مجلة جامعة الملك سعود، م١٤، العمارة والتخطيط، ص ص١-١٧، الرياض (١٤٢٢هـ/٢٠٠٢م)

دور فناء المسجد في ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية

إبراهيم بن عبد الله المفيز

قسم علوم وتقنية البناء، كلية العمارة و التخطيط

ص.ب. ٣٨٧٩٨، الظهران ٣١٩٤٢

(قدم للنشر في ١٤٢٠/٧/١٩هـ؛ وقبل للنشر في ١٤٢١/٨/٤هـ)

ملخص البحث. يمثل الفناء في المسجد عنصر تصميميا معماريا مهما. حيث استخدم كمكان ثان لأداء الصلاة عندما يكون الطقس ملائما . في الوقت الحاضر، بدأ يغيب صحن المسجد كعنصر معماري له وظيفة تساند الغرض الأساسي للمسجد. و أصبحت الصلوات تقام في داخل المسجد، و اعتمد على الأجهزة الميكانيكية في تبريد الهواء في جميع الأوقات. نتيجة لذلك زاد الطلب على القدرة و الطاقة الكهربائية في أثناء الأشهر الحارة (من إبريل حتى سبتمبر)، و هو يمثل تقريبا ٧٥٪ من الطاقة التي تستهلكها المساجد في المنطقة الشرقية.

استخدمت بيانات السنة المناخية التمثيلية (Typical, Meteorological Year, TMY) حسب ما سجلته محطة الظهران للأرصاد الجوية في استخلاص قراءات المتغيرات الثلاثة التي تؤثر في الارتياح الحراري للإنسان، وهي درجة حرارة الهواء الجافة، و الرطوبة النسبية، و سرعة الهواء للأشهر الحارة (إبريل-سبتمبر). قورنت هذه البيانات المسجلة كل ساعة بنطاق الارتياح الحراري المقترح من قبل أولجيي و جمعية مهندسي التكييف الأمريكية. بينت نتائج هذه الدراسة أن التوفير في استهلاك الطاقة المستخدمة لتبريد فراغ المسجد خلال الأشهر الحارة يصل إلى ٣١٪.

مقدمة

تستهلك البيئة المشيدة، وهي تشمل المساكن والأماكن التجارية والحكومية والجمعيات والمستشفيات وإنارة الشوارع، أغلب الطاقة الكهربائية (أكثر من ٧٠٪ من الطاقة). و معظم الاستهلاك في فصل الصيف من أجل التبريد [١ ، ص٤٤-٤٥]. و البيئة العمرانية هي أحد الأسباب وراء ارتفاع و نمو استهلاك الطاقة الحاد، و ذروة الاستهلاك في فصل الصيف [٢]. إن زيادة فاعلية أداء المباني سوف يقلل الطلب على الطاقة [٣ ، ص ٣٠]. و المساجد أحد أهم عناصر البيئة العمرانية للتقليل من الفاقد من الطاقة الكهربائية.

اتضح من دراسة سابقة أن استهلاك المساجد للطاقة في الأشهر الحارة من السنة (من إبريل إلى سبتمبر) ترتفع إلى ثلاثة أضعاف استهلاكها في الأشهر الباردة، وأن مساجد المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية تستهلك ٧٥٪ من الطاقة الكهربائية في الأشهر الحارة، و أن مساجد المحافظات في مدينة الدمام تستهلك ٧٦٪، و أن مدينة الأحساء تصل ٧٧٪ في نفس الفترة [٤ ، ص١٧٩-١٨٩] . من ذلك يتضح أن أغلب الاستهلاك للطاقة الكهربائية يرجع إلى استخدام أجهزة تكييف الهواء. ومن خصائص المساجد أنها تستخدم بشكل متقطع خلال اليوم، أي بمعدل ساعة لكل صلاة. و بما أن المساجد مشيدة من مواد بناء ذات كتل حرارية عالية فإن ساعة واحدة لا تكفي لتبريد هذه الكتل، وبالتالي تعمل الأجهزة ساعة كاملة بدون توقف.

تشيد أغلب المساجد على نفقة أهل الخير، أو وزارة الأوقاف و الشؤون الإسلامية والدعوة والإرشاد بالمملكة. وحيث إن القطاع العام ممثلا في الوزارة، هو المسؤول عن تسديد فواتير الخدمات من كهرباء و ماء، فإن ترشيد الاستهلاك واستخدام الطرق البديلة

لتوفير الراحة الحرارية سوف يساعد على خفض فواتير الكهرباء المستخدمة في المساجد ؛ و بالتالي يقلل من مصاريف التشغيل. و خاصة في محيط مدينة الظهران بالمنطقة الشرقية.

