أتحاد مهندسي كوردستان

أسم البحث:

تأثير الرطوبة على المباني و طريقة عزل الرطوبة و مواد العزل المستخدمة

اعداد البحث / المهندس المدني

آسوس محمد على جميل

رقم الهوية / ١١١٧

٢٠١٥

*المقدمة :

تحتاج جميع المنشآت الى عزل مبانيها عزلا تاما من الرطوبة و المطر و المياه الجوفية و السطحية و رشحهما ، فالابنية المشيدة في اماكن رطبة تصبح رطبة بعد مدة وجيزة و يتغلل الماء في البناء الى عشرات السنتمترات فوق مستوى الارض و ذلك بواسطة عامل الخاصية الشعرية . فمن مساوئ تأثير الرطوبة ومياه الرشح على المباني انها تساعد على تلف عناصر موادها الانشائية و البنائية مما يؤدي الى قصر عمر المبنى بخلاف تعفن هذه المواد و صدور روائح الكريهة منها للمنتفع المباني.

*مشكلة البحث :

تعدد طرق استخدام موانع الرطوبة مع حالاتيها .

*فرضية البحث :

يؤدي استخدام بعض موانع الرطوبة الى تقليل مقاومة الخرسانة للانضغاط و الانثناء .

*هدف البحث :

تحديد النوع المناسب للموانع الرطوبة حسب فقرات البناء و خصوصية فقرة البناء .

*هيكل البحث :

تم بناء الهيكل العام للبحث ضمن اطارين و كما يأتي :

١. **الاطار النظري :** تنقسم الاطار النظري الى محورين رئيسيين ، المحور الاول يتضمن شرطا ملخصا عن تقنيات المواد الجديدة ، تعريفها ، انواعها و طبيعتها . أما المحور الثاني فيتظمن نظم منع الرطوبة ، أنواعها و العوامل المؤثرة عليها .

٢. **الاطار العملي :** شرح عن حالة الدراسية و نظم الموانع الرطوبة في الابنية السكنية في المناطق ضمن منسوب تأرجح المياه الجوفية صعودا و نزولا . ثم تحديد مؤشرات الاطار النظري و تحليل وفق مؤشرات المحددة ،وصولا الى استنتاجات النهائية للبحث و التأكد من صحة فرضية البحث ثم تقديم التوجيهات من قبل الباحث .

محتويات البحث:

الاسم	صفحة
–عنوان البحث	١
–المقدمة	٢
–مشكلة البحث	٢
–فرضية البحث	٢
–هدف البحث	٢
–هيكل البحث	٢
–محتويات البحث	٤–٥
–اولا : الاطار النظري	٦
–مسببات الرطوبة	٦–٧
–تأثير الرطوبة	٧
–مصطلحات العزل الرطوبة	٨
–اختيار العزل المناسب	٨
–الطبقات العازلة للرطوبة	٩
–مواد العزل للرطوبة	١٠
–أولا : مواد عازلة المرنة	١٠–١٢
–ثانيا : مواد عازلة نصف قاسية	١٣–١٤
–ثالثا : مواد عازلة قاسية	١٥–١٧
–ثانيا : الاطار العملي	١٧–٢٢
–حماية الاسس الخرسانية المسلحة في تأثير المياه الجوفية بالاستخدام مانع الرطوبة	٢٢

الاسم	صفحة
١. مقدمة	٢٣–٢٤
٢. البرنامج العملي	٢٥
٢_١ المواد الاولية المستخدمة	٢٥
٢_٢ الخلطات الخرسانية المستعملة	٢٦
٢_٣ نماذج الفحص	٢٧
٣. النتائج و المناقشة	٢٨
٣_١ فحص النفاذية	٢٨–٢٩
٣_٢ مقاومة شد الخرسانة	٣٠–٣١
٣_٣ مقاومة انضغاط الخرسانة	٣١–٣٣
٣_٤ مقاومة انثناء الخرسانة المسلحة المقاومة للاملاح	٣٣–٣٥
الاستنتاجات	٣٦
التوصيات	٣٧
المصادر	٣٨

*الاطار النظري/

*مسببات الرطوبة: Causes of Dampness

١. اتجاه المبنى : الحوائط التي يصلها طرطشة المطر و قليل من أشعة الشمس تجعلها أكثر عرضة للرطوبة .

٢. مياه المطر : تختلف كمية سقوطها في مكان الى اخر فعادة مياه المطر تمثل خطورة على المباني الغير مجهزة بموانع للرطوبة نظرا لقدرة المياه على الاختراق المباشر لسقف المبنى و عناصره المختلفة و لذلك يجب عزل السقف و غيره من الرطوبة ، كذلك يمكن ان نخترق الرطوبة الحوائط الخارجية المعرضة للمطر الشديد ان لم يعمل لها عازل مناسب .

٣. مياه السطحية : تتكون من الانهار و البحار و البرك متكونة نتيجة المطر أو السيول ففي بعض الاحيان تختلط هذه المياه بالتربة الارضية و تكون مناطق من الطين المشبع بالمياه قرب اساسات المبنى و قد تترسب بعض هذه المياه داخل التربة و تتجمع مع المياه الجوفية و بذلك يزيد منسوبها و قد تصل هذه المياه الى اساسات المبنى القريبة منها عن طريق الخاصية الشعرية الافقية مما يهدد المبنى ان لم يعمل له عازل في تأثير هذه المياه .

٤. المياه الجوفية : هي مياه المتكونة تحت سطح الارض من خلال مسام تربتها الى ان تستقر على منسوب يكاد يكون ثابت لكل منطقة و على ذلك فالتربة القريبة من المياه الجوفية تكون عادة مشبعة بالمياه و لا يفضل ان تخترق بدرومات المباني هذه المنطقة بدون عمل موانع للمياه فيها و الا حدث البلل او الفيضانات داخل هذه البدرومات .

٥. صعود الرطوبة الارضية : تصعد الرطوبة من التربة الرطبة تحت المنشأ الى ارضية الدور الارضي أو البدرومات في المباني عن طريق الخاصية الشعرية خلال مسام التربة و المواد البنائية المستعملة في المبنى .

