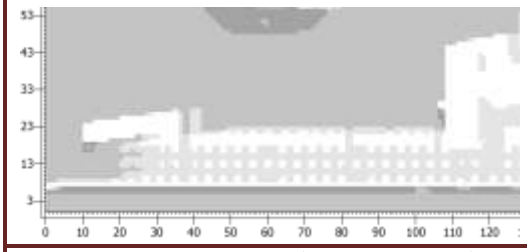
شكل (١١) درجة حرارة السطح للمسار قبل وبعد التشجير اكتوبر٢٠١٤(K)

	قبل تشجير المسار	بعد تشجير المسار
درجة حرارة السطح للمسار الساعة ١٠		
	التحليل : يتضح انخفاض درجة حرارة السطح تحت السقف الشجرى الى ٢٧ درجة مئوية ، بينما تصل الى ٣٤درجة مئوية فى حالة التعرض المباشر للاشعاع الشمسي	
درجة حرارة السطح للمسار الساعة١٣		
	التحليل : تصل درجة حرارة السطح الساعة ١٣ فى اكتوبر الى ٤٠ درجة بينما يعمل تشجير المسار على خفضها الى حوالى ٣١ درجة اى ان درجة حرارة سطح المسار تنخفض ٩ درجات مئوية.	
درجة حرارة السطح للمسار الساعة 15		
	التحليل: يتضح ايضا خلال الساعة ١٥ انخفاض درجة حرارة سطح المسار تحت السقف الشجرى حوالى ٨ درجات مئوية حيث تصل الى ٢٩ درجة مئوية	
درجة حرارة السطح للمسار الساعة17		
	التحليل : درجة حرارة السطح لا تزال تنخفض فى حالة التشجير حيث تصل الى ٢٧ درجة مئوية بينما تكون فى حالة المسار المكشوف ٣٠ درجة مئوية الساعة ١٧ فى الانقلابين .	

ب. تحليل درجة الحرارة الاشعاعية MRT للمسار قبل التشجير وبعد التشجير خلال ساعات النهار شهر اكتوبر ٢٠١٤

تم المقارنة خلال (الساعة ١٠-١٣-١٥-١٧) التى تمثل تغير واضح فى السلوك الحرارى كما فى الشكل رقم (١٢).

شكل (١٢) درجة الحرارة الاشعاعية**MRT** للمسار قبل التشجير وبعد التشجير أكتوبر ٢٠١٤(K)