يوصف المناخ في مدينة الظهران بالحار الرطب ، (انظر الجدول رقم ١). و نتيجة لذلك تصل فروقات درجات الحرارة خلال الصيف إلى حوالي ٣٥°م ، ٤٧°م. (العظمى) و ١٢,٣°م. (الصغرى). أما معدل درجة الحرارة خلال الفترة نفسها فسجل ٣١ °م. أما الرطوبة النسبية العظمى فتصل إلى ٩٧٪ و الصغرى تصل إلى ١٨٪. و معدل الرطوبة النسبية خلال نفس الفترة يصل إلى ٥٨٪. و سرعة الرياح العظمى تصل إلى ١٠ م/ث و الصغرى ٠,١ م/ث و المعدل ٣,٤٥ م/ث.

الجدول رقم (١). ملخص لبيانات المناخ في محطة الظهران (خلال الستة شهور– من إبريل إلى سبتمبر ١٩٨٧م)

المؤشر	الحرارة (°م)	سرعة الهواء (م/ث)	الرطوبة ٪
المعدل	٣١,٠٠	٣,٤٥	٥٨,٠٠
العظمى	٤٧,٠٠	١٠,٠٠	٩٧,٠٠
الصغرى	١٢,٣٠	٠,١٠	١٨,٠٠
الانحراف المعياري	٥,٥٤	١,٩٤	١٦,٤٧
المدى	٣٥,٠٠	٩,٩	٧٩,٠٠

تعرض الموسوعة العربية تفصيلا لوظائف فناء المسجد (الصحن) تضمنت استخدام الصحن لأداء الصلوات في فصول الصيف . الصحن هو البهو أو الفناء الأوسط ، ويعد من أهم العناصر المعمارية في تخطيط المساجد ، إذ إنه مصدر الضوء و الهواء لظلل المسجد (الجزء المسقوف من المسجد) ، و بخاصة ظلة القبلة التي يندر أن تكون فيها فتحات

للنوافذ. و لذا كان الصحن بالنسبة لظلة القبلة المصدر الوحيد الذي يمدها بالضوء و الهواء. و لهذا روعي أن تكون مساحة الصحن فسيحة و مكشوفة. وكان الصحن يستخدم للصلاة حين تضيق ظلة القبلة بالمصلين، أو خلال فصل الصيف. و من المتبع أن يكون الصحن مربعا أو شبه مربع، و قد تزيد مساحته عن مساحة ظلة القبلة، و قد تبلغ ضعفها مرة أو أكثر، أما تحديد شكل الصحن و مساحته فإنهما يتركان للظروف الخاصة لكل إقليم وتبعا للظروف المناخية، حيث نرى أن الصحون المكشوفة تنكمش مساحتها في البلاد الباردة أو شديدة الحرارة، من هنا فإن الصحون تصغر مساحتها كلما اتجهنا شمالا أو جنوبا في بلاد العالم الإسلامي. فعلى سبيل المثال، نجد صحون المساجد في الأقطار العربية و إيران و الهند أفنية مكشوفة واسعة المساحة، بينما نجد مساحة الصحون تصغر أحجامها في مساجد آسيا الصغرى و ما وراء النهر و تركيا [٥ ، ص١٧٧-٢٠٢].

تعد المساجد من أهم مكونات البيئة العمرانية الإسلامية. يشكل الصحن أو فناء المسجد عنصرا مهما و أساسيا من عناصر المسجد. تأسست عناصر المسجد في المدينة المنورة على يد رسول الله صلى الله عليه وسلم. و العناصر هي "الفناء أو الصحن المفتوح و الرواق أو المظلة للصلاة تحيطها العناصر الإنشائية الأساسية للبناء" [٦ ، ص٥٢-٦٢]. تتنوع نماذج و أشكال و علاقة الفناء بالمسجد حيث تصل إلى حوالي ستة نماذج [٤].

و يعد فناء المسجد أو الصحن من أهم العناصر المكونة له، و يدخل في تصميم معظم أنواعها. وقد بدأ هذا العنصر المهم يغيب عن تصميم المساجد المعاصرة، و إن وجد فغالبا كعنصر جمالي أو شكلي، أو كارتداد للعبور لا أكثر (الشكل رقم ١). لقد اختلفت النظرة إلى الفناء و أصبحت نظرة جمالية، أو للتذكير بالماضي بدلا من النظرة المزدوجة أي الوظيفية و الجمالية.