٦. التكثيف : يحتوي الهواء البارد على كمية البخار اقل من الهواء الساخن و على ذلك فالرطوبة تترسب في الحوائط و الاسقف و الارضيات عندما يبرد الهواء الساخن المحمل بالرطوبة و هذا ما يعرف بالتكثيف .

٧. سوء الصرف المياه في الموقع : يحدث تجميع لمياه الصرف تحت المبنى اذا صعب صرفها من أراضي الموقع المنخفضة و خصوصا اذا كانت التربة الموقع غير منفذة للمياه و على ذلك يحدث رطوبة لهذه المباني المنشأة على تلك الاراضي .

٨. التشييد الحديث : الحوائط المشيدة حديثا تبقى في حالة رطبة لفترة معينة .

٩. العمالة السيئة : عيوب تقفيلات وصلات السقف و الطبانة و جلسات الشبابيك و الاجهزة الصحية و التمديدات ....الخ حيث ان هذا يؤدي الى السماح بنفاذ المياه داخل المبنى و احداث رطوبة ،و مثال على ذلك اهمال عمل ميول الاسطح و تصريف الامطار أو عملها بطريقة سيئة .

*تأثير الرطوبة : Effect of Dampness

١. حالة غير صحية لمستخدمي المبنى .

٢. عدم التماسك اللياسة في المبنى .

٣. تمليح Efflorescence للحوائط و الارضيات و الاسقف .

٤. فساد الاخشاب المستخدمة و انحناءها .

٥. تعريض الحديد المستخدم للصداء .

٦. أتلاف الدهان .

٧. تلف للتمديدات الكهربائية .

٨. تلف التكسيات للارضيات و الحوائط و الاسقف .

٩. تكاثر الفطريات و البكتريا في المبنى .

*مصطلحات العزل الرطوبة:

نفاذية المياه : وهو مصطلح يعبر عن مادة لها سماحية مرور المياه و بخارها من خلال مسامها بدون القطاع .

منفذ المياه : وهو مصطلح يعبر عن مادة بها شقوق أو ثقوب أكبر قليلا من مسام الخاصية الشعرية و التي تسمح بمرور المياه من خلال مسامها و عكسها هي المادة الغير منفذة للمياه .

مقاوم للمياه : وهو مصطلح يعبر عن مادة بعض أو عدم وجود ثقوب أكبر من مسام الخاصية الشعرية و هذه المادة لا تسمح بنفاذ الرطوبة أو مرور المياه أو بخارها كما تعبر المادة التي بها هذه الصفة عازلة للرطوبة .

مقاوم للبلل : وهو مصطلح يعبر عن مادة لا تبل و لكنها لا تنقل المياه خلالها بواسطة الخاصية الشعرية و حدها ، والمياه يمكن أن تمر خلالها تحت ضغط هيدروليكي عالي و تعبر المادة التي بها هذه الصفة عازلة للرطوبة أيضا .

عازل المياه : وهومصطلح يعبر عن مادة غير مسامية للمياه أو بخارها فهي تمنع مرور المياه أو بخارها خلالها سواء كانت بضغط هيدروليكي أو بدونه و تعتبر المادة التي لها هذه الصفة شديدة العزل للرطوبة و المياه .

*اختيار العزل المناسب:

لاختيار العزل المناسب يجب مراعاة الاتي :

*ماهو الغرض من العزل ؟؟

عزل الرطوبة الارضية أم عزل الرطوبة للقبو و ماتحته أم عزل الحمامات أم عزل ألاسطح و الاسقف ؟؟!!

*ماهي طبيعة الارض المقام عليها المبنى ؟؟

رملية ، صخرية ، طينية جافة ، طينية مشبعة بالمياه ، أرض طينية أو رملية معرضة لتسربات مياه من مصادر محيطة بها ؟؟!!

*ماهو نوع المناخ ؟؟

جو معتدل الرطوبة خفيف المطر أو معتدل المطر أو كثير الامطار و عالي الرطوبة ، تساقط الثلوج ؟؟!!

*الطبقات العازلة للرطوبة Damp proof course

الغرض من الطبقات العازلة للرطوبة هو منع انتقال مسارات الرطوبة أو المياه من منطقة الى اخرى ، و يعتبر عزل الرطوبة هو طريقة التي تمنع مرور الرطوبة أو المياه بين مواد البناء من انتشارها داخل المباني سواء كان مصدرها المباشر من المياه الجوفية أو المياه الرشح أو المطر أو كان مصدرها غير مباشر وذلك بانتقالها عن طريق الخاصية الشعرية المندفعة بالضغط الاسموزي من المصادر الرئيسية لها و تتجه حركة مسارات الرطوبة و المياه بين مواد البناء الى أعلى في حوائط الاساسات و الدور الارضي و تتميز طريقة عزل الرطوبة Damp proofing عن طريقة عزل المياه Water proofing بوضع مادة عازلة للاخيرة تقاوم الضغط الهيدروستاتيكي المستمر Constant Hydrostatic Pressures .

ويجب وضع طبقة أفقية عازلة فوق الارض في الحوائط التي لها اساسات تحت منسوب الارض الطبيعية لمنع مسارات الرطوبة الارضية المتجهة الى أعلى من خلال اساساتها لان عدم منع هذه الرطوبة سوف تعرض الحوائط التي فوق الارض الطبيعية للترطيب و العفن و اتلاف تشطيبات الحوائط الداخلية و الخارجية لذلك يجب أن توضع الطبقة العازلة للرطوبة فوق سطح الارض مستمرة على كل الحوائط و تكون على ارتفاع حوالي ١٥ سم فوق الرصيف و قد جرى العرف عند التشييد أعمال هذه المباني أن تقف عند هذا الارتفاع مؤقتا حتى يضع على جدران المباني الطبقة العازلة لها بجانب مطابقة وضع المبنى بقوانين التخطيط و التنظيم التابعة للمنطقة المنشأ عليها .

