Comprehensive Journal of Science
Volume (10), Issue (37), (NOV. 2025)
SICST2025, www.sicst.ly
ISSN: 3014-6266

مجلة العلوم الشاملة
عدد خاص بالمؤتمر الدولي الثالث للعلوم والتقنية
المجلد (10)، العدد (37)، (نوفمبر2025)
ردمد: 3014-6266

دراسة مرجعية لإداء الرصف الخرساني بالمطارات بمناطق الاجواء الحارة في ليبيا

د.ابوالقاسم يحي ابوصبيع[1] أ. مروان سالم اشكندالى[2] د.نجيب حسن اسويسي3

abulgasem .abusbuea@sabu .edu .ly

1 *أستاذ مساعد بقسم الهندسة المدنية كلية الهندسة صبراته / جامعه صبراته

2 ,محاضر بقسم الهندسة المدنية كلية الهندسة – صبراته / جامعه صبراته

3 استاذ مساعد بقسم الهندسة المدنية كلية الهندسة –صبراته /جامعة صبراته

A benchmark study of the performance of concrete pavement at airports in hot climate areas in Libya

Abulgasem yahya 1 , Najeb Sawsi *2 , marwoan salam3

1,2,3 Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sabratha , Universityof Sabratha, Sabratha,libya

Abulgasem.abusbuea@sabu.edu.ly

Received: 30-09-2025; Revised: 10-10-2025; Accepted: 31-10-2025; Published: 25-11-2025

الملخص:

تتميز ليبيا بمناخ معتدل نسبيا شمالا ومناخ صحراوي (حار – جاف) جنوبا، حيث تتصف مناطق المناخ الصحراوي بارتفاع درجة حرارتها وانخفاض معدل سقوط الأمطار بالإضافة إلى التغير الكبير في درجات الحرارة بين الليل والنهار, ونظرا لوجود العديد من مطارات الطيران بهذه المناطق الجنوبية. لها ساحات وقوف الطائرات وساحات الصيانة , لذلك ظهرت العديد من المشاكل في الرصف الخرساني عند الفواصل الانشائية بهذه الساحات كان نتيجتها ضعف في أداء الرصف .وتهدف هذه الدراسة لمعرفة المسببات وميكانيكية الاضرار بالرصف الخرساني في المطارات الموجودة بالمناطق الحارة الجافة في ليبيا واقتراح طرق المعالجة ومعرفة الرصف الخرساني والفواصل الانشائية .

تمت في هذه الدراسة المرجعية والميدانية للمطارات الموجودة في المناطق ذات الاجواء الحارة وهي مطار غدامس سبها للتعرف على جميع الرصفيات الخرسانية وفواصل الانشائية بين الرصف الخرساني والاكتاف الاسفلتية ومنطقة الانتقال بين الرصف الخرساني والرصف الاسفلتي وتحديد الاضرار السائدة والمشابهة للرصف الخرساني بهذه المطارات..

من خلال تحليل مسببات حدوث الاضرار اتضح ان معظمها بالرصف الخرساني لها علاقة مباشرة اوغير مباشرة بحركة البلاطات الخرسانية حيث تم التوصل الى ان الاضرار كانت متشابهة وهي اتساع الفواصل بين الرصف الخرساني والاكتاف الاسفلتية وامتلائها بالرمال وارتفاع الرصف الاسفلتي فوق منسوب سطح الرصف الخرساني واتساع فواصل التمدد مسافة تصل الى 5سم وامتلائها بالرمال كما بمطار سبها واتساع بعض فواصل الانكماش مسافة تصل الى 10سم وامتلائها بالرمال وكانت نتيجة التمدد الحراري للخرسانة وارتفاع في درجات الحرارة .واتضح ان الفاصل بين الرصف الخرساني والاسفلتي عند نهاية البلاطة الخرسانية المطمورة يتسع اثناء حركة الانكماش وتتخلله الرمال وعند تمدد الرصف الخرساني يرتفع الرصف الاسفلتي الى اعلى نتيجة لدفع

الرصف الخرساني عليه ينهار الرصف الاسفلتي .واقترحت طرق للمعالجة باستخدام كمرة منع انتقال الحركة بين الرصف الخرساني والاسفلتي وكذلك رصف شريط بعرض 1.5 متر الى 2متر بالركام فقط محاذيا للرصف الخرساني تعالج فواصل التمدد المتسعة بازالةالبلاطة بالكامل واعادة صبها .

من استنتاجات هذه الدراسة ان فشل التصميمات لم يأخذ الظروف البيئة بمطار غدامس في الاعتبار مثل التغيير الكبير في درجات الحرارة سبب تمد وانكماش مفرط وبالتالي الارتفاع قيمة معامل التمدد للخرسانة وهذه الحركة الحرارية المتكررة سببت اتساع الفواصل , وتمت التوصية عند انشاء رصفيات خرسانية بالمناطق الحارة يجب ان لا تزيد المسافة بين فواصل التمدد عن 30 متر وان تكون شبكة التسليح مستمرة عبر فواصل الانكماش وكذلك استخدام نظام كمرة منع انتقال الحركة بالبلاطات النهائية لساحات الرصف الخرسانية وخاصة عند التقاء الرصف الخرساني بالرصف الاسفلتي .

