مدى اختلاف البيئة في مناطق المملكة وأثرها على صناعة الخرسانة

حبيب مصطفى زين العابدين

وزارة الأشغال العامة والاسكان - الرياض - المملكة العربية السعودية

المستخلص : تتأثر صناعة الخرسانة بالبيئة (الظروف المناخية والطبغرافية والجيومورفولوجية) وحتى وقت قريب كان الحديث يتم عن صناعة الخرسانة في البيئة بمفهوم كبير وعام كصناعة الخرسانة في الجو الحار أو الجو البارد أو الأجواء والتربة الملوثة بالأملاح ... بينما يتنامى في الوقت الحاضر اتجاه لدراسة تأثير البيئة الصغيرة بمفهومها الشامل والمحيطة مباشرة بالمنشأ ليتم تصميم الخرسانة وبالتالي المنشأ بالشكل الذي يقاوم هذه البيئة ويناسبها . ومن هذا المنطلق فانه من المؤكد أنه لا يمكن أن تصنف المملكة على أساس بيئة واحدة فاختلاف درجات الحرارة ونسبة الرطوبة والاختلاف الكبير في التكوينات الجيولوجية ..إلخ يكاد يلمس في المدينة الواحدة فكيف بالاختلاف بين المناطق المختلفة من المملكة . يحاول المؤلف بما يتوفر لديه وله من معلومات وضع الأسس الأولية لتكوين فكرة عن المناطق البيئية الصغيرة المختلفة للمملكة ودرجة قسوتها وخطورتها على تعمير ومتانة المنشآت الخرسانية وما قد يتطلب ذلك من احتياطات خاصة لكل بيئة..بالإضافة إلى إلقاء الضوء على اختلاف آثار هذه البيئات على المنشآت الخرسانية في المملكة .

١ - تمهيد

لا تعطي المواصفات والكودات العالمية حتى الآن عناية خاصة ودقيقة وشاملة لآثار البيئة على صناعة الخرسانة وتعميرها ... وأكثر ما هنالك بيان للآثار السلبية والاحتياطات التي يجب أن تؤخذ عند صناعة الخرسانة في الجو الحار [١] أو البارد [٢]. فطبقاً لتقرير اللجنة (٣٠٥) التابعة لمعهد الخرسانة الأمريكي يعرف الجو الحار على أنه أي خليط من الظروف التالية :

ارتفاع درجة حرارة الجو المحيط ، درجة حرارة الخلطة ، الرطوبة النسبية للجو ، سرعة الرياح ، أشعة الشمس المباشرة والتي تؤدي مجتمعة إلى زيادة معدل فقدان رطوبة الخرسانة (تبخر الماء منها) وزيادة معدل اماهة الأسمنت وهذان يتسببان بالتالي في الاضرار بجودة الخرسانة الطازجة ، والمتصلدة ولا يتطرق هذا التقرير إلى الظروف البيئية الأخرى مثل الطبغرافية والجيومورفولوجية (Geomorphological) والتي لا تقل آثارها السلبية عن آثار الجو الحار أو البارد بل تبقى آثارها السلبية على الخرسانة وتتنامى طوال عمرها ، هذا بالإضافة إلى أن تعبير الجو الحار عامة ليس صحيحاً فقساوته ودرجة تأثيره تختلف من بلد لآخر ومن منطقة لأخرى .

وقد حاولت اللجنة الفنية رقم (٩٤) للخرسانة في الجو الحار [٣] التابعة لمنظمة ريليم العالمية أن تعطي مفهوماً آخر للجو الحار وأن توجد له تقسيمات وأن تفرق بين الجو الحار الرطب ، الجاف ، المعتدل ، الصحراوي ، الساحلي ، الداخلي .. إلخ وتركز على أهمية تقويم تأثير الجو الحار والظروف البيئية المحيطة بالمنشأ مباشرة (Micro) وليس على أساس الجو الحار والبيئة العامة لمنطقة شاسعة واسعة (Macro) بمعنى أنه لا يكفي أن تصمم المنشآت للجو الحار بمفهومه الشامل أو المحدود وإنما لابد أن نصممها للظروف الجوية والجغرافية والطبغرافية .. إلخ للمنطقة المحيطة بها أو المدينة التي ستبنى فيها ، ونظراً لضخامة العمل وعدم توفر المعلومات الكافية لتغطية المناطق الحارة

بالعالم فقد ظل تقرير اللجنة مسودة لم تر النور بعد [٣] ، ونعتقد أنه على الباحثين في المملكة أن ينهجوا مثل النهج الصحيح ويعملوا على تطوير مواصفات وكودات تناسب ظروف ومناطق المملكة المختلفة يتم على أساسها وبموجبها تصميم المنشآت الخرسانية ، وتسهم هذه الورقة بجهد متواضع في هذا الاتجاه .