الشكل رقم (١). أحد المساجد في مدينة الرياض و يمثل الفناء عنصرا أساسيا

ما زال فناء المسجد قادرا على العطاء في ظل المعطيات التقنية الحديثة، مثل أجهزة التكييف الميكانيكية، حيث يكون سندا ومكملا لها خاصة في بعض الأوقات التي يكون الطقس فيها معتدلا، و يكون سندا لها بإطالة عمر الأجهزة عن طريق استخدام الفناء وتقليل ساعات عملها.

يمكن استخدام فناء المسجد للصلاة عندما تكون الظروف المناخية ضمن نطاق الارتياح الحراري، و بذلك يتم الاستغناء عن استخدام الأجهزة الميكانيكية، و بالتالي توفير في استهلاك الطاقة. كل صلاة تؤدى في الفناء توفر ٢٠٪ من استهلاك الطاقة اليومي على أساس أن التكييف الميكانيكي لن يستخدم في تلك الصلاة.

إن إعادة دور الفناء كمكان للصلاة سوف يساعد على تقليل استهلاك الطاقة. وإذا أعيد دور المسجد التقليدي، كما في إقليم نجد، عندما يرفق به بستان فإنه سوف يساعد

على تلطيف الجو المحيط بالفناء أكثر، و تزيد فترات استخدامه خلال فصل الصيف. لقد بينت بعض الدراسات التي أجريت على مناخ الدمام و الأحساء أن استخدام الفناء و استعمال مراوح السقف داخل المسجد يخفض الطاقة الكهربائية المستخدمة في التكييف بمعدل يتراوح بين ٣١٪ و ٧٨٪ [٤].

و في دراسة أخرى أجريت على أحد المساجد في منطقة الجوف التي تتميز بالحرارة و الجفاف صيفا، استخدمت ملاقف للهواء مع التبخير لتكييف المسجد، و دلت نتائج الدراسة على توفير في استهلاك الطاقة اكثر من ٥٠٪ من الطاقة المستخدمة في المسجد خلال أشهر مايو و يونيو و يوليو. و اتسع نطاق الارتياح الحراري إلى ٣٧ °م. [٧، ص٢٥-٣٨] . أي أن نظام التبريد بتبخير الماء في ملاقف الهواء فعال عندما تكون درجة حرارة الهواء الخارجي أقل من ٣٧ °م.

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى الحاجة للفناء في المسجد، من خلال معرفة نسبة الأوقات التي يمكن أن يستخدم كمكان للصلاة خلال شهور السنة التي توصف بالحارة. ومن أهداف هذه الدراسة إعطاء دليل آخر على مدى استجابة العمارة الإسلامية والتقليدية للظروف البيئية و الاجتماعية على مر العصور و كفاءتها في الحفاظ على البيئة و المصادر الطبيعية. إضافة إلى ذلك دعم سياسة برامج حفظ الطاقة الكهربائية و ترشيدها التي تتبناها حكومة المملكة العربية السعودية. و تقدير نسبة التوفير في استهلاك الطاقة الكهربائية المستخدمة في تبريد الهواء داخل المسجد.