الكلمات الدالة : خرسانة ,الرصف الخرساني الصلب, فواصل التمدد والانكماش, درجات الحرارة

Abstract: Libya is characterized by a relatively moderate climate in the north and a desert climate (hot and dry) in the south, where the desert climate areas are characterized by high temperatures and low rainfall rates in addition to the large change in temperatures between night and day, and due to the presence of many airports in these southern regions. It has aircraft parking areas and maintenance areas. Therefore, many problems appeared in the concrete paving at the construction joints in these areas, resulting in poor paving performance. This study aims to identify the causes and mechanisms of damage to concrete paving in airports located in hot, dry areas in Libya and to suggest treatment methods. And to know concrete paving and construction joints.

This study included a field and reference study of airports located in hot climate areas, namely Ghadames, Sebha, airports, to identify all concrete pavements, construction joints between concrete pavements and asphalt shoulders, and the transition zone between concrete pavements and asphalt pavements, and to identify the prevailing and similar damages to concrete pavements at these airports.

By analyzing the causes of damage, it became clear that most of them in concrete pavement are directly or indirectly related to the movement of concrete slabs. It was found that the damages were similar, namely the widening of the gaps between the concrete pavement and the asphalt shoulders, their filling with sand, and the elevation of the asphalt pavement above the level of the concrete pavement surface. The expansion joints widened by a distance of up to 5 cm and were filled with sand, as at Sebha Airport, and some contraction joints widened by a distance of up to 10 cm and were filled with sand, as a result of the thermal expansion of the concrete and the rise in temperatures. It became clear that the gap between the concrete and asphalt pavement at the end of the buried concrete slab widens during the shrinkage movement and is penetrated by sand. When the concrete pavement expands, the asphalt pavement rises upwards as a result of the concrete pavement pushing on it. The asphalt pavement collapses. Treatment methods were suggested using a camera to prevent movement transfer between the concrete and asphalt pavement, as well as paving a strip 1.5 to 2 meters wide with aggregate only, adjacent to the concrete pavement. Wide expansion joints are treated by removing the entire slab and re-pouring it.

One of the conclusions of this study is that the failure of the designs did not take into account the environmental conditions at Ghadames Airport, such as the large change in temperatures, which caused excessive expansion and contraction, and thus an increase in the value of the coefficient of expansion of the concrete. This repeated thermal movement caused the expansion of the joints. When constructing concrete pavements in hot areas, it was recommended that the distance between expansion joints should not exceed 30 metres, that the reinforcement mesh should be continuous

across the contraction joints, and that a beam system should be used to prevent movement transmission in the final slabs of concrete paving areas, especially where the concrete pavement meets the asphalt pavement.

Keywords: concrete, solid concrete pavement, expansion and contraction joints, temperature

مقدمة: Simplified Arabic

شهدت ليبيا نهضة عمرانية واسعة كإنشاءات المطارات والموانئ وغيرها في كافة ربوع ليبيا . الامر الذي ادي الى ضرورة فهم ومعرفة المواصفات العالمية لأسس انشاء وصيانة هذه المطارات وخاصة في المناطق الصحراوية لا داء الرصف الخرساني بها.

حيث ان الرصف الخرساني يرصف على شكل بلاطات مسلحة او غير مسلحة بأبعاد معينة يفصلها عن بعض فواصل طولية وعرضية وهو يتكون من خليط من الركام الناعم والخشن والاسمنت والماء حيث تصب البلاطة في مكانها او ترسل للمواقع جاهزة وتكون على تربة الاساس مدموكه بشكل ممتاز وصب سمك الخرسانة اما بالنسبة للرصف المرن فهو علي تربة الاساس مدموكه الي اعلي كثافة وطبقة الاساس الحبيبي وطبقات الرصف الاسفلتي ويوضح الشكل رقم 1 طبقات الرصف الخرساني والرصف الاسفلتي .ويتم عمل هذا الرصف الصب (الخرساني) في المطارات للمهابط الخاصة بالطيران وفي الاشارات الضوائية بالطرق كما بالشكل رقم (2).

و يتسم مناخ المناطق الصحراوية بالارتفاع الكبير في درجات الحرارة خاصة في فصل الصيف ، هذا بالإضافة إلى انخفاض كمية ونسبة الرطوبة في الهواء ووجود رياح ساخنة . إن هذه الظروف المميزة للبيئة الصحراوية هي ظروف في الغالب غير مثالية لصناعة وإ نتاج الخرسانة ، حيث تعمل على زيادة معدل التبخر لمياه الخلط وفقدانه بسرعة ، الأمر الذي من شأنه أن يؤثر على قابلية التشغيل للخرسانة وعملية الشك وعدد آخر من خواص الخرسانة من أهمها خاصية الانكماش أو مايعرف بالتغير الحجمي للخرسانة المتصلدة في الهواء نتيجة تعرضها للجفاف.