٢ ـ اختلاف البيئة في المملكة

٢ ـ ١ ـ عام

نعني بالبيئة كل الظروف الخارجية المحيطة مباشرة بالمنشآت الخرسانية والتي تشمل ولا تقتصر على الظروف الجوية والطبغرافية وقشرة وسطح الأرض وغير ذلك مما يؤثر على المواد الخام وإنتاج الخرسانة وتصنيعها وأدائها للخدمة المطلوبة منها ، وفي كثير من الأبحاث التي تهم منطقتنا يجري الحديث عن البيئة الخليجية أو بيئة هذا البلد أو ذاك من دون تحديد دقيق لها فيقصد بها أحياناً بيئة المدن الواقعة على ساحل الخليج مباشرة وأحياناً أخرى بيئة الخليج العربي بكامله وفي أبحاث أخرى قد يقصد بها بيئة دول الخليج بكاملها شاملة مناطق جزيرة العرب كلها ... ولأن تدهور التسليح والخرسانة في المدن الواقعة على شواطىء وسواحل الخليج تمثل مشكلة كبرى ولنشاط عدد من الباحثين في هذه المدن وجامعة الملك فهد وبعض الشركات الأجنبية وجمعية المهندسين في البحرين فقد عممت بيئة هذه المنطقة ونتائجها في كثير من البحوث على كامل دول الخليج بما فيها مساحة المملكة الشاسعة ، ومن الواضح للخبير أن مناخ وبيئة المملكة ودول الخليج يختلف من منطقة لأخرى ولا يمكن تقويم المناخ بهذه السعة والعمومية عداك عن تعميم النتائج ، إن اختلاف درجات الحرارة ونسبة الرطوبة وسرعة الرياح وهطول الأمطار والاختلاف الكبير في التكوينات الجيولوجية للركام والتربة والمواد الخام يكاد يلمس في البلد الواحد فكيف بالاختلاف بين الشرق والغرب والشمال والجنوب والوسط من الجزيرة العربية .

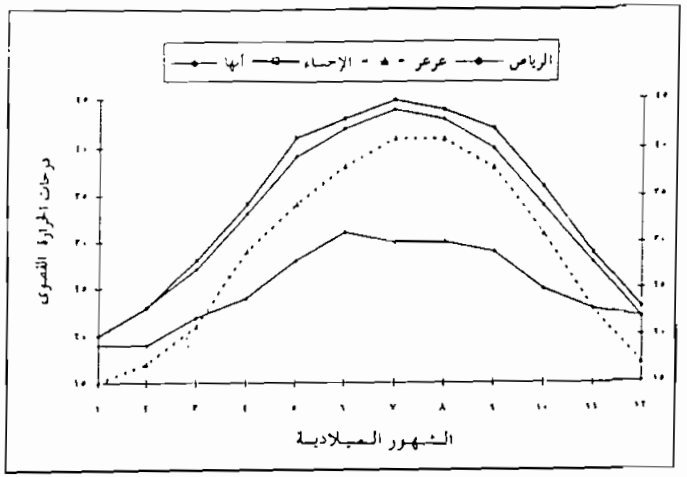
٢ ـ ٢ الاختلافات المناخية والطبغرافية

تبين الأشكال (١ ـ ٥) اختلافات واضحة في منحنيات تغير درجات الحرارة القصوى والدنيا والرطوبة النسبية وسرعة الرياح لبعض مدن المملكة الداخلية والساحلية [٤] كما تبين الأشكال (٦ ، ٧ ، ٨) هذه التغيرات لبعض دول الخليج [٥] كما يبين الشكل رقم (٩) الاختلافات الطبغرافية بين الشاطيء والمناطق الساحلية والمناطق الداخلية والتكوينات الأرضية في حالة الجو الحار الجاف والحار الرطب ومنه يتضح أن اختلافاً في الظروف الجوية وغيرها قد يحدث في الشاطيء (٥م ـ نصف كم) وأن اختلافاً شاسعاً قد يحدث في المنطقة الساحلية التي تلي الشاطيء (قد تتكون بعد ٥م أو عدة كيلومترات) عداك عن الاختلافات الكبيرة التي تحدث بين هذه المناطق الساحلية والمناطق الداخلية التي تبعد عن المناطق الساحلية كثيراً ويبين الشكل رقم (١٠) الفروق الشاسعة في تجمع الأملاح على سطح الخرسانة ومدى تركيزها وانخفاضها كلما ابتعدنا عن الشاطيء وربما انعدم أثرها السيء على المنشآت بعد عدد من الكيلومترات . [٣]

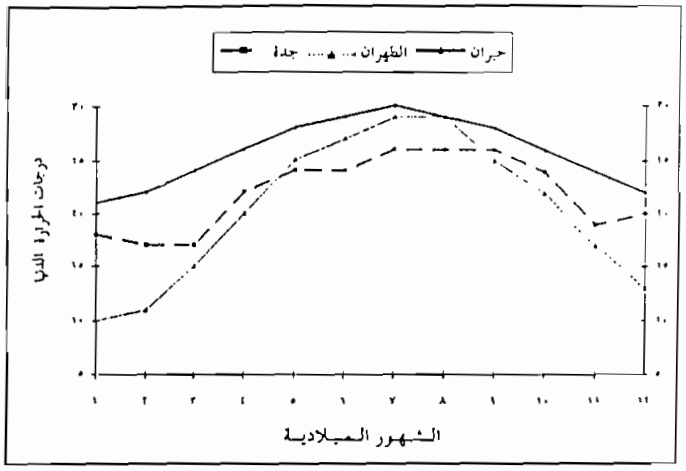
٢ ـ ٣ خواص الركام في مناطق المملكة الثلاث (الغربية ، الوسطى ، الشرقية)

٢ ـ ٣ ـ ١ عام : في بحث مستفيض عن خواص الركام في هذه المناطق [٦] ، [٧] يتضح الاختلاف الكبير في خواص الركام بين هذه المناطق ومدى مطابقته للحدود المسموح بها في المواصفات ونعطي فيما يلي موجزاً مختصراً عن أهم نتائج هذا البحث الذي يبين جزء من الاختلافات الجيومورفولوجية .