أهمية الدراسة

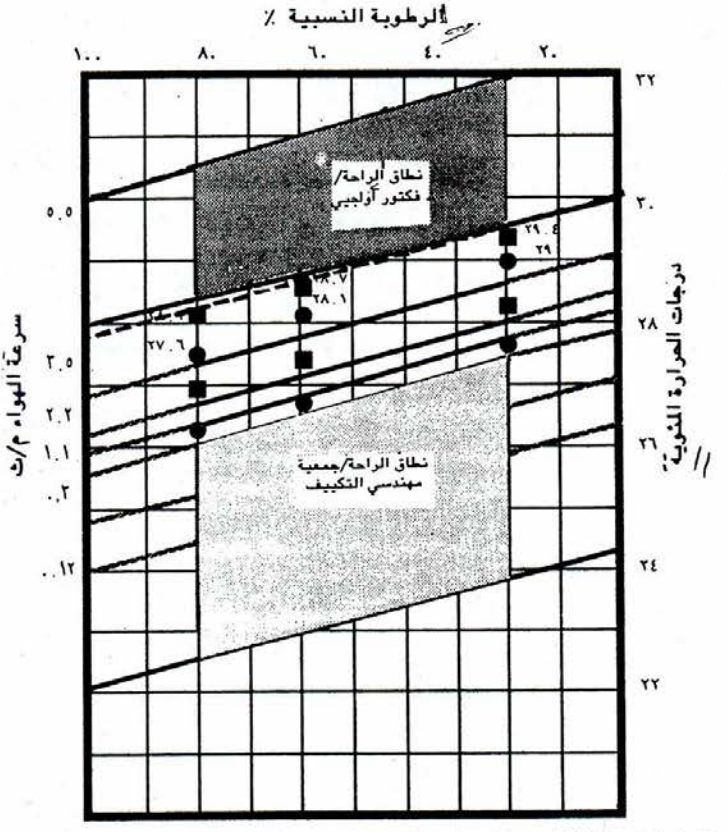
إن مواد البناء المستخدمة في المساجد هي من ذوات السعة الحرارية العالية، كما أن جدول استخدام المساجد اليومي متقطع، و لهذا السبب تستهلك كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية حتى يتم خفض درجة حرارتها الداخلية إلى نطاق الارتياح. و نتيجة لتخزينها للحرارة يرتفع معدل الحرارة الإشعاعية(Mean Radiant Temperature) داخل فراغ المسجد مما يؤثر في الارتياح الحراري للمصلين، حتى لو كانت حرارة الهواء الخارجي معتدلة.

تستهلك المساجد حوالي ٧٧٪ من الطاقة الكهربائية السنوية خلال الأشهر التي توصف بالحارة من أول إبريل حتى نهاية سبتمبر، و حوالي ٢٣٪ في الأشهر الباردة [٤]. وبعملية حسابية بسيطة (٢٣٪ للإضاءة و بقية الأجهزة وهي تتكرر في الأشهر الحارة) يتضح أن التكييف الميكانيكي يستهلك أكثر من ٥٤٪ من الاستهلاك السنوي للمساجد. من هذا المنطلق تتضح أهمية تقليل الاعتماد على الأجهزة الميكانيكية في خفض درجة حرارة الهواء إلى مستوى الراحة و الاعتماد على وسائل التبريد الطبيعية أو شبه الطبيعية. اعتمدت الدراسات السابقة على عينة تمثل ٢٠٪ من البيانات المناخية للأشهر الحارة من إبريل إلى سبتمبر من عام ١٩٩٥م [٤]. أما هذه الدراسة فتعتمد علي بيانات السنة المناخية التمثيلية "Typical Meteorological Year" لستة أشهر من أول إبريل حتى نهاية سبتمبر لسنة ١٩٨٧م.

طريقة البحث

اختار المؤلف بيانات السنة المناخية التمثيلية حسب ما سجلته محطة الأرصاد في الظهران، التي شملت عدة عوامل جوية، منها درجة حرارة الهواء (°م) في الظل و درجة حرارة التكثف (°م) و سرعة الهواء (م/ث). و تم استخلاص البيانات المناخية التي تقع داخل نطاق الراحة، و ذلك لمعرفة مدى مناسبة الجو الخارجي للراحة الحرارية للمصلين، كما

حددتها جمعية مهندسي التبريد و التدفئة و التهوية الأمريكية "ASHRAE" (حيث تبنى المعايير على ٥٠٪ رطوبة نسبية و٠,٢ م/ث سرعة الهواء ودرجة حرارة الهواء ٢٤ °م). وحسب نطاق الراحة الحرارية الذي أخذ في الحساب سرعة حركة الهواء الذي اقترحه أولجيي [٨، ٩، ص١٦، ٨-١٢، ٨] (الشكل رقم ٢).



نطاق الراحة في فصل الصيف لشخص يمارس عملا مكتبيا و يرتدي ملابس صيفية

■ نطاق الراحة عند سرعة هواء ١,٦ م/ث

● نطاق الراحة عند سرعة هواء ٠,٨ م/ث

الشكل رقم (٢). نطاق الراحة حسب تعريف أولجيي و حسب مقاييس جمعية مهندسي التدفئة والتكييف والتهوية الأمريكية، بتصرف من [١١، ص٢٣-٢٤ و ١٢، ص ٤٤-٤٦].

نظرا لتعدد قوائم البيانات التي سجلتها محطة أرصاد الظهران(حوالي ١٧٤٧٢ قراءة) خلال الأشهر الحارة، فقد تم استبعاد القراءات التي كانت خارج أوقات الصلوات الخمس، و اختيار قراءات تمثل أوقات الصلوات الخمس(٣٦٤٠ قراءة تمثل ٩١٠ صلوات): وقت الفجر عند الساعة ٤ صباحا، ووقت الظهر عند الساعة ١٢ ظهرا، ووقت العصر عند الساعة ٣ عصرا، و وقت المغرب عند الساعة ٦ مساء، و وقت العشاء عند الساعة ٨ مساء.