2-الرصف الصلب

يتميز الرصف الطلب بميزة الصلابة ولها مقاومة كبيرة للانحناء بميزة المرونة و من المعروف ان هناك نوعان من الرصف هما الرصف الصلب من الخرسانة الاسمنتية يوجد تحتها اساس مساعد كما بالشكل رقم(1) والمرن من الخلطات الاسفلتية رصف طبقات اسفلتية يتم انشاؤها فوق طبقتي الاساس والاساس المساعد ان وجد واللتان تنشأن فوق التربة التأسيسية المدموكة دمكاً جيداًكما بالشكل رقم (2) ,والتصميم الجيد هو الذي يحقق التوازن بين النواحي الهندسية والنواحي الاقتصادية ,والرصف المرن له القادرة على نقل الاجهادات على سطح الرصف خلال طبقات الرصف المختلفة حتي طبقة التربة التأسيسية الحاملة للرصف اما الرصف الصلب وبسبب جساءته وارتفاع معامل المرونة له فانه يميل الى توزيع الحمل على مساحة اوسع نسبياً على تربة التاسيس وعلى ذلك فان جزءاً رئيسياً من القدرة الانشائية لهذا النوع من الرصف يكون عن طريق بلاطات الخرسانة نفسها ,ولذلك فان التغيير الطفيف في مقاومة التربة يكون تأثيره بسيطا على القدرة الانشائية للرصف

الصلب . والرصف الخرساني اكثر ديمومة من الطرق الاسفلتية واطول عمرا ولا تحتاج لصيانة كبيرة فى ظل الظروف المناخية مثل حرارة الجو والامطار مثل الطرق الاسفلتية كما لا يؤثؤ فيها تسرب المواد البترولية

ويتطلب تنفيذ الرصف الخرساني اتباع المواصفات التالية-:

1 -العناية بتهيئة الارض الطبيعية ومعالجة الضعيف منها واستبداله بتربة قوية مع الدمك الجيد.

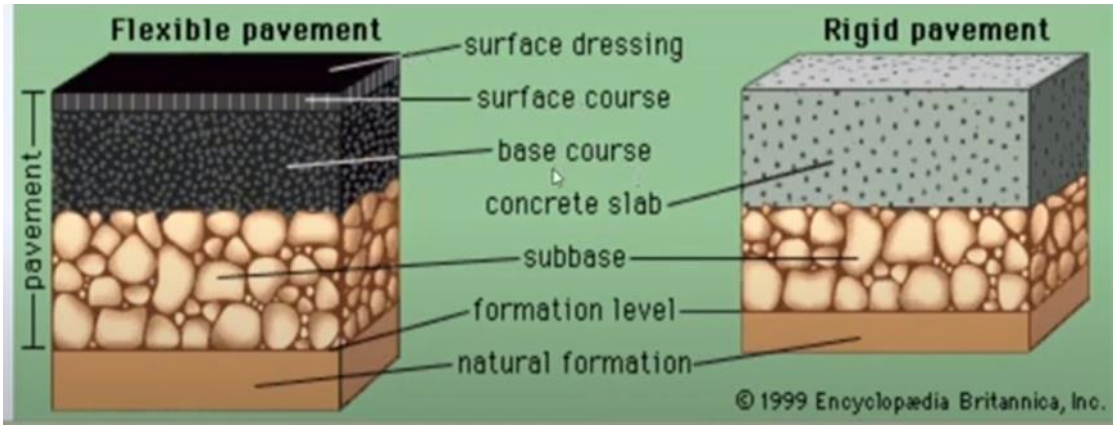
2- يجب ان تكون التربة المستخدمة في التعلية الترابية ذات مواصفات تعطي دمك جيد حيث من اهم الامور يجب ان تكون كثافتها لا تقل عن 1.7 gr / cm^3 وذات CBR لايقل عن 4٪ وتكون ذات حدود لدونه وسيوله مطابقة لحدود المواصفة وكذلك يجب ان تكون خالية من الشوائب وجذور النباتات والمواد العضوية المتفسخة وغير ملوثة باحد المشتقات النفطية

3 -طبقة Subbaseيجب ان تكون بالنوعية والسمك المحددين من قبل الاستشاري المصمم وذات كثافة لا تقل عن 2 gr / cm^3 وذات CBR لايقل عن وبسمك لايقل عن20 سم للطبقة الواحدة.

4- في مرحلك صب خرسانة الارضيات يجب فرش طبقة من النايلون السميك (بولي اثلين) للمحافظة على ماء الخلط من التسرب الى طبقة الخصى الخابط..

5 -مراعاة عمل المفاصل بكافة انواعها مفاصل التمدد والتقلص العرضية والمفاصل الطولية .