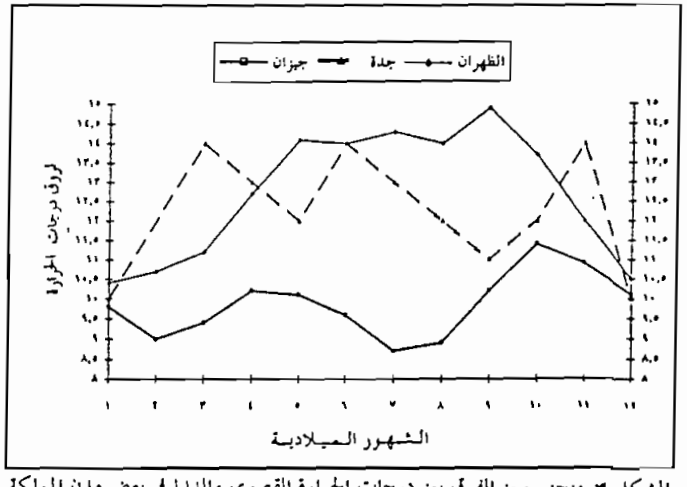
٢ ـ ٣ ـ ٢ التكوين الجيولوجي :من الناحية الجيولوجية يتكون الركام في المنطقة الغربية والجزء الغربي من المنطقة الوسطى بشكل رئيسي من الحجارة البلورية المتكونة فيما قبل العهد الأول (Pre-Cambrian) مثل البازلت والجرانيت أما الركام في وسط المنطقة الوسطى إلى شرقها فتتداخل فيه هذه الطبقات البلورية مع طبقات رسوبية تزداد تدريجياً في اتجاه الخليج ومعظم هذه الطبقات الرسوبية من الأحجار الكلسية (الحجر الجيري) ، والركام في المنطقة الشرقية يتكون من طبقات رسوبية من عمر أصغر من تلك الموجودة في المنطقة الوسطى معظمها من الحجر الجيرى .



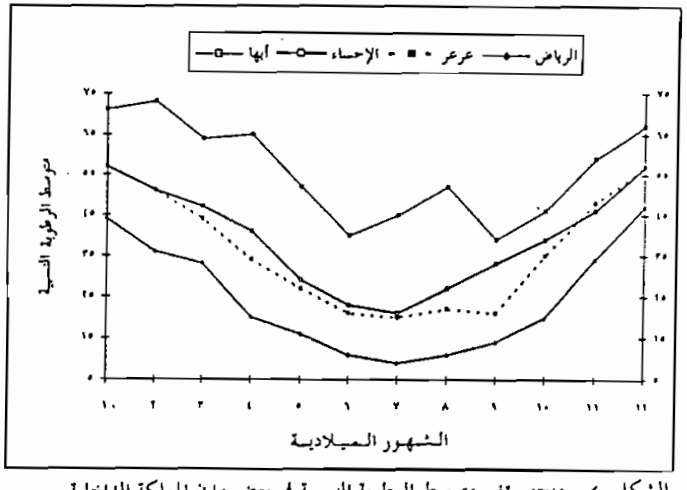
الشكل ١ منحنى تغير درجات الحرارة القصوى في بعض مدن المملكة الداخلية



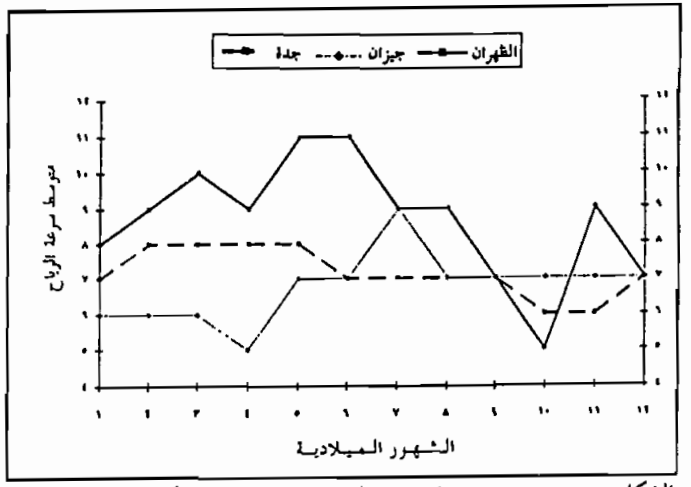
الشكل ٢ منحنى تغير درجات الحرارة الدنيا في بعض مدن المملكة الساحلية