***مواد العزل للرطوبة:**

أولا : المواد عازلة المرنة Flexible Materials

*ألواح المعدنية Metal Sheets

*البيتومين Bitumen

*السوائل العازلة Water Proofing Liquid

*البولي ايثلين Polyethylene Membrane مواد عازلة المرنة

١. الالواح المعدنية:

وهي ألواح تستعمل لشدة عزلها للرطوبة و المياه في الاسطح و الحوائط و الارضيات و صناديق الزهور و خلافه و الالواح المعدنية لها أشكال كثيرة منها :

ألواح الرصاص : يجب أن يكون سمك اللوح لا يقل عن ٣ملم و يزن ١٩,٥ كجم / م٢ يعتبر الرصاص مانع جيد للرطوبة و المياه و هو قابل للصدأ عند ملامسته أو دفئه في الطبقة من مونة الجير أو الاسمنت و على ذلك يجب حماية فرخ الرصاص قبل استعماله بدهان وجهية بالبتومين .

الواح النحاس : يجب ان يكون سمك اللوح لا يقل عن ٠,٢٥ ملم و يزن ٢,٢٨ كجم / م٢ ويعتبر النحاس مانع جيد للرطوبة و الماء وهو مادة لدنة ومن صفاته قوة تحمله للشد العالي و الانبعاج حتى عند هبوط المبنى الخفيف ومن عيوب هذه المادة انها تصدأ وتتغير معالم سطحيها حيث يتحول الصدأ الى اللون أخضر أما استعماله في المباني فهو مثل أفرخ النحاس تماما و يضاف الى ذلك امكان استعماله لتغطية السطح الخارجي للقباب و القبوات و خلافه لسهولة تشغيله .

ألواح ألالومنيوم : وهي مادة لا تصدأ بالعوامل الجوية بسرعة ويمكن معالجتها بعملية الانودة وكسبها ألوانا كثيرة ويسهل استعمالها كمادة عازلة لكسوة الاسطح الخارجية للحوائط و القباب والقبوات نظرا لصيانتها الغير مكلفة و سهولة تركيبها بالاضافة الى الواح الالمنيوم من اكثر الالواح المعدنية استعمالا في الوقت الحاضر نظرا لمقاومتها الشديدة للرطوبة الماء في المباني بخلاف ثمنها و خفة وزنها بالمقارنة الى الواح المعادن الاخرى .

ألواح الحديد المجلفن: لاتصدأ الا بعد تلف الطبقة المجلفنة التي تغطيها و يستعمل دائما في تغطية النهايات .

ألواح حديد الاستنلس استيل:مقاومة للصدأ و تستعمل عادة في الاماكن الظاهرة للعين المجردة مثل تغطية النهايات للدراوي والاسطح و خلافه .

٢ . البتومين :

يصنع البتومين من ماتبقى من تقطير البترول الخام حيث يتراوح قوامه بين الصلابة و شبه الصلابة كما ان لونه يتراوح بين اسود و البني وهو قابل للذوبان في كبريتيور الكربون ومن أشهر

أنواعه المستعملة في العزل الرطوبي:

***البتومين المنفوخ (المؤكسد):** ينتج من خفض نسبة الهيدروجين الى الكربون في البتومين المصهور مع انقاص الزيوت السائلة التي يحتويها بنفخ الهواء فيه مما يزيد من ليونته و قابليته للشد و الثني البتومين المتصلد ويتكون بتقطير البتومين تحت ضغط تفريغي لطرد الزيوت

الثقيلة و المختلطة به فيتحول الى حالة الصلابة و يستخدم لذلك عند وجود أحمال ميكانيكية عالية و درجات حرارة منخفضة في نفس الوقت و يستبعد لهذا السبب استخدامه لعزل المنشأت العالية .

***معلقات بتومينية:** وهي معلقات للبتومين تنتج من تفتيته تفتيتا زائدا في الماء وفي وجود عوامل مساعدة وعند استخدام هذا النوع في أعمال البناء ينفصل فيه الماء عن البتومين يعتبر البتومين من المواد المرنة التي تقاوم انبعاج المباني نتيجة هبوط حوائطها الطفيفة بدون تلف كما يعتبر البتومين من أكثر المواد المستعملة في الوقت الحاضر في عزل الرطوبة نظرا لرخص ثمنه عن بقية المواد العازلة الاخرى بخلاف مرونته وسهولة استعماله و مقاومته لتكاثر الفطريات و السوس و النمل و خلافه أما الورق أو الخيش المشبع بالبتومين و المصنع في لفائف لغرض وضعه لتغطية سمك الحوائط فيجب أن يثبت بركوب ١٠ سم على الاقل .

٣ .سائل عزل المياه :

يصنع هذا السائل من خلط مادة البرافين الى الزيت الطيار حيث يدهن المخلوط السائل بالفرشاة أو يرش بماكينات الرش الخاصة على المناطق المنفذة للمياه أعلى منسوب الارض ويمكن الاعتماد على هذه الطريقة لمنع الرطوبة من ٣–٥ سنوات حسب نوع المادة و كيفية تعرضها للرطوبة .

٤ .مشمع البولي ايثيلين:

وهو اسود اللون و لاستعماله كمادة عازلة للمباني يجب أن يكون سمكه لا يقل عن ٠,٤٦ ملم و وزنه حوالي ٠,٤٨ كجم / م٢ ويعتبر البولي اثيلين من المواد المرنة التي تقاوم الانبعاج المترتب على هبوط المباني الخفيفة بدون تلف و نظرا لرقة سمك هذا المشمع عن مادة البتومين لذلك يفضل وضعه في لحامات مونة المباني و كذلك في عزل الحمامات و الادشاش .

ثانيا : مواد عازلة نصف قاسية(صلبة) :

*الاسفلت Asphalt

وهو عازل جيد للرطوبة ومن عيوبه عدم قوة تحمله للشد العالي والبنعج وخصوصا عند هبوط المبنى الخفيف لان اسفلت ينشرخ و يتلف ويكون عرضه لتخلخل المياه وعلى ذلك لا يفضل وضعه في الاماكن الا بعد دراسة خاصة وللاسفلت انواع كثيرة منها الاسفلت الطبيعي و الصناعي و المستيكة .

*لفات اسفلتية Asphalt Rolls

تعتبر هذه النوعية ذات امكانية العزل والنهو معا فهي مصنعة من مادة اسفلتية و ملصق بها مادة رقيقة جدا من المعدن مثل الالومنيوم أو خلافه و توضع هذه المادة عادة لعزل الرطوبة و الحرارة ايضا داخل الحوائط والاسقف أو على الاسطح النهائية .