6 -العناية بالإنضاج Curing بالماء او باحد الطرق الحديثة مع ملاحظة تغطية الخرسانة بعد الصب



شكل رقم 1 شكل رقم 2

3-طرق تصميم الرصف الصلب

- طريقة الادارة الفدرالية للطيران FAA
- طريقة الاسمنت البورتلاندي PCA
- طريقة اشتو AASHTO

4-انواع البلاطات الخرسانية المستخدمة في الرصف الصلب

- **بلاطات الخرسانة العادية** يتم استخدام الخرسانة العادية وقد تستخدم اسياخ عند الفواصل العرضية لغرض نقل الاحمال ومنع اتساع الفواصل عند الفواصل الطولية ,وابعاد هذه البلاطات صغيرة حتي لا يتولد اجهادات شد تزيد عن مقاومة الخرسانة في البلاطة .
- **بلاطات الخرسانية المسلحة** تستخدم هذا النوع اذا زادت اجهادات الشد عما تتحمله الخرسانة نتيجة زيادة المسافات بين الفواصل العرضية . مع استخدام اسياخ حديد عند الفواصل
- **بلاطات الخرسانة المسلحة المستمرة** تحتوي على نسبة من الحديد وتكون المسافة بين الفواصل اكبر من 14متر

4-1اختيار نوع البلاطات الرصف الصلب

يتم اختيار وتصميم نوع الرصف بناء على ابعاد البلاطات المستخدمة والاجهادات المتوقعة فيها والتي تنتج عن احمال المحاور والتغير في الحرارة (التمدد-الانكماش- الالتواء)وعدم تجانس الخلطة الخرسانية واتغيير الحجمي في طبقات التأسيس االو الاساس .ويتوقف اختيار نوع الرصف على الاجهادات التي تتولد نتيجة تغير منتظم في درجات الحرارة والرطوبة والتي تتسبب في تمدد البلاطات وانكماشها

4-2الاضرار التي تحدث في البلاطات الخرسانية

- في حالة عدم التصميم الصحيح للسمك الكلي للرصف يحدث كسر للبلاطة نتيجة زيادة الاحمال
- اتساع الفواصل بين الرصف الخرساني واكتاف الخرسانة الاسفلتية
- اتساع الفواصل التمدد
- التاثير المناخي على الخرسانة الغير محتوية على فراغات هوائية

4-3السمك التصميمي لبلاطات الرصف الخرساني

نظراً لان مسالة تحليل الاجهادات في الرصف الخرساني معقدة تعتبر طريقة جمعية الاسمنت البوتلاندي الامريكية من انسب الطرق حيث انها تعتمد هذه الطريقة على معادلات وسترجارد لتحليل الاجهادات

5-مشاكل خرسانة المناطق الصحراوية

5-1 صعوبة التشغيلية

:تعتبر هذه المشكلة من أكثر المشاكل التي تواجه المهندسين أثناء تنفيذ خرسانة المناطق الصحراوية، والتي تعيق عمليات مناولة الخرسانة في الموقع. حيث تنتج هذه المشكلة من زيادة معدل تميؤ الإسمنت والفقد السريع للماء بسبب تبخره. وتوثر على مقاومة وديمومة الخرسانة. [1 2, 3,] .

5-2سرعة الشك

:بسبب ارتفاع درجة الحرارة تزداد سرعة تفاعل الإسمنت مع الماء وبالتالي فإن زمن الشك سيتقلص. ونتيجة لذلك تتولد مسامات شعرية بين الأجزاء الصلبة للعجينة الإسمنتية ،التي بدورها ستولد إجهادات شد تعمل على غلق المسامات كما أن الخرسانة الداخلية ستقاوم عملية الانكماش مما يولد إجهادات شد في السطح [4]. وحين تتجاوز هذه الإجهادات مقاومة شد الخرسانة التي مازالت ضعيفة تحدث التشققات السطحية. ويزداد حدوث تشققات الإنكماش اللدن عندما تكون رطوبة الجو منخفضة وعندما تتعرض هذه المسطحات للرياح و درجات الحرارة العالية. ويتراوح طول هذه التشققات من 1 إلى 2 سم . وبسمك يتراوح من 0.1 إلى 3 مم [3[