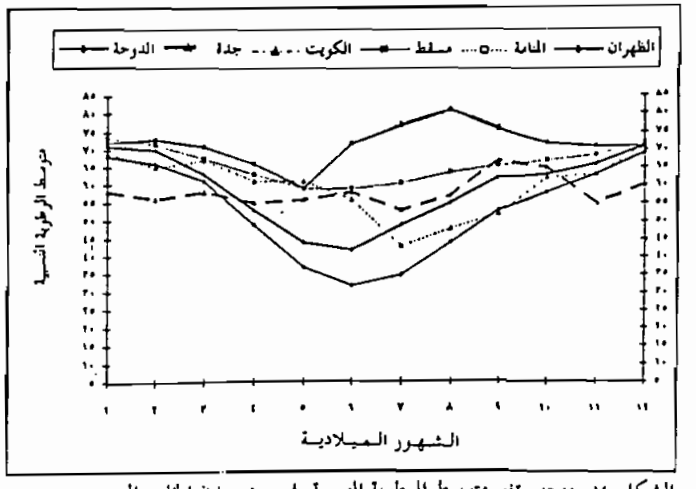
الشكل ٣ منحنى يبين الفرق بين درجات الحرارة القصوى والدنيا في بعض مدن المملكة الساحلية



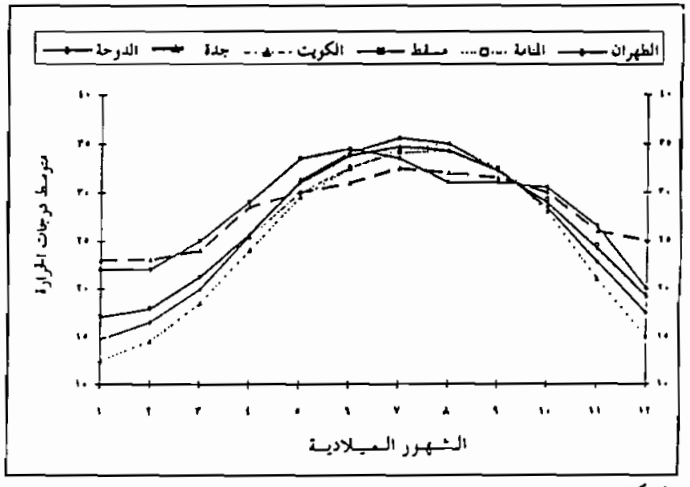
الشكل ٤ منحنى تغير متوسط الرطوبة النسبية في بعض مدن المملكة الداخلية



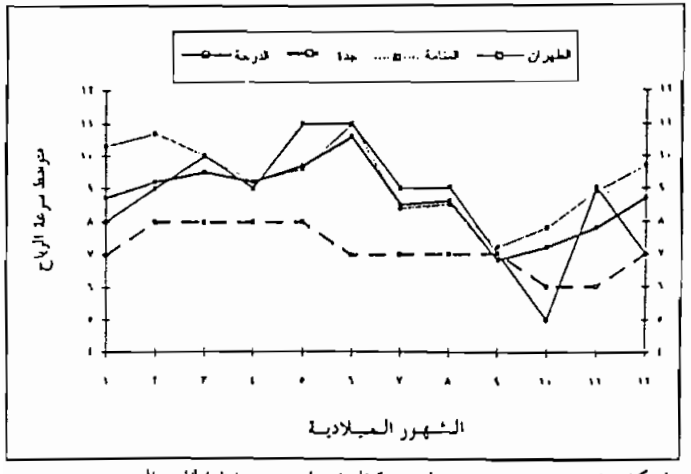
الشكل ٥ منحنى تغير متوسط سرعة الرياح في بعض مدن المملكة الساحلية



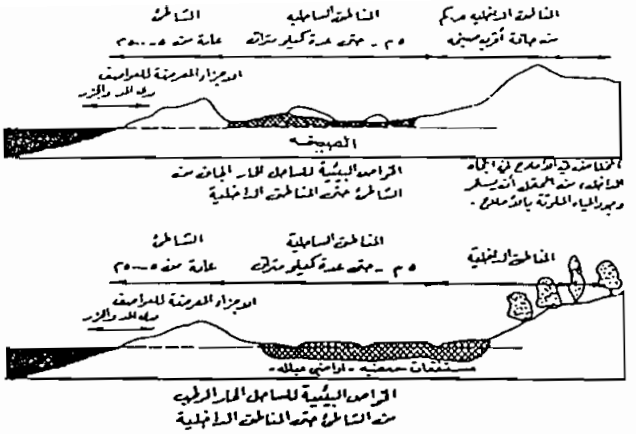
الشكل ٧ منحنى تغير متوسط الرطوبة النسبية في بعض مدن الخليج العربي



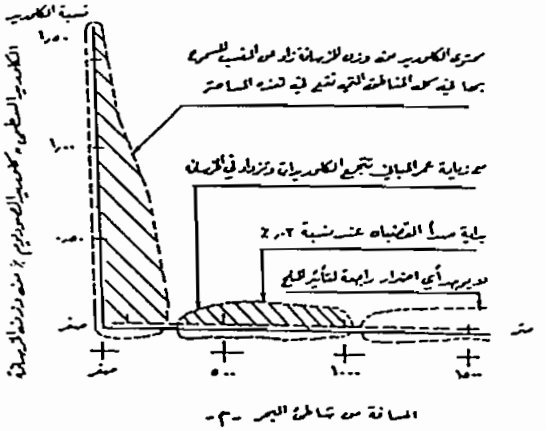
الشكل ٦ منحنى تغير متوسط درجات الحرارة في بعض مدن الخليج العربي



الشكل ٨ منحنى تغير متوسط سرعة الرياح في بعض مدن الخليج العربي



الشكل ٩ مقطع خلال تشكيلات محتملة للأرض من الشاطيء إلى المناطق الداخلية لكل من حالة الجو الحار الرطب والحار الجاف [٣] .