*رقائق اسفلتية صغيرةAsphalt Shingles مواد نصف صلبة

وتوجد هذه الرقائق بأشكال مختلفة حيث توضع على بعض بركوب و هذه كثيرة الاستعمال على الاسطح المائلة نظرا لسهولة تركيبها و مقاومتها للرطوبة و الامطار بجانب ثمنها المناسب بالمقارنة للمواد الاخرى و قد تعتبر هذه المادة من النوعية ذات امكانية عزل وذو ق معا .

ثالث : مواد عازلة قاسية Rigid Materials

١. **بياض اسمنتي :** قد تعمل هذه المادة لتكون مواد عزل فقط أو مواد نهو و عزل معا وعلى ذلك فبياض الاسمنت يعمل غالبا بزيادة كمية الاسمنت في المخلوط الاسمنت و الرمل و يوضع على الحوائط الاساسات و البدرومات المعرضة للرطوبة الارضية وغالبا يوضع هذا البياض على اساسات المباني في التربة العادية من طبقتين سمك كل منهما ٠,٦ سم ومن مساوئ هذه الطريقة انه نظرا لتصلب هذه الطبقة فقد يحدث الشروخ يمكن ان ترى بالعين المجردة و لذلك يجب ان تصلح و ترمم باستمرار أما في حالة التربة المبللة جيدا يجب دهان البتومين على طبقة بياض الاسمنتي .

٢. **اضافات لعزل المياه :** خلط مواد اضافية أو سوائل مانعة للمياه للخرسانة لوقف نفاذية الماء فيها و يتم عمل ذلك بملأ الفراغات بين الحبيبات الخرسانة بهذه المكونات لتمنع نفاذية المياه فيها كما تسرع من عملية الكيميائية لنشاط الاسمنت ومن بين هذه المواد الدائمة الاستعمال الجير الماني ، الدهن الحامضي ،بودرة الحديد ، مواد السيكا و السمنتون و المدسا و البدلو .

٣. **الواح الاردواز :** استعملت هذه الواح كثيرا عبر التأريخ لعزل الرطوبة قبل اكتشاف مادة البتومين و الاسفلت و قد استعملت بوضع مدماكين من ألواح الارتواز داخل عراميس المونة الافقية فى المباني كمادة عازلة و تعتبر هذه الطريقة غير مستعملة في الوقت الحاضر نظرا لتكاليفها الباهضة بجانب مظهرها السيئ ونظرا لصلابتها فغالبا يحدث فيها كسر عندما تهبط المباني .

٤. **الواح الاسبستوس الصغيرة:** وهي اسبستوس صغيرة لها اشكال كثيرة تركب على الاسقف بركوب مناسب فوق بعضها وتعتبر هذه الواح ذات امكانية عزل ونهو معا .

٥. **الواح وشطف خشبية صغيرة:** وهذه المواد شائعة الاستعمال في اسطح المائلة و الحوائط و تستعمل بكثرة في البلاد الباردة لان معالجة لمقاومة الرطوبة و المياه و يساعد وجودها على اسطح المائلة طرد المياه من عليها بسرعة و العيب الوحيد فيها انها سريعة الاحتراق و على ذلك فتعتبر من المواد ذات امكانية العزل و النهو معا .

٦. **الواح الاسبستوس الاسمنتي:** وهي مواد ذات امكانية عزل و نهو معا و تصنع من خلط الاسمنت البورتلاندي مع الياف الاسبستوس التي تكون مبللة ثم تشكل و تضغط الى الواح و انتاج هذا النوع يكون قوي و معمر و مقاوم للحريق و المياه و الاحماض و العفن و الفطريات و الحشرات و تستعمل هذه الواح احيانا في تكسية الاسطح المائلة و تمتاز بخفة الوزن و العزل الحراري و يصنع منها نوعين :

*الواح مموجة و تصنع بعرض ٩٥ سم و بطول ١,٢ _ ١,٥ متر و سمك ٦ملم

*الواح مسطحة و تصنع بمقاس ١,٢٠ * ١,٢٢ متر و سمك ٦_ ٨ ملم

٧. **طبقة البلاستيك :** وهي مواد ذات امكانية عزل و نهو معا و لعمل طبقة البلاستيك للالواح الديكورية يغمس ورق الكرافت في محلول شمع الفيتول ثم يوضح فوق كل ذلك لوح من شمع الميلامين و لعمل الفورمايكا يوضح لوح رقيق من الالومنيوم تحت اللوح السابق عمله حيث

سيزيل الحرارة بسرعة و يعمل طبقة رقيقة جدا لمقاومة اللهب و هذه الطبقة عازلة للمياه و الحرارة معا .

٨. **القرميد المزجج :** و هي مواد ذات امكانية عزل و نهو معا و يصنع القرميد من مادة فخارية جيدة و تستعمل لتكسية الاسطح المائلة و هو جيد لعزل الرطوبة و المياه و يساعد وجوده على اسطح مائلة لطرد المياه من عليها بسرعة و يعتبر القرميد من المواد المعمرة لحماية الاسقف المائلة من المياه المطر بجانب منظره الجميل و يمكن طلاؤه ببوية الانامل بالالوان المطلوبة كما يوجد انواع كثيرة منه اهمها :