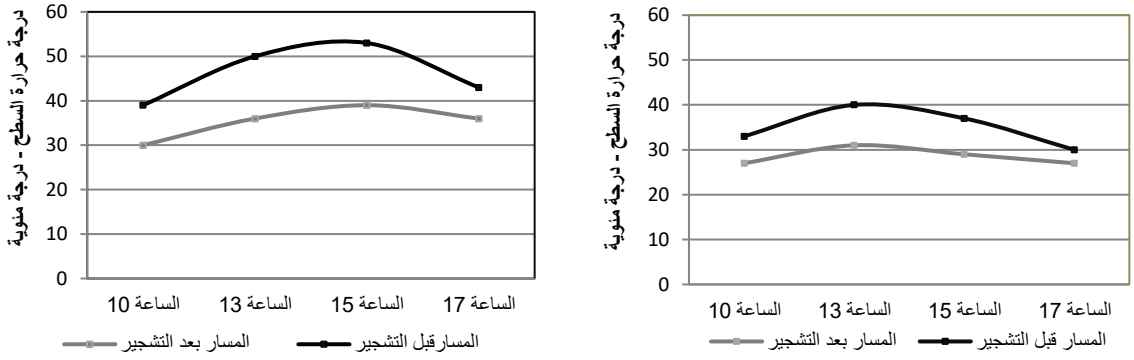
	قبل تشجير المسار	بعد تشجير المسار
MRT للمسار الساعة 10 Mean Radiant Tempera below 20 °C 20 to 25 °C 25 to 30 °C 30 to 35 °C 35 to 40 °C 40 to 45 °C 45 to 50 °C 50 to 55 °C 55 to 60 °C 60 to 65 °C 65 to 70 °C above 70 °C		
	التحليل: ترتفع درجة الحرارة الإشعاعية للمسار المكشوف بدون معالجة عند الساعة ١٠ صباحا خلال شهر اكتوبر الى ٦٤ درجة منوية، أما في حالة التظليل الشجري فإنها تنخفض الى حوالى ٢٧ درجة منوية وهو ما يؤكد تأثير التشجير على التواجد داخل نطاق الراحة الحرارية.	
MRT للمسار الساعة13		
	التحليل: كما يتضح عند التعرض المباشر للاشعاع الشمسي خلال الساعة ١٣ الفرق الكبيرفى درجة الحرارة الاشعاعية للمسار ما بين كونه مكشوفا أو مظلل بالتشجير حيث تنخفض تحت السقف الشجرى لحوالى ٣٠ درجة منوية وهو ما يؤثر على الراحة الحرارية للمشاة بالمسار .	
MRT للمسار الساعة ١٥		
	التحليل: تنخفض درجة الحرارة الاشعاعية ايضا الساعة ١٥ فى حالة التواجد الشجري من ٦٤ درجة منوية الى حوالى ٢٩ درجة مما يؤثر بشكل كبير على سلوك المسار حراريا ويحقق اسس الراحة الحرارية	
MRT للمسار الساعة١٧		
	التحليل: اما عند الساعة ١٧ فى حالة التواجد الشجري فإن درجة الحرارة الاشعاعية تنخفض حوالى ٧ درجات تحت السقف الشجرى حيث تصل الى ٢٣ درجة منوية مما يحقق الرضا الحرارى	

ومن ثم يتضح من التحليل السابق لكل من درجة حرارة السطح ودرجة الحرارة الاشعاعية ما يلي:

اولا: مدى تأثير التشجير على تظليل الاسطح ومواد نهو الارضيات وخفض درجة حرارتها

يتضح من تحليل درجة حرارة السطح قبل التشجير وبعده لمسار الدراسة فى كل من شهرى يوليو (حيث اعلى معدلات تواجد للإشعاع الشمسي صيفا) وأكتوبر (الذى يمثل اكثر فترات التواجد الطلابي بالانقلابين) مدى تأثير التشجير على السلوك الحرارى للمسار وسطحه، خاصة خلال ساعات الذروة اذ تنخفض درجة حرارة المسار تحت التشجير عن النقاط المكشوفة المعرضة للاشعاع الشمسي المباشر، حيث يصل اعلى فارق فى درجات حرارة الاسطح حوالى ١٧-١٨ درجة مئوية عند الساعة ١٤- صيفا . بينما يصل اعلى فارق فى شهر أكتوبر حوالي ٩ درجات مئوية خلال التواجد الشمسي وهو ما يؤثر بدوره على خفض درجة حرارة المسار ومقدار الانبعاثية الحرارية الناتجة عنه ومقدار الراحة الحرارية به، وهو ما يوضحه شكل (١٣(أ)،١٣(ب)) الذي يمثل خلاصة المقارنة لمتوسط درجة حرارة سطح المسار خلال ساعات النهار قبل وبعد التظليل بالتشجير خلال شهري يوليو واكتوبر ٢٠١٤.

شكل(١٣) مقارنة لمتوسط درجة حرارة السطح للمسار قبل وبعد التظليل بالتشجير خلال شهرى يوليو