الشكل ١٠ الكلوريدات المعينة على طبقة سطح الخرسانة بالنسبة لبعدها عن شاطيء البحر في أوكيناوا باليابان [٣] .

٢ ـ ٣ ـ ٣ الخواص

٢ ـ ٣ ـ ٣ ـ ١ الكثافة وامتصاص الماء : صخور المنطقة الغربية لها كثافة نوعية أعلى وخاصية امتصاص للماء أقل من صخور المنطقة الشرقية ، أما الحجر الجيري في المنطقة الوسطى فيقع بين هذين الحدين وتتعدى بعض أنواع الركام في المنطقتين الوسطى والشرقية نسبة امتصاص الماء المسموح بها (٣٪) [٨] .

٢ ـ ٣ ـ ٣ ـ ٢ كمية المواد الناعمة جداً (التراب) والتدرج : نسبة التراب في ركام أودية المنطقة الغربية والوسطى متشابهة ولكنها تختلف بشكل كبير في ركام الكسارات ، ويرجع السبب في ذلك إلى أن الركام في المنطقة الغربية (الأكثر متانة) يعطي نسبة أقل من التراب في عملية التكسير عن ركام المنطقة الوسطى ، كما أن كمية التراب الناتجة من عملية تكسير الصخور في المنطقة الشرقية أكثر من المنطقة الوسطى ولهذا السبب يستبدل الركام الناعم فيها بالرمل الطبيعي في صناعة الخرسانة ، وقد وجد أن نسبة التراب الناعم قد تخطت الحدود

المسموح بها في عدد من الحالات بالمناطق الثلاث ، أما بالنسبة للتدرج فإنه يسهل تكوين تدرج مستمر ومتكامل في المنطقتين الغربية والوسطى ويصعب ذلك في المنطقة الشرقية لأن الرمل الطبيعي فيها ناعم جداً ومحدود التدرج وتنقصه مقاسات كثيرة .

٢ ـ ٣ ـ ٣ ـ ٣ الثبات (Soundness) : تبين أن ثبات الركام الكبير في المنطقة الشرقية أقل مطابقة للمواصفات عن الركام الكبير في كل من المنطقة الغربية والوسطى ، أما بالنسبة لثبات الركام الناعم (من الكسارات) فهو أقل مناسبة بشكل عام من ثبات الركام الكبير لأنه يحتوى على كمية أكبر من الحبيبات المستهلكة بفعل العوامل الطبيعية ، بينما ركام المنطقة الشرقية الناعم له ثبات أفضل من الركام الكبير وهذا راجع للاختلاف في التركيب الجيولوجي فثبات الرمل الطبيعي أفضل من الحجر الجيري المسامي .

٢ ـ ٣ ـ ٣ ـ ٤ الكلوريد والكبريت : تبين أن الكلوريد والكبريت (ثالث أكسيد الكبريت) يزيدان في الركام الكبير من الغرب إلى الشرق وتظهر هذه الخاصية بشكل أكبر بالنسبة للكبريتات عنها بالنسبة للكلوريدات ، وبالإضافة إلى ذلك نجد الأملاح بشكل عام مركزة في الركام الناعم عن الركام الكبير ومن المتوقع أن يكون ذلك راجعاً إلى كمية التراب الكبيرة الموجودة في الرمل والتي تميل الأملاح إلى التجمع فيها بشكل أكبر ، ويقع الكلوريد والكبريتات الموجودة في الركام بالنسبة للمنطقة الغربية في الحدود المسموح بها بينما تعدت هذه النسبة الحدود المسموح بها في ركام المنطقة الوسطى في بعض الحالات وفي المنطقة الشرقية في حالات أكثر .