*القرميد اليوناني

*القرميد الروماني

*القرميد الاسباني

*القرميد السادة

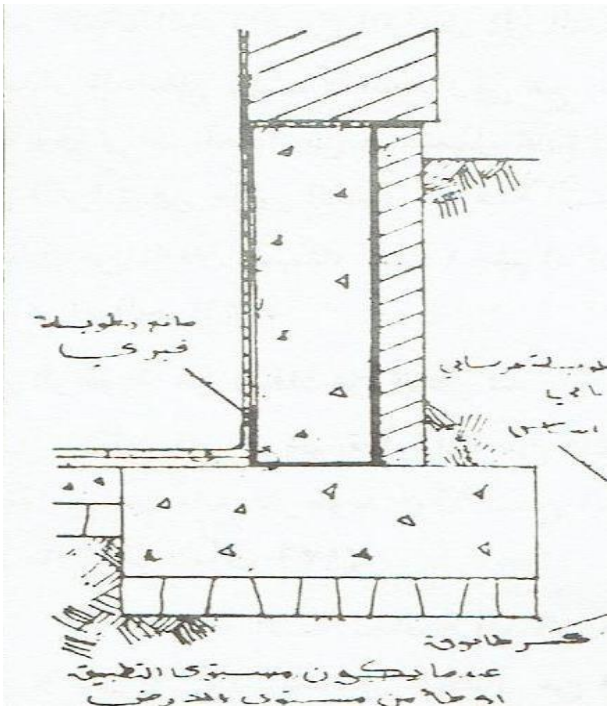
*الاطار العملي /

*طريقة عملية محافظة البناءمن الرطوبة الارضية :

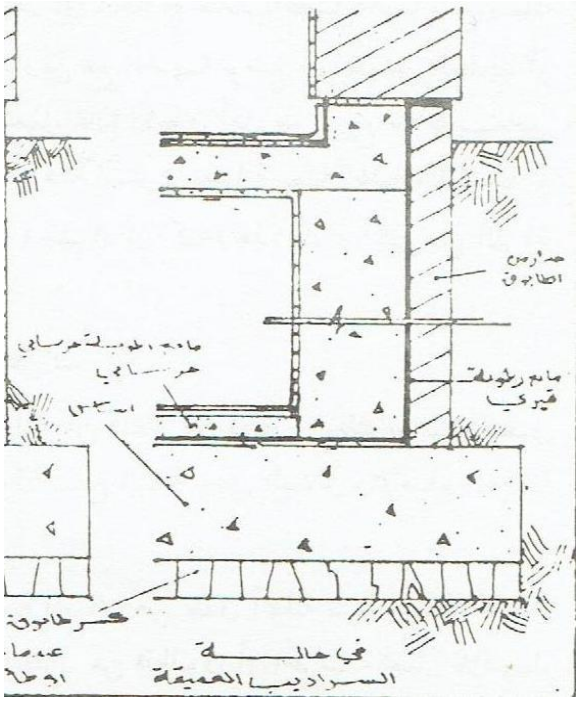
لمحافظة اي بناية من الرطوبة الارضية لابد ان نعرف وضعية البناية الداخلية و مواقع مستوى الارض و مستوى التطبيق (الكاشي) للطابق الاول و يلاحظ في هذه المستويات ان هناك احتمال ثلاث حالات متبانية يجب ان تعمل لها محافظة مختلفة كل حسب مواقع المستويات المذكورة .

*الحالة الاولى :

عندما يكون مستوى التطبيق للطابق الارضي اوطأ في مستوى الارض كما في سراديب و المخازن تحت مستوى الارض و يجب بهذه الوضعية المحافظة الافقية في مستوى التطبيق و العمودية بمحاذاة الجدار الملاصق للتربة و الى مستوى الارض و بشكل أفقي عند مستوى الارض .

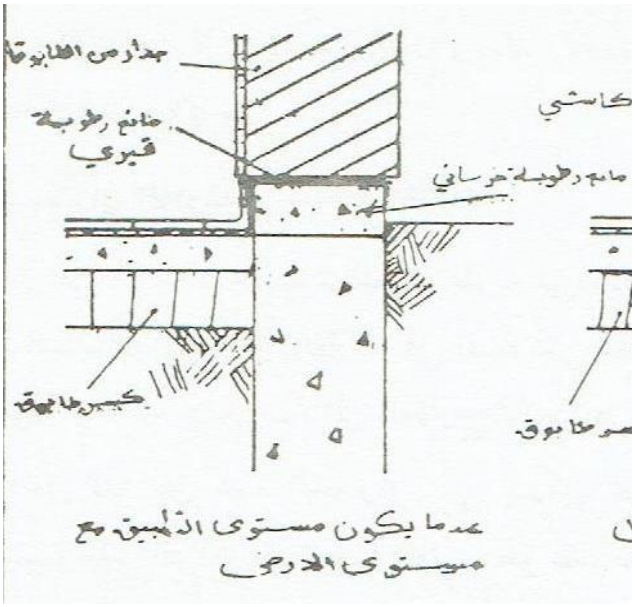


شكل (١) مستوى التطبيق اوطأ من مستوى الارض



*الحالة الثانية:

عندما يكون مستوى التطبيق للطابق الارضي بمستوى الارض و يجب في هذه الحالة ان يحافظ الجدار افقيا فقط .

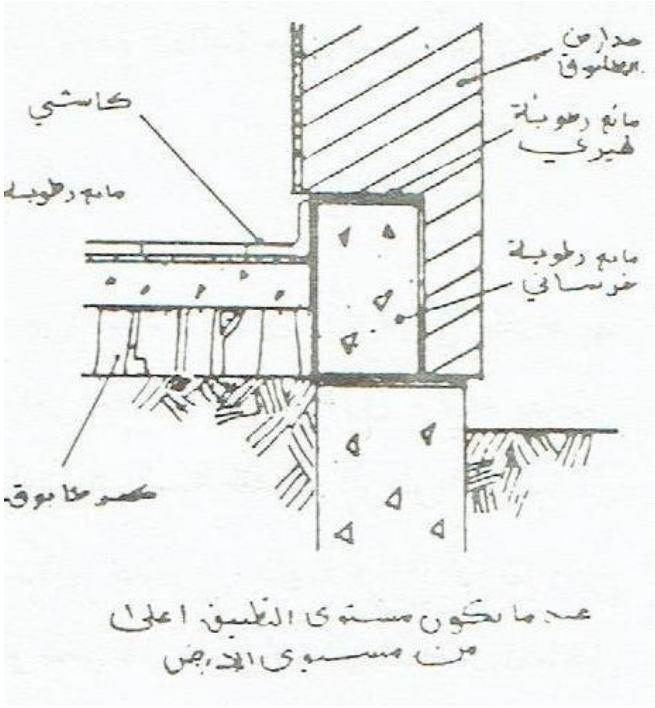


شكل (٢) مستوى التطبيق مع مستوى الارض

*الحالة الثالثة:

عندما يكون مستوى التطبيق للطابق الارضي أعلى من مستوى الارض و عندئذ يجب ان يحافظ الجدار افقيا بمستوى الارض ثم عموديا محاذ يا لتراب الدفن ثم افقيا في مستوى (كاشي) ، ان هذه الطريقة قد تختزل بالمحافظة الافقية بمستوى التطبيق فقط نظرا لعدم وجود ضرورة كبيرة في تأثير الرطوبة غلى القسم الخارجي في الجدار و لا يوجد ضررا نهائيا من الناحية الصحية و هذه الطريقة متبعة في أكثر المنشآت السكنية و التي يعمل الجدار الخارجي فيها عادة بسمك أعرض في

الجدار الحامل للثقل بمقدار ١٢ سم احتياطا في حدوث أي خلل بسبب التبلور او التأكل و بذا تكون الطريقة المثالية .