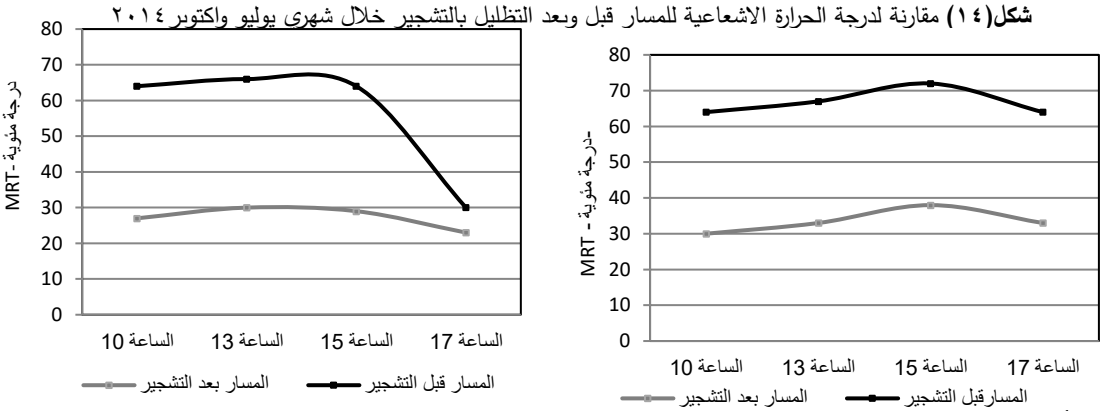


(أ) *درجة حرارة سطح المسار اكتوبر ٢٠١٤* (ب) *درجة حرارة سطح المسار يوليو ٢٠١٤*

ثانيا: بالنسبة لدرجة الحرارة الاشعاعية للمسارMRT

يعمل التشجير على خفض درجة الحرارة الاشعاعية التى تزيد من الاجهاد الحراري للمارة وتؤثر بشكل واضح على الراحة الحرارية بالمسار، حيث يصل الانخفاض الى ما يفوق ٣٠ درجة مئوية خاصة خلال الساعات ١٣، ١٥ التى تمثل اعلى ساعات النهار فى الاكتساب الحراري خلال ساعات اليوم فى كل من شهرى الدراسة (يوليو، اكتوبر) لما للتظليل بالتشجير من قدره على حجب الاشعاع الشمسي المباشر الذي يعد العامل الرئيسي فى التحكم فى درجة حرارة الفراغات العمرانية وسلوكها الحراري. وهو ما يوضحه شكل(١٤(أ)،١٤(ب)) الذي يمثل خلاصة المقارنة لمتوسط درجة الحرارة الاشعاعية للمسار خلال ساعات النهار قبل وبعد التظليل بالتشجير شهري يوليو وأكتوبر ٢٠١٤.

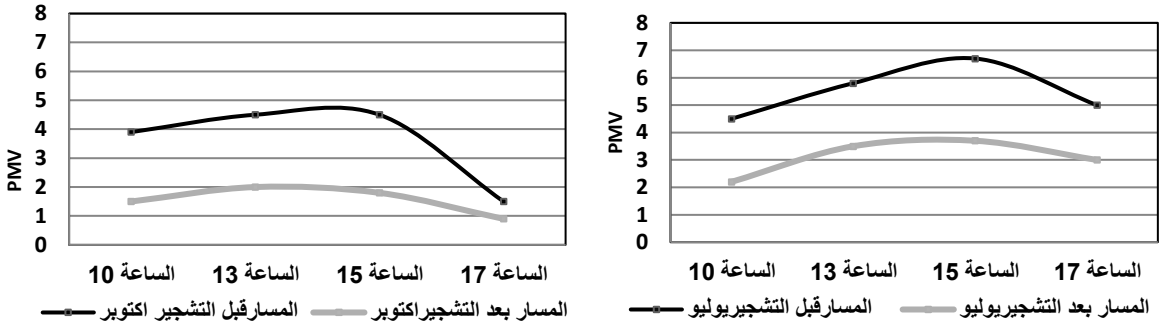
شكل(١٤) مقارنة لدرجة الحرارة الاشعاعية للمسار قبل وبعد التظليل بالتشجير خلال شهرى يوليو واكتوبر ٢٠١٤