استعمل الباحث برنامج ساس(SAS) للتحليل الإحصائي لفرز البيانات التي تقع في الأشهر الحارة، ثم فرز البيانات التي تقع في أوقات الصلوات. بعد ذلك تم حساب الرطوبة النسبية من قراءات درجات حرارة الهواء الجافة (°م) و درجات حرارة التكثف (°م) [١٠، ص١٣٢-١١٥].

قورنت القراءات الثلاث المسجلة و المحسوبة لكل وقت من الأوقات المذكورة بمعايير درجات الحرارة، و نسبة الرطوبة، و سرعة الهواء المبينة على نطاق الراحة الذي حدده أولجيي و جمعية مهندسي التكييف و التبريد و التهوية الأمريكية. و تم حصر جميع الأوقات التي يمكن استعمال الفناء الخارجي المظلل للمسجد كمكان للصلاة، و الأوقات التي يلزم فيها الصلاة داخل المسجد مع استخدام التكييف الميكانيكي.

تم تحليل البيانات باستخدام برنامج مايكرو سوفت إكسل. ثم فرزت الأوقات التي تقل قراءاتها عن ٣٢ °م وتتراوح رطوبتها النسبية بين ١٨و٧٨٪ وتتراوح سرعة الهواء بين ٠,٥ و ٥,٥م/ث، واعتبرت هذه الأوقات مناسبة للصلاة في ظل فناء المسجد. (ضمن نطاق الراحة) و تعتبر هذه المعايير متحفظة جدا. كما تجدر الإشارة إلى أن درجة الحرارة الإشعاعية (Mean Radiant Temperature) لم تؤخذ في الاعتبار في هذه الدراسة نظرا لصعوبة حسابها و عدم توافر قراءاتها. و الجدير بالذكر أن نتائج تحليل البيانات تعتمد

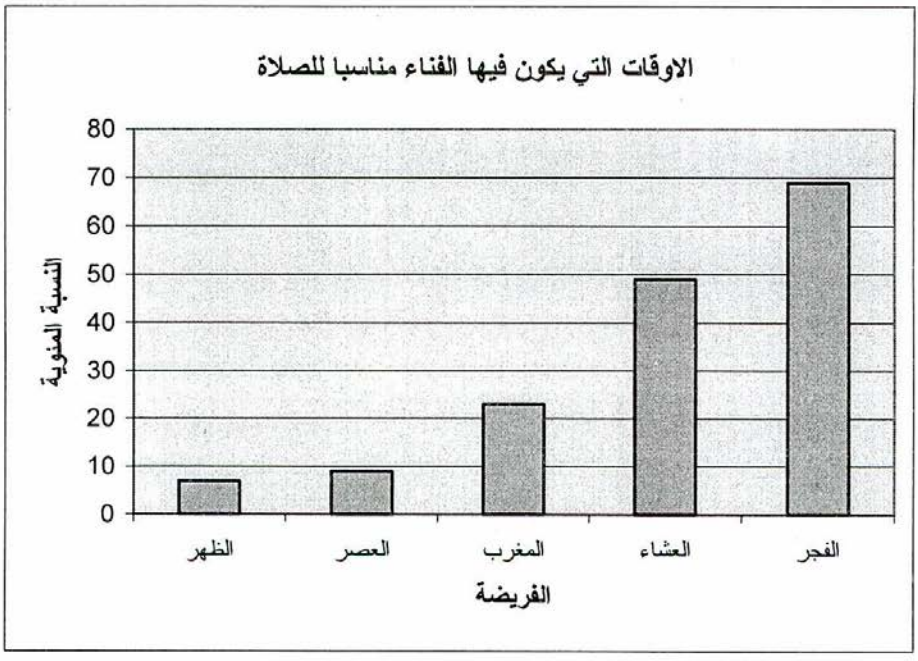
على الفرضية التالية " عند زيادة سرعة الهواء عن٠,٥م/ث سوف يستخدم المسجد تجنبا للغبار و الأتربة ، و عند انخفاض سرعة الهواء عن ٠,٥م/ث سوف يستخدم المسجد. و في الحالتين سوف توظف المراوح لتحريك الهواء بسرعة ٣,٥ م/ث أو يستخدم التكييف الميكانيكي الفعال فيها."