شكل (٣) مرتوى التطبيق اعلى من مستوى الارض

_ جميع الحالات ذكرها لمحافظتها في الرطوبة الارضية الصاعدة في التربة و بملاحظة المواد السابق ذكرها بالشكل التالي:

أن تستعمل طبقة من مانع الرطوبة الخرساني مع مواد سائلة او مسحوق سمنتي بسمك لاتقل عن ٨سم توضع هذه الصبة بحيث يكون مستواها يرتفع عن مستوى الارض و يكون مستوى التطبيق الداخلي للمنشأ في منتصف هذه الطبقة ثم تملج و تصقل بطبقة من السمنت و الرمل مع مانع رطوبة بوضع فوقها طبقة من الاسفلت بعرض الجدار و بذلك تكون المحافظة كاملة و ذلك لان وضع مانع الرطوبة خرساني لا يكفي غالبا اذ انه كثيرا ما يحدث فيه كسور و شقوق بسبب

جلوس البناية و تكون هذه الكسور منافذ لصعود الرطوبة فبوضع اطوال الاسفلت تكون هذه الخط الثاني لمنع الرطوبة علاوة على خاصية الاسفلت في عدم تأثره بالجلوس لليونته و لحيمه هذه الكسور عند حدوثها في الخرسانة ، أما وضع اطوال الاسفلت وحدها فلا يصح أيضا اذ يحدث غالبا ان الكاشي يكون جسرا لنقل الرطوبة في التربة الى الجدار لان سمك الاسفلت لا يزيد عن ٣ ملم و بذلك تضيع الفائدة في الوضع مانع الرطوبة .

*أما الطريقة الحديثة لمنع الرطوبة الاضية هي :

لعزل الرطوبة الارضية للحوائط توضع الطبقة العازلة لحوائط المبنى على ارتفاع ١٥ سم من فوق رصيف المبنى الخارجي مكونة من مخلوط الاسفلت الساخن و الرمل بسمك يتراوح بين ١,٥ _ ٢ سم ثم يوضع فوقها طبقة من مونة الاسمنت و الرمل بسمك ١ سم لتكملة مباني حائط المبنى كما يمكن عزل هذه الحوائط بوضع طبقات من الخيش المقطرن و دهانها بالبوتومين بدلا من طبقة مخلوط الاسمنت و الرمل يحدد ذلك تبعا للرطوبة التربة كالاتي في المناطق التي تكون فيها التربة جافة تعمل الطبقة العازلة من طبقة واحدة من الخيش المقطرن و وجهين بتومين في حالة التربة ذات الرطوبة البسيطة تعمل الطبقة العازلة من طبقتين من الخيش المقطرن و ثلاثة اوجه بتومين بينهم في حالة التربة ذات الرطوبة العالية تعمل الطبقة العازلة من ٣ طبقات من الخيش المقطرن مع اربعة اوجه بتومين بينهم و لعزل الرطوبة الارضية لارضيات الدور الارضي و البدرومات و الحمامات و ماشابه ذلك توضع الطبقات العازلة بعد صب الخرسانة العادية او المسلحة لزوم اعمال الارضيات حيث يفرش فوقها مونة الاسمنت و الرمل بسمك ٢ _ ٣ سم و ذلك لضبط افقيتها و تنعيم سطحها ليكون املس ثم يفرش فوقها بعد جفافها طبقة من مخلوط الاسفلت و الرمل بسمك لا يقل عن ٢ سم ثم يوضع عليها طبقة الرمل سمك ٣سم ثم المونة ٢سم ثم البلاط ٢سم و قد تصب طبقة من الخرسانة الفينو سمك ٥سم فوق الطبقة العازلة مباشرة لحفظها ثم يوضع على الارضية التشطيبات اللازمة و يمكن عزل هذه الارضيات ايضا باستعمال الخيش المقطرن و البتومين على ان توضع لفات الخيش المقطرن خلف خلاف .

*منع الرطوبة في النفاذ في الاعلى:

هناك عدة طرق فيما يلي نشرح احسن الطريقة

*طريقة صبة الخرسانية:

هي أحسن طريقة و أكثر كلفة اذ تصب مربعات لا يزيد مساحتها عن المتر المربع يعادل قدرها سنتيمترا واحدا بين مربع و آخر يملا على القالب بقير خاص و تكون الصبات بسمك لا يقل عن ٥ سم و قد يغلق بصبات جاهزة في الخرسانة بمساحة ٨٠ * ٨٠ سم بمفاصل منكسرة و معالجة بمانع الرطوبة توضع على طبقة من الرمل الجاف و تدرز المفاصل بقيمة سمنت او بمواد اسفلتية خاصة .

*حماية الاسس الخرسانية المسلحة في تأثير المياه لجوفية بالاستخدام مانع الرطوبة :

الخلاصة :

أشارت الدراسات السابقة الى ان اضافة المواد المانعة للرطوبة الى الخلطة الخرسانية يزيد من قابلية الخرسانة المتصلبة على منع نفاذ المياه لداخلها و لكن في نفس الوقت يقلل من قابلية تحملها للاجهادات .