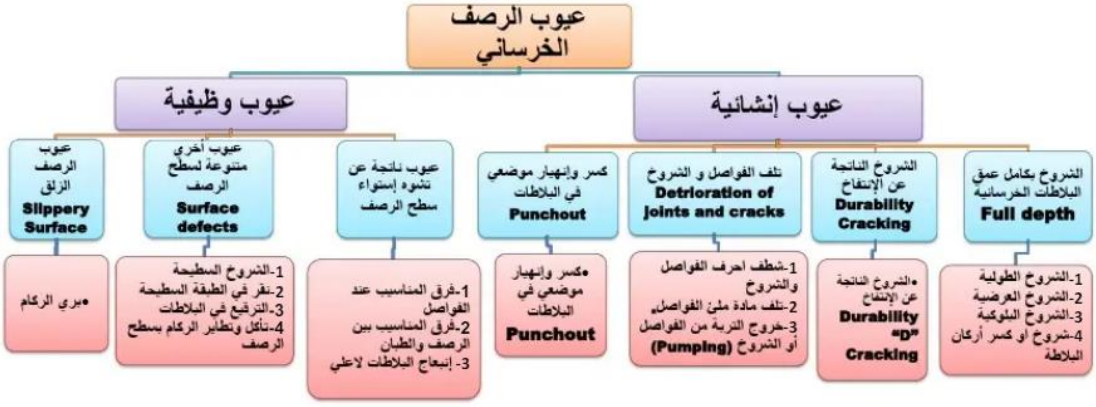
5-3المقاومة

تعتبر ارتفاع درجة حرارة الجو من المؤثرات الأساسية على عملية تميؤ الإسمنت، ولذا نتوقع أن هذه العملية تتسارع بارتفاع الحرارة والذي من المفترض أن يعطي مقاومة أفضل للخرسانة. لكن هذا صحيح فقط بالنسبة لمقاومة الخرسانة في الأيام الأولى من عمرها [4,3]. حيث أثبتت عدة دراسات أن المقاومة عند 28 يوم تقل بسبب تسارع عملية التصلد في الجو الحار، ويرجع ذلك إلى أن المواد الناتجة من عملية تميؤ الإسمنت في الجو الحار تكون كثافتها اقل من تلك الناتجة تحت درجات الحرارة العادية (±5 20 .)°كما أن إضافة الماء للخرسانة في الموقع للتغلب على مشكلة صعوبة التشغيل من شأنه تقليل المقاومة والخرسانة المتصلدة المنفذة في المناطق الصحراوية تكون مساميتها أعلى ومقاومتها أقل من تلك المنفذة كما ذكر سابقا في الظروف العادية. كما تتعرض المسطحات الخرسانية في الجو الصحراوي إلى تشققات الإنكماش اللدن.

5-4تاثير تغيرات درجات الحرارة على الرصف

إن شدة التغيرات الحرارية على طبقات الرصف تعتمد على نوعية الرصف ففي الرصف المرن فإن التغيرات الحرارية تؤدي إلى تغيرات في صلابة هذه الطبقة . اما الرصف الصلب فان التغيرات الحرارية تودي الى ظهور اجهادات حرارية [5]يجب اخذها بعين الاعتبار حين تصميم سماكة بلاطة الرصف الصلب.

5-5عيوب الرصف الخرساني وهي كالتالي كما بالشكل رقم 3



شكل رقم 3

6-فواصل الرصف الصلب

تقسم الفواصل الى اربعة انواع تبعاً للغرض الذي تستعمل من اجله

6-1فواصل الانكماش العرضية Transverse contraction joints

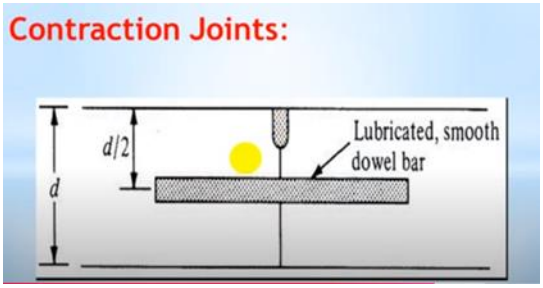
تنفذ فواصل الانكماش العرضية للبلاطات الخرسانية العادية والمسلحة للتحكم في الشروخ الناتجة في الخرسانة كما بالشكل رقم (3)[6] وتتراوح مسافات تنفيذ هذه الفواصل الى :

- البلاطات من الخرسانة العادية من 4.5 الى 6 متر
- البلاطات من الخرسانة المسلحة من 12 الى 30 متر

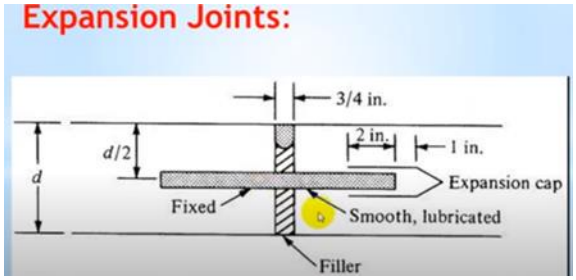
ويتم تنفيذ هذه الفواصل عن طريق عمل فتحة في البلاطة تنشر بواسطة انواع خاصة من المناشير بعد تماسك الخرسانة اوعن طريق وضع شرائح مؤقتة من المعدن او البلاستيك في مكان الفاصل اثناء صب الخرسانة ويكون الفاصل من 8-10 مم وعمق سدس سمك البلاطة او وضع اوتاد حديد ملساء لربط البلاطات المتجاورة ببعضها وتدهن نصف الاوتاد بمادة البيتومين لمنع التماسك بينهما وبين الخرسانة ويسمح الاوتاد بالانزلاق داخل البلاطة الخرسانية من ناحية واحدة من الفاصل ضرورة وضع الاوتاد ارتفاع ثابث ومسافات متساوية