(أ) *درجة الحرارة الاشعاعية يوليو ٢٠١٤* (ب) *درجة الحرارة الاشعاعية اكتوبر ٢٠١٤*

من ثم فإن التظليل بالتشجير يساعد بشكل كبير على تحقيق الراحة الحرارية للمارة بالمسار خلال ساعات التواجد الشمسي خلال فترات الدراسة، ولقياس مدى رضاء المارة على الاداء الحراري للمسار خلال ساعات اليوم المختلفة، تم قياس PMV وهو نموذج لمحاكاة مقياس متوسط تصويت المارة على الاداء الحراري لمنطقة الدراسة. ويعتمد القياس على مدى الاتزان فى تبادل الطاقة بين جسم الانسان والبيئة المحيطة. ولهذا المقياس تدريج يبدأ من -٤ والتى تعبر عن (بارد جدا) الى +٤ والتى تعنى (حار جدا) بينما ٠ يعبر عن اتزان حرارى وتحقق الراحة الحرارية. وكلما اقترب PMV من الصفر كان ذلك معبرا عن الاقتراب من الاتزان فى تبادل الطاقة والراحة الحرارية. وقد تم الحساب خلال شهرى يوليو واكتوبر وهو ما يتضح بالشكل (١٥(أ)،١٥(ب)) بالترتيب، حيث يظهر بوضوح تأثير التشجير على قرب مقدار PMV الى قيمة الراحة الحرارية. حيث تقل القيم المقاسة بعد التظليل بالتشجير بمقدار ثلاث درجات على مقياس PMV فى معظم ساعات النهار خلال شهرى القياس عن قبل التشجير، حيث لوحظ انه خلال شهر يوليو قبل التشجير وصلت قيم PMV الى قيم خارج الحد الاقصى للمقياس نتيجة شدة ارتفاع الحرارة فى المسار.

شكل(١٥) مقارنة لمدى الرضا الحرارىPMV للمسار قبل وبعد التظليل بالتشجير خلال شهرى يوليو واكتوبر



(أ) *مقدار الرضا الحرارى MPV اكتوبر٢٠١٤*

(ب) *مقدار الرضا الحرارى MPV يوليو ٢٠١٤*

٦ الخلاصة

- اتضح من خلال دراسة السلوك الحراري لمسار الحركة الرئيسي لمجمع الكليات بسبرباي بجامعة طنطا، وتحليل المسار باستخدام برنامج Envi-met قبل وبعد استخدام التشجير في تظليله انه ينبغي النظر في استخدام التشجير كأداة حقيقية للسيطرة على الظروف المناخية في المسارت والأماكن الخارجية حيث خفض امتصاص الأشعة الشمسية تحتها، فالأشجار تمتص وتعكس الجزء الاكبر من الإشعاع الشمسي وتحول دون وصوله أسفلها.
- حيث تم التحقق من مدى أهمية التشجير في خفض الاجهاد الحراري خلال ساعات التواجد الشمسي وتوفير الراحة الحرارية للطلاب وذلك حيث يعمل على خفض درجة حرارة الاسطح تحت أماكن التشجير وخفض درجة الحرارة الاشعاعية لما يقوم به من حجب للإشعاع الشمسي المباشر ومن ثم تحسين السلوك الحراري للمسار كله.

٧ التوصيات

- ضرورة استخدام المخططين للتشجير داخل عمران الشوارع وذلك لدوره في تظليل الشوارع بالإضافة لدوره في تظليل المباني مما يعمل على تخفيض الاستهلاك للطاقة وتحسين الإحساس بالراحة البصرية والصوتية والحرارية الحرارية المستخدمين.
- ضرورة اهتمام المعنيين باستخدام انواع التشجير التي توفر التظليل للمشاة صيفا وتسمح بتوغل اشعة الشمس شتاءا من خلال دراسة انماط التشجير الملائمة للبيئة العمرانية المستخدمة بها.
- أهمية التوعية بدور التشجير وتأثيره بيئيا وحراريا على العمران ولا سيما داخل المسارات التى يحتاج فى الشخص لتوفر راحة حرارية يسهل معها السير بدون اجهاد خلال ساعات التواجد الشمسي.
- ضرورة وجود تشريع لتحديد نسبة تظليل معينة للمسارات المكشوفة لتحقيق الراحة الحرارية للمشاة داخل العمران المصري.