نتائج البحث

بالرجوع للشكل رقم (٣) و الجدول رقم (٢) دلت النتائج الأولية على أن من الممكن استخدام الفناء الخارجي للمسجد كمكان بديل للصلاة في بعض أوقات الصيف بنسبة ٣١٪ من الأوقات المخصصة للصلوات.

في صلاة الظهر ، حيث تقترب درجة حرارة الهواء من العظمى ، تنخفض النسبة إلى حوالي ٧٪ ، أما صلاة العصر فتصل نسبة الأوقات المناسبة إلى حوالي ٩٪. أما صلاة المغرب فبلغت نسبة الأوقات التي يمكن استخدام الفناء فيها حوالي الربع ٢٣٪ من أوقات صلوات المغرب. أما صلاة العشاء فقد بلغت نسبة الأوقات التي يستخدم فيها الفناء ٤٩٪ من مجموع أوقات صلوات العشاء. أما عند صلاة الفجر و كما هو متوقع ، حيث تقترب درجة حرارة الهواء من الدرجة الصغرى ، فيمكن استخدام الفناء إلى أكثر من الثلثين من الأوقات ، أي بنسبة ٦٦٪ من أوقات صلوات الفجر. يبدو أن توظيف الفناء كمكان للصلاة ، و خاصة أوقات المغرب و العشاء و الفجر اقتصادي. فتتراوح نسبة الأوقات التي يستخدم فيها الفناء بين ٢٣٪ و ٦٦٪ من أوقات كل صلاة .

مما سبق يتضح أن التوفير كبير في الطاقة الكهربائية في المساجد ، لأنه يمكن توظيف الفناء عندما تكون العوامل المناخية مناسبة (نسبة الرطوبة ، و سرعة الرياح ، و درجة الحرارة). إذ يمكن الاستغناء عن استعمال التبريد الميكانيكي بنسبة حوالي ٣١٪ من أوقات الصلوات. و ذلك يساوي توفير ٣١٪ من الطاقة المستخدمة في تبريد الهواء.

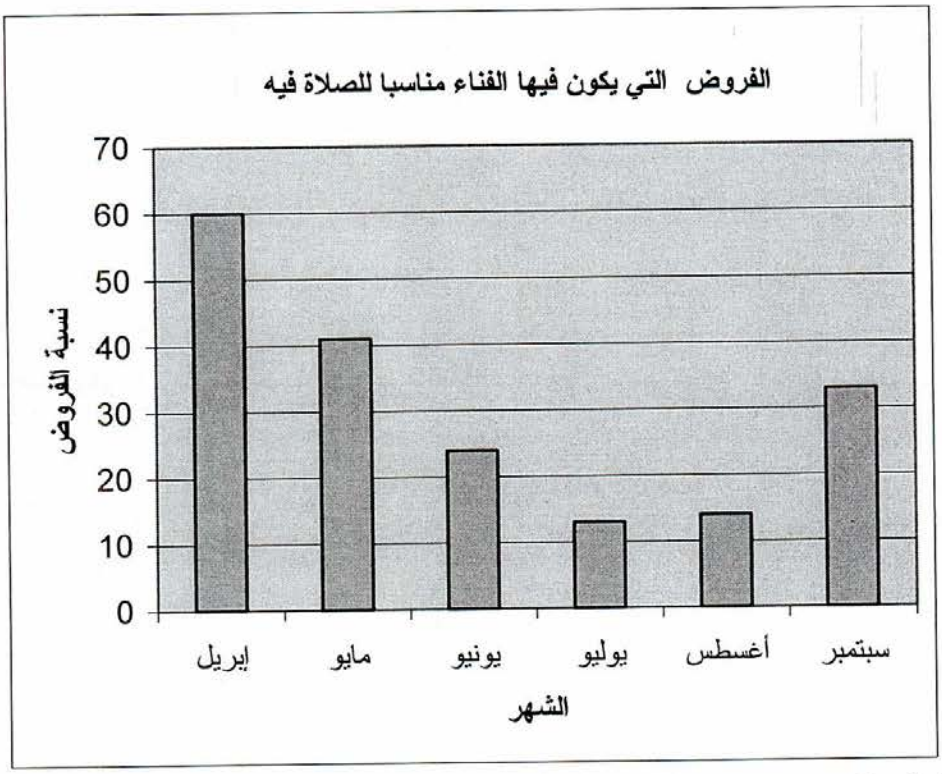


الشكل رقم (٣). يوضح نسبة الفروض التي يكون فيها الفناء مناسبا للصلاة فيه خلال فصل الصيف.