6-2فواصل التمدد العرضية Transverse Expansion joints

تصمم هذه بالفواصل لتسمح بتحرك بلاطات الرصف في الاتجاه الطولي عند تمددها تحت ثاثير ارتفاع درجات الحرارة بصفة خاصة وذلك لتقليل الاجهادات الضغط العالية التي تتعرض لها البلاطات[6] , وسمك البلاطات من 0.5 الي بوصة ويجب ان تكون نصف طول القضيب متماسكاً في الخرسانة البلاطة على احد جانبي الفاصل كما بالشكل رقم (4), (5)



الشكل رقم 4



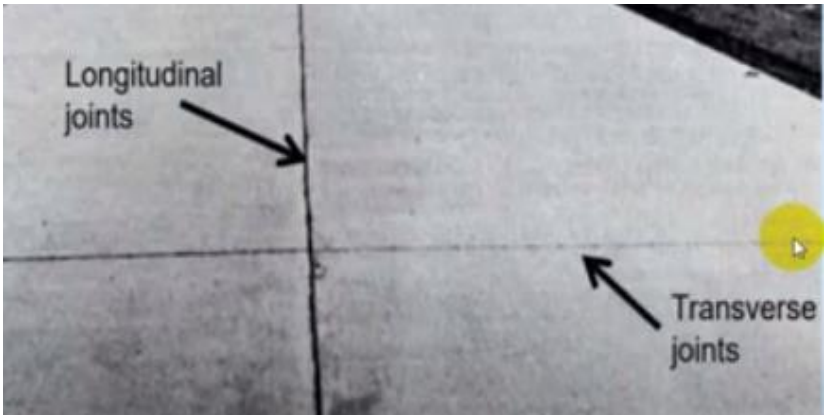
الشكل رقم 5

6-3فواصل طولية Longitudinal joint

تستمر الفواصل الطولية بطول الطريق وتقسمه الى حارات المرور بغرض تقليل جهود الالتواء بحيث لا تتكون شروخ كما بالشكل رقم (6)

6-4فواصل انشائية construction joint

تنشأ في حالة انتهاء العمل اليومي او توقف العمل في الانشاء لسؤء الاحوال الجوية لو تكون اما من تكون اما من نوع فواصل التمدد او الانكماش او فقط قطاع طولي بين الخرسانة القديمة والجديدة كما بالشكل رقم (6)



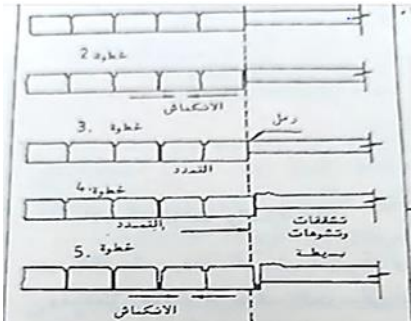
شكل رقم (6)

7-بعض الدراسات المرجعية على المطارات في المناطق الحارة

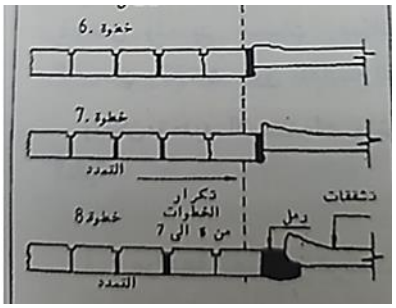
7- 1 دراسة اداء الرصف مطار غدامس [7]

المطار يتكون من مهبط رئيسي بطول 4200 م من رصف اسفلتي وطول 300 م رصف خرساني ومهبط ثانوي بطول 2000متر اسفلتي وساحة وقوف الطائرات وساحة صيانة الطائرات من الرصف الخرساني بمساحة 80000متر مربع وكانت الاضرار الاكثر بالرصف الخرساني بالمطار وهي :

- –اتساع الفواصل بين الرصف الخرساني والاكتاف الاسفلتي وامتلائها بالرمال وارتفاع الرصف الاسفلتي فوق منسوب سطح الرصف الخرساني بمقدار يصل الى 200ملم ويبدا على مراحل حركة الباطات الخرسانية كما بالشكل رقم (7) وهذا بسبب عند انتقال البلاطة الخرسانية الى نهاية الرصف الخرساني تدفع الاكتاف الاسفلتية الى الخلف واثناء حركة الانكماش يدخل الرمال بالفاصل كما بالشكل رقم (8) باقي مراحل حركة البلاطات



الشكل رقم 7



الشكل رقم 8

- الخرسانية .وبتكرار هذه الظاهرة عبر السنين وغياب الدورية يستمر دفع الاكتاف الاسفلتيه الى الخلف والذي بدوره يسبب في انبعاج وارتفاع الرصف الاسفلتي الى اعلي فوق منسوب الرصف الخرساني .