لمعرفة مقدار انخفاض مقاومة الخرسانة للاجهادات و مقدار تقليل نفاذيتها و لغرض حماية الاسس الخرسانية المسلحة من مهاجمة المياه الجوفية ذات تأثير السلبي على ديمومة خرسانة الاسس و تأكل حديد تسليحها ، تم اضافة مادة السيكا و هي احدى المواد المانعة للرطوبة الشائعة الاستخدام الى نماذج من الخرسانة المسلحة و غير المسلحة بنسب ٪٢ – ٤,٦ من وزن الاسمنت المستعمل في الخلطة الخرسانية و تم تهيئة نماذج لاجراء فحوصات الانضغاط ، الانشطار ، الانثناء و النفاذية .

بينت النتائج مقدار الانخفاض الكبير في نفاذية الكبير في نفاذية الخرسانة بزيادة نسبة المادة المضافة ، كما بينت مقدار الضعف الحاصل في كل من مقاومتي انضغاط و انشطار الخرسانة و كذلك مقدار انخفاض مقاومة انثناء الخرسانة المسلحة .

أخيرا تم تحديد النسبة الافضل الواجب اضافتها من مانع الرطوبة الى خرسانة الاسس لحمايتها من مهاجمة المياه الجوفية ، كما تم توصيه بتخفيض قابلية تحمل الخرسانة عند التصميم الاسس الخرسانية الواقعة ضمن تأرجح منسوب المياه الجوفية .

١. المقدمة :

لوحظ خلال اعمال هدم المباني القديمة ،ذات الاسس الخرسانية المسلحة الواقعة ضمن منسوب تأرجح المياه الجوفية صعودا و نزولا ،وجود أضرار كبيرة في خرسانة الاسس و حديد تسليحها . تشمل هذه الاضرار تشقق الخرسانة وتغير لونها وسهولة تهشيمها اضافة الى فقدانها لتلاصقها مع حديد التسليح و انخلاعها عنه ،اما الاضرار الملحوظة على حديد التسليح، الصدأ الذي يبدأ بالطبقة الخارجية للحديد ، وبسبب دورات الترطيب و الجفاف تتشقق الطبقة المتصدئ مما يؤدي الى نفاذ الرطوبة وبوجود الاوكسجين تتصدأ طبقة اخرى وهكذا تتكرر العملية مسببة تأكل حديد التسليح ،حيث شوهدت قضبان تسليح فقدت ما يقارب نصف قطرها التصميمي . ان الطبقة او الطبقات المتأكسدة من الحديد اضافة الى عدم تمتعها بقابلية السحب و مقاومة الشد الذي يمتاز بها الحديد فانها تأخذ حجم اكبر من حجم الحديد غير المتأكسد و بذلك تسلط اجهادات داخلية كبيرة داخل الخرسانة المسلحة تفضي الى تشقق الخرسانة. نتيجة لضعف مقاومة الخرسانة المتشققة و ضمور مساحات الحديد التصميمية و ضعف التلاصق بين الخرسانة و الحديد و لفقدان الحديد مرونته و قابليته لتحمل قوي الشد و اقترابه من الحالة الهشة القابلة للكسر ، تعجز الخرسانة المسلحة المستخدمة لتنفيذ الاسس عن القيام بدورها التصميمي .

لحماية خرسانة الاسس المسلحة من الاضرار المذكورة اعلاه ،شاع استخدام الخرسانة المقاومة للاملاح الكبريتية في تنفيذ اعمال الاسس الواقعة ضمن مستوى المياه الجوفية و في المواقع التي تشير فحوصات تربتها الى وجود نسبة كبيرة من الاملاح الكبريتية ، كما شاع استخدام المواد القيرية لطلاء السطوح الخارجية للاسس قبل دفنها ، أملا في وقايتها من الرطوبة و الاملاح الذائبة الضارة وفي بعض الاحيان يتم فرش طبقات من النايلون تحت الاسس لتقليل التماس بين الخرسانة و التربة . الا ان هذه المعالجات لم تنجح في وقاية خرسانة الاسس المسلحة من تعرضها للرطوبة و اضرارها ،حيث ان المياه الجوفية تنجح بطريقة الخاصية الشعرية من التسلق عبر طبقات النايلون التي لابد ان تحدث فيها ثقوب خلال التنفيذ او بعد نفاذ عمر استخدامها و تهاجم الاساس من الاسفل و بالتالي لا تكون لطبقات النايلون او طبقة الطلاء القيري اي تأثير .

أن الحصول على خرسانة ذات نفاذية واطئه او معدومة لمرور الرطوبة و الهواء يعتبر من العوامل الهامة لوقاية حديد التسليح من التأكل و الخرسانة من التشظي ،حيث ان الطبيعة القلوية للخرسانة تؤدي الى تكوين طبقة واقية غير فعالة كيميائيا على السطح البيني للخرسانة و حديد التسليح ،هذا المحيط القلوي ناشئ عن هيدروكسيدات الكالسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم التي تتفاعل في محيط رطب خلال فترة من الزمن مع ثاني اوكسيد الكاربون لتكوين الكاربونات ،و ان اي تشقق في الطبقة الواقية يسبب زيادة احتمالية تأكل حديد التسليح بسبب تفاعله مع حامض الكاربونيك و تكوين كاربونات الحديدوز وفق المعادلة التالية :

$$Fe + H_2Co_3 \longrightarrow FeCo_3 + \uparrow H_2$$

كما ان الرطوبة لوحدها تؤدي الى تأكسد الحديد وفق المعادلة :

$$Fe + H_2o \longrightarrow FeO + \uparrow H_2$$

ان هجوم الكاربونات و الكلوريدات يحدث داخل الكتلة الخرسانية و يجب على العامل المهاجم ان يكون قادرا على التغلغل كمحلول خلال الخرسانة التي يجب ان تكون منفذه للماء مما يوفر وسطا ملائما لهذه التفاعلات الكيميائية التي تسبب تلف حديد التسليح ،من خلال ذلك نلاحظ أهمية السيطرة على نفاذية الخرسانة لوقايتها و بالتالي الحصول على اسس خرسانية مسلحة ذات ديمومة افضل بحيث تحافظ على متانتها التصميمية و بذلك يمكن تلافي كثير من الاضرار المتوقع حدوثها في الابنية كالتشقق و الهبوط و التصدع ....الخ .