٣ ـ أثر الاختلافات البيئية على المنشآت الخرسانية في المملكة

٣ ـ ١ عام

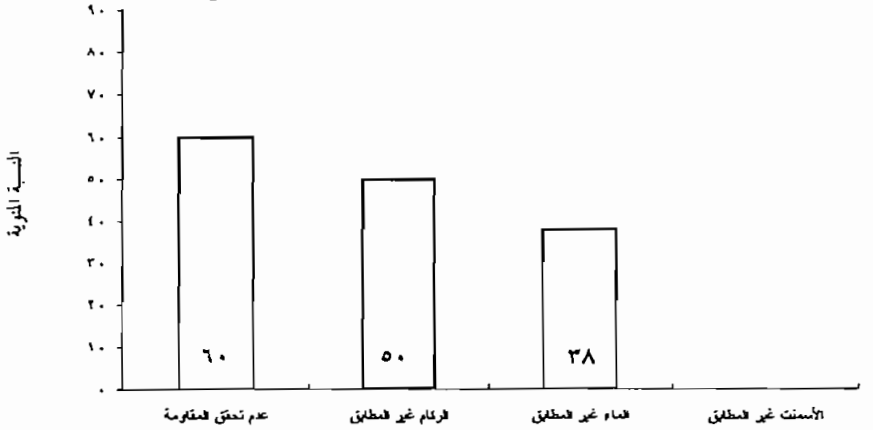
نحاول من خلال إستقراء بعض نتائج الأبحاث والمعلومات المتوفرة إيضاح آثار اختلاف البيئة في المملكة على صناعة الخرسانة وهذا يستلزم بالتالي اختلاف تصاميم المنشآت في كل بيئة طبقاً للمعطيات التي يجب أن تحددها مواصفات خاصة تعني بتحديد الاختلافات الجوية والطبغرافية والجيومورفولوجية .. إلخ . وسيكون لمثل هذا الإجراء أثران إيجابيان أولهاما زيادة عمر المنشآت وتعميرها وثانيهما تحقيق الناحية الاقتصادية ببناء المنشآت طبقاً لما تتطلبه ظروفها البيئة المباشرة .

٣ ـ ٢ مناقشة بعض نتائج الأحصائيات والبحوث

تقارير عديدة لا تحصى منذ عام ١٩٧٥م أنظر [٩] ، [١٠] وحتى يومنا هذا تبحث وتتحدث عن مشكلة الصدأ في الخليج العربي ، ويمكن تلخيص ما دارت حوله الأبحاث في أن المواد غير الجيدة والظروف البيئية القاسية والتصميم والتنفيذ القاصرين أدوا إلى وجود مشكلة كبيرة في المنشآت المشيدة وذهب البعض إلى أن جو الخليج هو أسوء الأجواء في العالم لصناعة الخرسانة وأنه من المستحيل أن تعمر المنشآت الخرسانية في الخليج عمرها المطلوب .. بينما تلطف بعض الباحثين ورد القضية إلى أهمية تصميم الخلطات واتباع التقنيات الحديثة ومراقبة جودة الخرسانة والتنفيذ ، والدارس لمثل هذه الأبحاث يجد أن هناك مشكلة حقيقية في تدهور المنشآت وتصدعها وصدأ تسليحها في عمر مبكر بالساحل الشرقي للمملكة [٩] والمدن الأخرى الواقعة على الخليج العربي ومع اعتقادنا أن المشكلة قد ضخمت ولا زالت تضخم بقصد وغير قصد وخاصة من بعض الباحثين لبعض الشركات الذين يروجون لمنتجاتهم وخدماتهم المختلفة إلا أننا لا ننكر وجود المشكلة وحدتها مقارنة ببقية مناطق المملكة وعلى سبيل المثال الساحل الغربي فيها فإذا افترضنا أن مستوى التصميم والتنفيذ وصناعة الخرسانة متقارب فلا تفسير لاتساع وكبر حجم المشكلات في المنطقة الشرقية إلا رداءة المواد فيها وكثرة تركيز الأملاح (في الجو والتربة) وغير ذلك من العناصر البيئية التي تزداد قسوة في المناطق الشرقية عنها في المناطق الغربية .

وفي دراسة عميقة عن جودة الخرسانة الجاهزة في مناطق المملكة الثلاث [١١] تبين أن جودة الخرسانة ليست على المستوى المطلوب حتى تلك التي تنتجها الشركات الكبيرة وأن فقط ١٢٪ من المصانع التي تم تقويمها تنتج خرسانة

جيدة بينما ٢٤٪ من المصانع تنتج خرسانة مقبولة وأن حوالي ٦٤٪ من المصانع تنتج خرسانة رديئة إلى رديئة جداً ويبين الشكل رقم (١١) أن حوالي ٦٠٪ من المصانع التي تم أخذ عينات منها تنتج خرسانة لا تحقق المقاومة المطلوبة في زمان أو أزمنة مختلفة من العام كما يبين الشكل أن حوالي ٥٠٪ من ركام المصانع لا تحقق المتطلبات اللازمة في المواصفات العامة لتنفيذ المباني [٨] في صفة أو أكثر بينما يستعمل ٣٨٪ من المصانع مياهاً غير مطابقة للمواصفات ، وعلى الرغم من أنه لم تظهر هناك فوارق واضحة في صناعة الخرسانة الجاهزة بالنسبة للمناطق الثلاث إلا أن نسبة كبيرة من المواد غير المطابقة للمواصفات (الماء ، الركام) تقع في المنطقة الشرقية .



الشكل ١١ نسبة المصانع غير المطابقة لمتطلبات الخرسانة .

وفي دراسة عن تقويم حوالي ٧٠ مبني في منطقة مكة المكرمة [١٢] تبين أن معظم الضرر الذي لحق بالمباني عبارة عن تشققات وانحرافات في البلاطات وتشققات بسبب الحرارة وتشققات وتصدعات ناتجة عن رشح الماء في المطابخ والحمامات ولم يكن هناك تصدع في الأعمدة أو الأساسات ولم يذكر أي شيء عن تدهور التسليح أو هجوم الكلوريدات .