الجدول رقم (٢). يوضح النسبة المئوية من أوقات الصلاة خلال الأشهر الحارة عندما يكون الفنـــاء مناسبا لأداء الصلاة فيه.

الفريضة	الأوقات التي يستخدم فيها الفناء ٪
الظهر	٧
العصر	٩
المغرب	٢٣
العشاء	٤٩
الفجر	٦٩
جميع الصلوات	٣١.٤

عند مقارنة الأوقات المناسبة للصلاة في الفناء حسب الأشهر الحارة، نجد أن النسبة تنخفض من ٦٠٪ في شهر إبريل إلى ١٣٪ في شهر يوليو و تبدأ بالارتفاع حتى تصل ٤٩٪ في شهر سبتمبر. و من الملاحظ أن التماثل حول شهر يوليو لم يكن متساويا من حيث النسبة المئوية. و حسب رأي الباحث، هذه النتيجة متوقعة بسبب ظاهرة دفء الأرض و تأثيرها في درجة الحرارة في سبتمبر؛ و لذلك لم تصل نسبة الأوقات إلى مستوى مايو (الجدول رقم ٣، الشكل رقم٤).



الشكل رقم (٤). يوضح نسبة الفروض التي يكون فيها الفناء مناسبا للصلاة فيه خلال كل شهر من فصل الصيف.

الجدول رقم (٣). يوضح النسبة المئوية من أوقات الصلاة حسب كل شهر من الأشهر الحارة عندما يكون الفناء مناسبا لأداء الصلاة فيه.

الشهر	الأوقات التي يستخدم فيها الفناء ٪
إبريل	٦٠
مايو	٤١
يونيو	٢٤
يوليو	١٣
أغسطس	١٤
سبتمبر	٣٣
الأشهر الحارة	٣١

عند مقارنة هذه النتائج بنتائج الدراسات السابقة[٤ ، ص١٧٩-١٨٩] و التي توصلت إلى إمكانية استخدام الفناء لصلاة الفجر ٦١٪ من الأوقات، أي فرق ٥٪. يمكن إرجاع سبب الاختلاف إلى أن الدراسة السابقة استعملت قراءات الساعة الثالثة صباحا بينما استخدمت هذه الدراسة قراءات الساعة الرابعة، و هي أقرب إلى درجة الحرارة الصغرى اليومية. عند مقارنة نتائج صلاة العشاء في الدراستين نجد أن الدراسة السابقة أوضحت أن الفناء ممكن أن يستخدم في ٤٤٪ من الأوقات، أي اقل بـ ٥٪ من نتائج هذه الدراسة، و هذا يمكن تفسيره باختلاف البيانات المناخية في سنوات الدراسة حيث إن وقت الصلاة متساو في كلتا الدراستين، (الجدول رقم ٤).

الجدول رقم (٤). مقارنة بين الدراسة الحالية التي استخدمت فيها جميع البيانات المناخية و الدراسة السابقة التي استخدمت فيها عينة تمثل ٢٠٪ من البيانات المناخية.

الفريضة	الأوقات التي يستخدم فيها الفناء ٪	
	الدراسة الحالية	الدراسة السابقة
الظهر	٧	٣
العصر	٩	١٧
المغرب	٢٣	٢٦
العشاء	٤٩	٤٤
الفجر	٦٦	٦١
جميع الصلوات	٣١.٤	٣٢.٢

الاستنتاجات

في هذه الدراسة يتبين الآتي :

١- إن الدور التقليدي لفناء المسجد مهم في الوقت الحاضر كمكان لأداء الصلوات الخمس. حيث إن التوجه الحالي في بناء المساجد لا يشمل فناء ملحقا بالمسجد. و تؤكد نتائج الدراسة أهمية وجود الفناء كعنصر أساسي في تصميم المساجد، حيث يمكن استخدامه للصلاة في الأوقات المناسبة في فصل الصيف فضلا عن غيره من الفصول المعتدلة.

٢- من النتائج التي توصلت لها هذه الدراسة أنها تبرز أهمية إجراء دراسة موسعة ميدانية لعدة مساجد و وضعها تحت المراقبة لتأكيد النتائج أو تحسينها.

٣- هناك مجال لدراسة نطاق الراحة المناسبة لسكان المنطقة، و التي قد تختلف عن النطاق الذي أوصت به جمعية مهندسي التكييف و التدفئة و التهوية الأمريكية (ASHRAE).