الشكل رقم (7) الشكل رقم (8)

- –اتساع الفواصل عند نهاية وبداية البلاطة الخرسانية المطمورة وامتلائها بالرمال وبروز الرصف الاسفلتي بجوانب الفواصل واختلاف هذا المنسوب او تموج سطح الرصف عند التقاء الرصف الخرساني بالرصف الاسفلتي يودي الى حدوث مخاطر على الطائرات وحركة الطيران . وسبيب اتساع الفاصل بين الرصف الخرساني والرصف الاسفلتي عند نهاية البلاطة الخرسانية المطمورة يتسع اثناء حركة الانكماش وتتخلله الرمال وعند تمدد الرصف الخرساني يرتفع الرصف الاسفلتي الى اعلى نتيجة لدفع الرصف الخرساني كما بالشكل رقم (8).
- –اتساع فواصل التمدد مسافة تصل الى 50 ملم وامتلائها بالرمال .
- –اتساع بعض فواصل الانكماش العريضة مسافة تصل الى 100ملم وامتلائها بالرمال عبر السنين كان السبب في استمرار التوسع في الفواصل .

الشكل رقم 9

الشكل رقم 10

حيث ان مقاومة الخرسانة تعتمد على مدي جودتها و مطابقتها للخلطة التصميمة الخرسانية تم اخذ قوالب خرسانية من مختلف الساحات الخرسانية لاختبار مقاومتها للضغط وكانت النتيجة تشير الى ان المتوسط للمقاومة MPa33 والتي تزيد عن المقاومة المطلوبة MPa32 بعد 28 يوم وفق التصميم وجميع فواصل الانشاء في حالة جيدة ,

7-1-1مسببات حدوث الاضرار نتيجة الحرارة بمطار غدامس

حيث فشلت تصميمات البلاطات الخرسانية في اخذ الظروف البيئية بمنطقة غدامس في الاعتبار مثل التغيير الكبير في درجات الحرارة والذي سبب حركات تمدد وانكماش.

تم ايجاد مقدار التمدد في الفواصل الخرسانية طبقاً درجات الحرارة الخاصة بالمنطقة حيث كانت الفرق بين اعلي واقل درجة حرارة هي 41.5درجة مئوية ومن نتائج الاختبارات التي اجريت على العينات المستخلصة من ساحات المطار فان معامل التمدد الحراري لخرسانة =13.54×10^{-6} ومعامل الانكماش بالمنطقة 0.000250ومنها ايجاد مقدار التمدد =$\alpha t\ \Delta t\ L$

مقدار التمدد = 13.54×10^{-6} ×50 ×41.5 =28.1مم

مقدار الانكماش =50×0.00025=12.5مم

مقدار صافي التمدد =28.1- 12.5 =15.6مم

ومقدار التمدد وحركة الخرسانة المتوقعة عند نهاية بلاطة الخرسانة 50 متر وبمقارنة هذه القيمة 15.6مم بمقدار اتساع الفاصل التمدد 20 مم وهذا يبين تاثير درجة الحرارة عى فواصل التدد

7-2بعض مشاكل الارصفة في مطار سبها براك الكفرة

من خلال موقع لمطار سبها تبين ان هناك اتساع لفواصل التمدد وامتلائها بالرمال نتيجة التغيير في درجات الحرارة يحدث للخرسانة تغير في حجمها وبالتالي يحدث التمدد كما بالشكل رقم (11)و(12) وتغيير في منسوب هذه البلاطات الخرسانية وبالتالي يسبب مشاكل لحركة الطائرات ,واتساع الفواصل بين الرصف الخرساني والاكتاف الاسفلتية وعند انتقال حركة البلاطات الخرسانية الى نهاية الرصف الخرساني تدفع الاكتاف الاسفلتية الى الخلف واثناء حركة الانكماش يحدث بالرمال وبتكرار هذه الظاهرة يستمر في دفع الاكتاف الإسفلتية الى الخلف والذي بدوره يسبب في انبعاج الرصف الاسفلتي .

الشكل رقم 11

الشكل رقم 12

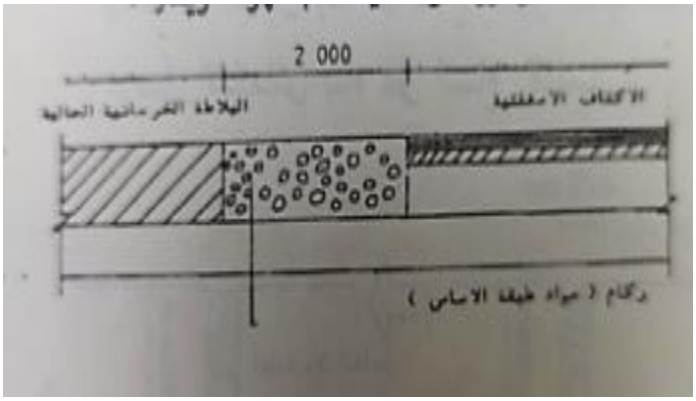
8-طرق المعالجة

1- تعالج الفواصل بازالة جميع الاتربه والرمال من الفواصل كما بالشكل رقم (13)حتي تكون الفواصل قادرة على امتصاص حركات تمدد والانكماش الخرسانة