المراجع

References

[1] Ruey-Lung Hwang, Tzu-Ping, and Andreas Matzarakis, Seasonal effects of urban shading on long –term outdoor thermal comfort, Building and Environment 46 (2011) 863-870.

[2] X.Picot, Thermal comfort in urban spaces: impact of vegetation growth, Case study: Piazza della Sienza , Milan, Italy, Energy and Building 36 (2004) 329-334.

[٣] نيفين يوسف عزمي ، الاشعاع الشمسي والنسيج العمراني ، مدخل لتشكيل شبكات طرق متوافقة مع الاشعاع الشمسي ، رسالة دكتوراه ، كلية الهندسة ، جامعة طنطا ، ٢٠٠٩.

[4] Limor shashua-Bar,David pearlmutter, and Evyatar Erell, Microscale Vegetation Effects on Outdoor Thermal Comfort in a Hot –Arid Environment ,The seventh international conference on climate ,(2009),Yokohama, Japan.

[5] Tzu-Ping, Andreas Matzarakis, and Ruey-Lung Hwang, Shading Effect on Long –Term Outdoor Thermal Comfort , Building and Environment 45 (2010)213-221.

[6] Lo, Jen-Hao, Ming-Jen Cheng, and Ruey-Lung Hwang. "The Effect of Plants on Outdoor Thermal Sensation in Subtropical Climatic." Proceedings of the First International Conference on Building Energy and Environment (COBEE2008), Dalian, China. 2008.

[7] Spangenberg, Jörg, et al. "Simulation of the influence of vegetation on microclimate and thermal comfort in the city of São Paulo." Revista SBAU 3.2 (2008): 1-19.

[8] Golany, Gidon, Urban Planning for Arid Zone by John Wiley and Sons ,inc ,New York,1978.

[9] Robinette, Gary .o. land space planning for energy conservation, Copyright by van Noster and Reinhold Company Inc., 1983

[10] Golany, Gidon, Urban Planning for Arid Zone by John Wiley and Sons, Inc., New York, 1978.

[11] Gary. O. Robinette, Energy Efficient site design, Nvr, 1987

[12] Mohammad Fahmy, On the development of an urban passive thermal comfort system in Cairo, Egypt, Building and Env

ironment 44 ,1907–1916, (2009).

[13] Mohammad Fahmy. Numerical assessment for urban developments on a climate change basis; A case study in New Cairo, Egypt, MTI university – Faculty of Engineering – architecture department ,2ND international conference quality of life – a vision towards better future , march 2012 .

[14] Bruse, M. ENVI-met V3.1, a micro scale urban climate model, [Online], Available: www.envi-met.com. Last visited on April 2013.

Shading Using Trees as a Tool for Improving the Thermal Performance of Streets

Abstract

The severe thermal conditions that face human during the presence on streets and tracks due to the exposure to the direct solar radiation and the difficulty of providing thermal comfort for pedestrians has attracted many researchers to try to deal with it. This was achieved through the study of various street orientations, section ratios and their effects on the temperature in order to reduce and minimize the amount of exposure to direct solar radiation. In addition, some studies focused the different roofing patterns for streets and its impact on reducing the temperature by the reduction of heat stress during the movement in the streets for providing thermal comfort.

This paper focuses on the shading and its role in improving the thermal behavior, through the study of shading patterns in streets and paths of movement, in order to achieve the minimal exposure to solar radiation and achieve the appropriate temperature and thermal comfort for pedestrians.The tool for achieving this goal is the use of the microclimate simulation software, Envi-met, to estimate the effect of using trees for shading the motion paths on the thermal comfort of pedestrians.

This software enabled the simulation and the study of the main path of the new university campus of Tanta University in Sebarbay. The two situations tested are before treatment, i.e. in the current situation, and after the use of trees for shading and measure the thermal behavior of the track to check how to improve its thermal performance and achieve thermal comfort through the walk path.

Keywords: Micro climate, Mean Radiant Temperature (MRT), sky view factor (SVF), predicted mean vote (PMV).