٤- اعتمدت هذه الدراسة على البيانات المناخية التي سجلتها محطات مصلحة الأرصاد و حماية البيئة، و التي تكون غالبا في مواقع خارج الجزر الحرارية الموجودة داخل المدن، وبذلك يوصى بإعادة الدراسة على بيانات مناخية موقعية.

٥- دراسة أثر تشجير الفراغ المحيط بالفناء، و خاصة في المناطق الجافة من المملكة العربية السعودية، على زيادة عدد أوقات الصلوات التي يمكن تأديتها في الفناء.

شكـــر

يشكر الباحث جامعة الملك فيصل على الدعم المستمر للبحث و النشر العلمي. ويخص بالذكر مركز الحاسب الآلي بالدمام للمساعدة على تحليل البيانات.

المراجع

[١] وزارة الصناعة والكهرباء. *الكهرباء في المملكة العربية السعودية، نموها و تطورها حتى عام ١٤١٤ هـ*. الرياض: وكالة الوزارة لشئون الكهرباء، الرياض، ١٩٩٤م.

[٢] الناجم، علي. " الأهمية الاقتصادية للحل المعماري في حفظ الطاقة في المملكة العربية السعودية" . في *سجل الأبحاث لمؤتمر التنمية و تأثيرها في البيئة*. وزارة الشئون البلدية و القروية، الرياض، (١٩٩٧م).

[٣] المقرن، خالد. "مدخل لترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة الرياض". *مجلة جامعة الملك سعود*، م ٦ العمارة و التخطيط. الرياض. (١٩٩٤م).

[٤] الناجم، علي و المفيز، إبراهيم. "أهمية فناء المسجد في البيئة العمرانية الحديثة" *سجل بحوث المؤتمر الهندسي السعودي الخامس*. جامعة أم القرى، مجلد ١ (١٩٩٩م).

[٥] مؤسسة أعمال الموسوعة للنشر و التوزيع. *الموسوعة العربية العالمية*. المجلد ٢٣، الرياض، مؤسسة أعمال الموسوعة للنشر و التوزيع، (١٩٩٦م).

[٦] أبا الخيل، عبد العزيز. "أنواع المساجد". *مجلة البناء*، العدد الأول، (١٩٧٩م).

[٧] آل سعود، خالد بن عبد الله بن مقرن و الحمدي، ناصر بن عبد الرحمن. "أبراج التبريد الطبيعي و أثرها على الأداء الحراري للمساجد"، *سجل بحوث ندوة عمارة المساجد*، جامعة الملك سعود، مجلد ٦، (١٩٩٩م)، ٢٥-٤٠.

[٨] Olgyay, V. *Design with Climate*. New Jersey. Princeton University Press, 1963.

[٩] ASHRAE. *Ashrae Handbook Fundamentals*. SI Edition. Atlanta, American, 1997.

[١٠] Kreider, J. F. and Rabl, A., *Heating and Cooling of Buildings, Design for Efficiency*. New York, McGraw-Hill, Inc., 1994.

[١١] Chandra, S., Fairy, P. W. and Houston, M. M. *Cooling with Ventilation*. Colorado. Solar Energy Research Institute, Golden, 1986.

[١٢] The American Architectural Foundation. *Energy Design For Architects*. (Shaw. A. ed.) Liburn, GA, USA: The Fairmont Press, Inc., 1989

The Role of Courtyard in Mosques in Conserving Electrical Energy

Ibraheem A. Al-Mofeez
Assistant Professor, College of Architecture and Planning
King Faisal University, Dammam
P. O. Box 38798, Dhahran 31942, Saudi Arabia

(Received on 19/7/1420; Accepted for publication on 4/8/1421)

Abstract. The courtyard presents an important design element in the traditional mosques. It is utilized as a secondary space for performing prayers. Nowadays, the courtyards are almost eliminated from the new mosques. All prayers are performed inside the mosque while using mechanical air conditioning for the interior space. Consequently, this led to high power demand and high-energy consumption during the over-heated period (April through September) that amounts to 75% of the total annual energy in the Mosques of the Eastern Province.

Typical Meteorological Year (TMY) data for Dhahran area was used to extract the three variables which affect thermal comfort (Relative Humidity, RH%; Dry-Bulb Temperature, DBT in °C; and Wind Speed, WS m/s) of the over-heated period (April through September). These hourly data were compared with the ASHRAE and Olgyay thermal comfort envelope. The results of this study show savings of up-to 31% in the energy used for cooling the space during the over-heated period.