2- -طريقة استخدام كمرة منع انتقال الحركة هي انسب واكفا الطرق لمعالجة الاضرار بمنطقة الانتقال من الرصف الخرساني الى الرصف الاسفلتي

3- طريقة رصف شريط بعرض 1.5متر الى 2متر بالركام فقط بالأكتاف محاذيا للرصف الخرساني من انسب الحلول اقتصادياً وعملياً حيث ان الشريط قادر على امتصاص حركة الخرسانة وسهولة الصيانة كما بالشكل رقم (14)

4- تعالج فاصل الانكماش والتمدد الذي يزيد اتساعه عن 30ملم بالإزالة البلاطة بالكامل ويعاد صبها مع اضافة وظيفة فاصل التمدد للفواصل الناشئة



الشكل رقم 13 **الشكل رقم 14**

-الخلاصة والاستنتاجات

لقد تم في هذا البحث دراسة وتحليل حالة الرصف الخرساني ومناطق التقاء الرصف الخرساني بالرصف الاسفلتي بمهابط غدامس وبراك وسبها والكفرة واوباري وتحديد مسببات الاضرار بالرصف الخرساني .

- لتحسين الرصف الصلب والتحكم في في التمدد الحراري ضرورة استخدام الياف او البوليمرات او مواد تقلل من ثاتير التغيرات الحرارية في انتاج الخرسانة . وكذلك استخدام خرسانة عالية الاداء ذات جودة عالية .

- لوحظ ان اتساع فواصل التمدد التقاء الرصف الخرسانى بالاكتاف الاسفلتية ومنطقة الانتقال من الرصف الخرسانى الي الرصف الاسفلتي فشلت التصميمات في اخذ الظروف البيئية بمنطقة الدراسة غدامس في الاعتبار مثل التغيير الكبير في درجات الحرارة حيث كانت درجة الحرارة في اكتوبر 1981 – 49 درجة مئوية وفي شهر مارس 1982كانت 7.5 درجة مئوية والذي تسبب في حدوث حركات تمدد وانكماش .

- -بسبب التغيير الكبير في درجات الحرارة بمنطقة الدراسة والذي وصل الى 41.5 درجة مئوية والارتفاع النسبي في قيمة معامل التمدد لان كلما زادت كمية الاسمنت بالخرسانة كلما زاد معامل

تمددها وكان 13.54×10^{-6} وكان اكبر من المتوقع وبالتالي هذه ا لحركات الحرارية تسببت في اتساع الفواصل وبالتالي تخلل الرمال المتحركة للفجوات التاتجة بالفواصل.

- ننتيجة لعدم الصيانة الدورية وازالة الرمال من الفواصل تفقد الفواصل القدرة على امتصاص حركات التمدد والانكماشِ .
- يتم ازالة البلاطة بالكامل عند اتساع فواصل التمدد والانكماش عن 30 ملم واعادة صبها
- عند انشاء الرصف الخرساني في المناطق الحارة يجب ان لاتزيد المسافة بين فواصل التمدد عن 30 متر
- يجب ان تكون شبكة التسليح مستمرة عبر فواصل الانكماش
- –يجب استخدام نظام كمرة منع انتقال الحركة بالبلاطات النهائية لساحات الرصف الخرسانية

المراجع

[1] CIP 12, “Hot Weather Concreting”, Concrete in Practice, NRMCA, www.nrmca.org.

[2] CCAA, “Hot Weather Concreting”, Cement concrete and aggregate 2004Australia, Sydney, Australia, 7 P.

[3] Bella, N., Bella, I. and Asroun, A., “A review of hot climate concreting, and the appropriate procedures for ordinary jobsites in developing countries”, MATEC Web 2017 of Conferences 120,10 p.

[4]. ACI 305R, , “Guide to Hot Weather Concreting,” American Concrete Institute, 2010 Farmington Hills, USA, 20 p.

[5]د.نورالدين خلف ,رازن الهزار"تعزيز وتحسين الرصف الطلب مدرج المطارات"اجامعة الوطنية , سوريا,2025

[6]شفيق جندية "هندسة الطرق والتصميم الانشائي"الجامعة الاسامية ,غزة ,فلسطين ,2000

[7]د. محمدالشتوي,د.طاهرحسين,الساعدي معمر ,موسي عمر "اداء الرصف الخرساني بالمناطق الصحراوية الحارة الجافة " مجة ابحوث الهندسية , جامعة طرابس , ليبيا ,1996