وفي دراسة قمنا بها لأكثر من أربعمائة حالة [١٣] موزعة على أنحاء مختلفة من المملكة تبين أن تصدعات الخرسانة الإنشائية وغير الإنشائية والناتجة عن قصور في التصميم وسوء التنفيذ تأتي في المرتبة الأولى وخاصة تلك التي تحدث في عمر الخرسانة الأول ويأتي في المرتبة الثانية المشاكل التي تخص التربة وارتفاع المياه الجوفية وتسربات حفر الترسيب ، وفي المرتبة الثالثة تأتي قضية صدأ التسليح الناتج عن البيئة المالحة والأجواءالحارة ... لهذا يمكننا القول بأن مشكلة صدأ التسليح في حدتها العالية هي على وجه الخصوص في المنطقة الشرقية وعلى سواحل الخليج العربي وأن حدتها تخف ونوعيتها تختلف في المناطق الأخرى .

في خلال العشر سنوات الماضية (١٤٠٥هـ - ١٤١٥هـ) قام مختبر الأشغال العامة المركزي بالرياض بفحص (٨٥١) عينة خرسانية من منشآت في مختلف مناطق المملكة وبيّن التحليل الكيميائي لهذه العينات أن (٢٨٩) عينة منها كانت تحتوي على نسبة كلوريدات زائدة عن الحدود المسموح بها ، ويبين الجدول رقم (١) نسب توزيع هذه العينات على مناطق المملكة ومنها يظهر بوضوح أن النسبة الكبيرة للعينات المحتوية على نسبة عالية من الكلوريدات (خارجة عن حدود المواصفات) في المنطقة الشرقية (٥٧٪) يلي ذلك المنطقة الغربية (١٩٪) ثم الوسطى (١٤٪) والجنوبية (١٠٪) كما يبين الجدول (٢) توزيع نسب العينات التي بها كبريتات زائدة عن الحدود المسموح بها في المناطق المختلفة والتي تظهر أيضاً بوضوح أن النسبة الكبيرة منها تقع في المنطقة الشرقية (٥٦٪) تليها الشمالية (٢٥٪) ثم الوسطى (١٧٪) والغربية (٢٪) ، كما يبين الجدول رقم (٣) توزيع *العينات المتأثرة بالكلوريدات والكبريتات* على مدن المنطقة الشرقية والتي تقع النسبة الكبيرة منها في المدن القريبة من الساحل وتقل كلما ابتعدنا عنه وعلى

وجه الخصوص في المناطق الداخلية وتدعم هذه النتائج الفكرة الأساسية التي تطرحها هذه الورقة بأن العناصر البيئية المختلفة التي تحيط بالمنشآت مباشرة تؤثر على صناعة الخرسانة وتعميرها ومتانتها وبالتالي لابد من إدخالها في الحسبان عند تصميمها وتنفيذها وصيانتها وتشغيلها .

الجدول رقم (١) يبين توزيع نسب العينات التي بها كلوريدات زائدة عن الحدود المسموح بها في مناطق المملكة « العشر سنوات الماضية »

المنطقة	الشرقية	الغربية	الوسطى	الجنوب	الشمال
عدد الحالات	١٦٦	٥٣	٤١	٢٩	-
النسبة المئوية	٥٧٪	١٩٪	١٤٪	١٠٪	-
مدى محتوى الكلوريدات في الخرسانة «٪»	٠,١٣٥ إلى ٠,٦٠٨	٠,٢٤٦ إلى ٠,٣٢٩	٠,١٦٨ إلى ٠,٣١١	٠,١٦ إلى ٠,٥٤٩	-
محتوى غير عادي للكلوريدات في بعض الحالات (٪)	٠,٦٣٩	٠,٧٧	٣,١٣	١,٠٢	-

يتضح من الجدول أن المنطقة الشرقية هي أكثر المناطق تأثراً بالكلوريدات .

● ملاحظة :

محتوي الكلوريدات العالي في معظم حالات المنطقة الوسطى يعزى إلى أيونات الكلوريد من الخزانات الصحية ، المياة الأرضية ، التربة ، أو من المخلفات الصناعية إلى الخرسانة وعلى الأخص الأعضاء المجاورة للأرض .

الجدول رقم (٢) يبين توزيع نسب العينات التي بها كبريتات زائدة عن الحدود المسموح بها في مناطق المملكة « العشر سنوات الماضية »

المنطقة	عدد العينات	النسبة	مدى الكبريتات في الخرسانة
الشرقية	٧١	٥٦٪	من ٠,٧٢ إلى ٨,٣٪
الشمالية	٣٢	٢٥٪	من ٠,٧٢ إلى ٢,٥٣٪
الوسطى	٢٢	١٧٪	من ٠,٦ إلى ٣,٩٠٪
الغربية	٣	٢٪	من ٠,٦ إلى ٠,٧٪

الجدول رقم (٣) يبين توزيع حالات الخرسانة المسلحة المتضررة في المنطقة الشرقية بالمملكة «العشر سنوات الماضية »

المنطقة	المدينة	عدد الحالات التي تأثرت بالكلوريدات	عدد الحالات التي تأثرت بالكبريتات
الشرقية	الدمام	١٢٦	٣٥
	الاحساء	١٦	٧
	الخفجي	١٤	٢٧
	القطيف	٦	-
	سلوى	٣	٢
	الثقبة	١	-

٤ ـ الخلاصة

في هذه الورقة أوضحنا أن المفهوم الشامل للجو الحار أو البارد لا يكفي كي تُصمم المنشآت الخرسانية على أساسه بل لابد من إدخال العناصر البيئية الأخرى التي تؤثر على صناعة الخرسانة والمنشآت المبنية منها في المحيط المباشر لها (Micro-Environment) ودللنا على ذلك باختلاف هذه العناصر البيئية في مناطق المملكة المختلفة من حيث الظروف الجوية والتكوينات الطبغرافية والمواد الداخلة في صناعة الخرسانة وتركيزات الأملاح ثم حاولنا أن نستدل ببعض المعلومات المتوفرة في الأبحاث على الآثار التي تترتب على هذه الظروف البيئية المختلفة وأمكننا أن نظهر بوضوح أن المنشآت الخرسانية في المنطقة الشرقية هي الأكثر تضرراً عن غيرها من المناطق الأخرى في المملكة وأن المنشآت الواقعة على الساحل أو القريبة منه هي أيضاً أكثر تضرراً من تلك البعيدة عنه ، وبذلك نرى أهمية كبرى لمراعاة هذه الظروف البيئية في مواصفات التصميم والتنفيذ والصيانة لنحقق بذلك الناحية الاقتصادية بتصميم وتنفيذ وصيانة المنشآت طبقاً لمدى قساوة ظروفها البيئية ومن جهة أخرى نضمن لها عمراً أكبر ومتانة أفضل .

المراجع

[1] ACI Committee 305 " Hot Weather Concreting" report ACI 305 R-91 American Concrete Institute, P.O Box : 19150, Detroit , Mich. U.S.A .

[2] ACI Committee 306, "Cold weather Concreting", Comm. report ACI 306 R-88 American Concrete Institute, P.O Box : 19150, Detroite, Mich.U.S.A .

[3] RILEM TC 94-CHC : Concrete in Hot Weather Environments DRAFT " Part I: Influence of the Environment on Reinforced Concrete , Durability, Part II : Design approach for Durability" , 11 May 1993 .

[٤] تقرير عن المعلومات المناخية لبعض مدن المملكة ـ ١٩٩٤م ـ مصلحة الإرصاد وحماية البيئة السعودية ـ إدارة المناخ ـ جدة ـ المملكة العربية السعودية .

[٥] تقارير عن المعلومات المناخية لبعض دول الخليج العربي ـ ١٩٩٥م ـ إدارة الإرصاد الجوية في بعض دول الخليج العربي .

[٦] زين العابدين ، د.م حبيب مصطفى « خواص ركام الخرسانة في المملكة العربية السعودية » بحث مقدم للمؤتمر الهندسي السعودي الأول ـ جامعة الملك عبد العزيز ـ جدة ـ (٢ ـ ٣ شعبان ١٤٠٣هـ) وزارة الأشغال العامة والاسكان ـ الرياض ـ المملكة العربية السعودية.

[٧] زين العابدين ، د.م حبيب مصطفى « تقنية صناعة الخرسانة » الطبعة الثانية (١٤١٣هـ ـ ١٩٩٣م) وزارة الأشغال العامة والاسكان ـ الرياض ـ المملكة العربية السعودية .

[٨] « المواصفات العامة لتنفيذ المباني » الصادرة عن وزارة الأشغال العامة والاسكان ـ الطبعة الأولى (١٤٠٣هـ ـ ١٩٨٢م) ـ الرياض ـ المملكة العربية السعودية

[٩] زين العابدين ، د.م حبيب مصطفى « الجو الحار والأعمال الخرسانية في دول الخليج العربية » ورقة مقدمة إلى المؤتمر الدولي الأول حول مواد الخرسانة المسلحة في الأجواء الحارة (٢٤ ـ ٢٧ أبريل ١٩٩٤م) ـ جامعة الإمارات العربية المتحدة ـ كلية هندسة ـ العين

[10]Zein Al-Abideen,H.M "Hot weather and concrete practices in the Arabian Gulf countries" CONSEC, 95, SAPPORO ,Japan, 2-4-Aug. 1995 .

[١١] زين العابدين ، د.م حبيب مصطفى « التوثق من المراقبة الذاتية في مصانع الخرسانة ضمان لجودتها » بحث مقدم لندوة تصدعات المباني بالعالم العربي وكيفية معالجتها ـ الرياض ـ ٢٦ ـ ٢٩ شعبان ١٤١٢هـ ـ وزارة الأشغال العامة والإسكان ـ المملكة العربية السعودية .

[12] A.A Bayazeed and K.Mahmood "Common Structural Defects in small - sized Reinforced Concrete Buildings" 3 rd International Conference , " Deterioration and repair of R. C. in the Arabian Gulf " Bahrain , October 1989, pg 189-202

[13]ZeinAl-Abideen,H.M "Insight on the Structural Safety and Age of Concrete Buildings in Saudi Arabia " A paper proposed for the International seminar on "The life of structures" Brighton England 24-26 April 1989