اعتمدت فكرة البحث لمعالجة مهاجمة الرطوبة للاسس الخرسانية المسلحة على اضافة مادة مانع الرطوبة (السيكا) الى الخلطة الخرسانية المستخدمة لتنفيذ الاسس و دراسة الايجابيات و السلبيات من خلال اجراء سلسلة من الفحوص المختبرية تضمنت فحص معامل نفاذية الخرسانة المقاومة للاملاح الكبريتية و فحص مقاومة انضغاطها و فحص مقاومة شدها كما تضمن البرنامج العملي فحص عتبات خرسانة مسلحة قياسية مقاومة للاملاح و مقاومة للرطوبة كل هذه الفحوصات تم تكرارها باضافة نسب مختلفة من مانع الرطوبة الى خلطة الخرسانية .

٢. البرنامج العملي :

٢_١ المواد الاولية المستخدمة:

تم استخدام المواد الاولية المذكورة ادناه لاعداد نماذج الفحوصات المختبرية وكما يلي :

أ .الاسمنت البورتلاندي المقاوم للاملاح المطابق للمواصفة العراقية رقم (٥) لسنة ١٩٨٤ ،وقد كان زمن تجمده الابتدائي ٨٠ دقيقة و زمن تجمده النهائي ٣٤٥ دقيقة .

ب .الركام الخشن النهري ذو التدرج المطابق للمواصفة العراقية (٤٥) لسنة ١٩٨٠ ،وكان ذو مقاس اقصى مقداره ١٠ ملم و ذو وزن نوعي ٢,٦ و النسبة المئوية لاملاح الكبريتات ٠,٢ .

ج .الركام الناعم ذو التدرج المطابق للواصفة العراقية رقم (٤٥) لسنة ١٩٨٠ ،وضمن منطقة التدرج الثانية ،وكان وزنه النوعي يساوي ٢,٦٥ ، ونسبة المئوية لاملاح الكبريتات ٠,٢ وقد كان كل من الركام الناعم و الخشن نظيفا و خاليا من الشوائب و المواد العضوية .

د .حديد تسليح بقطر ٦,٢٥ ملم لتسليح العتبات الخرسانية ،وكانت مقاومة خضوعه مقدارها ٤١٤ نيوتن / ملم ^{٢} .

ه .ماء الشرب لخلط الخرسانة و معالجتها .

و .مسحوق مانع الرطوبة (السيكا) ذو التسمية التجارية (.Interaplast Z) ، صناعة فرنسا .

٢_٢ الخلطات الخرسانية المستعملة

أ .الخلطة الاولى : وهي الخلطة الشائعة الاستخدام بنسبة خلط (١ الاسمنت : ٢ رمل : ٤ حصى) مع نسبة ماء خلط ٥٠٪ لم يضاف لها مانع الرطوبة لجعلها مرجع قياسي للمقارنة مع الخلطات الثلاثة اللاحقة .

ب .الخلطة الثانية : وتحتوي على مانع رطوبة بنسبة ٢٪ من وزن الاسمنت و قد تمت اضافة مسحوق مانع الرطوبة بعد وزن الكمية المطلوبة الى الاسمنت و بعد مزجها بصورة متجانسة تم خلط الركام الناعم و الخشن بالطريقة الاعتيادية و من ثم اضيف ماء الخلط .

ج .الخلطة الثالثة : وتحتوي على مانع الرطوبة بنسبة ٤٪ من وزن الاسمنت .

د .الخلطة الرابعة : وتحتوي على مانع الرطوبة بنسبة ٦٪ من وزن الاسمنت .

٢_٣ نماذج الفحص

أ . لدراسة تأثير اضافة مانع الرطوبة على معامل نفاذية الخرسانة المقاومة للاملاح تم تهيئة نماذج قياسية اسطوانية قطر ٣٦ ملم و ارتفاع ٢٧ملم و تم فحصها بعد تصلبها لازمنة معينة ابتداءا من ٢٤ ساعة ، ٤٨ ساعة ، ٩٦ساعة ، ١٢٠ ساعة و ١٤٤ ساعة ،وتم تسجيل معدل معامل النفاذية .

ب . لدراسة تأثير اضافة مانع الرطوبة على مقاومة شد الخرسانة المقاومة للاملاح تم تهيئة اثنا عشر اسطوانة قياسية بأبعاد (١٥٠ * ٣٠٠) ملم ،ثلاثة اسطوانات لكل نوع من الخلطات (أ ،ب ،ج ،د) المذكورة في (٢_٢) اعلاه ،وقد تم تسجيل مقدار الاجهاد المؤدي الى الفشل بالانشطار .

ج . لدراسة تأثير اضافة مانع الرطوبة على مقاومة انضغاط الخرسانة المقاومة للاملاح تم تهيئة اثنا عشر مكعب قياسي بأبعاد (١٥٠ * ١٥٠ * ١٥٠) ملم ،ثلاثة مكعبات لكل نوع من الخلطات (أ ،ب ،ج ،د) المذكورة في (٢_٢) اعلاه ،وقد تم تسجيل مقدار الاجهاد المؤدي الى الفشل بالانضغاط.

د . لدراسة تأثير اضافة مانع الرطوبة على مقاومة انثناء الخرسانة المسلحة المقاومة للاملاح ،تم تهيئة اثنا عشر عتبه قياسية بأبعاد (١٥٠ * ١٥٠ * ٧٥٠) ملم ،ثلاثة عتبات لكل نوع من الخلطات (أ ،ب ،ج ،د) المذكورة في (٢_٢) اعلاه ،تم تسليحها بأقل نسبة حديد تسمح بها المواصفة الامريكية ،بواقع قضيبي تسليح بقطر ٦,٢٥ ملم .وقد تم الاخذ بنظر الاعتبار تصميمها بحيث تفشل بالانثناء دون القص خلال مراحل الفحص .أجري الفحص لكافة العتبات و هي ترتكز على مسندين بسيطين بفضاء مقداره ٦٠٠ملم و بتسليط حملين مركزين يؤثران في ثلثي الفضاء .وقد تم تسجيل الحمل المؤدي الى الفشل بالانثناء و تمت المقارنة على اساسه .

٣. النتائج و المناقشة

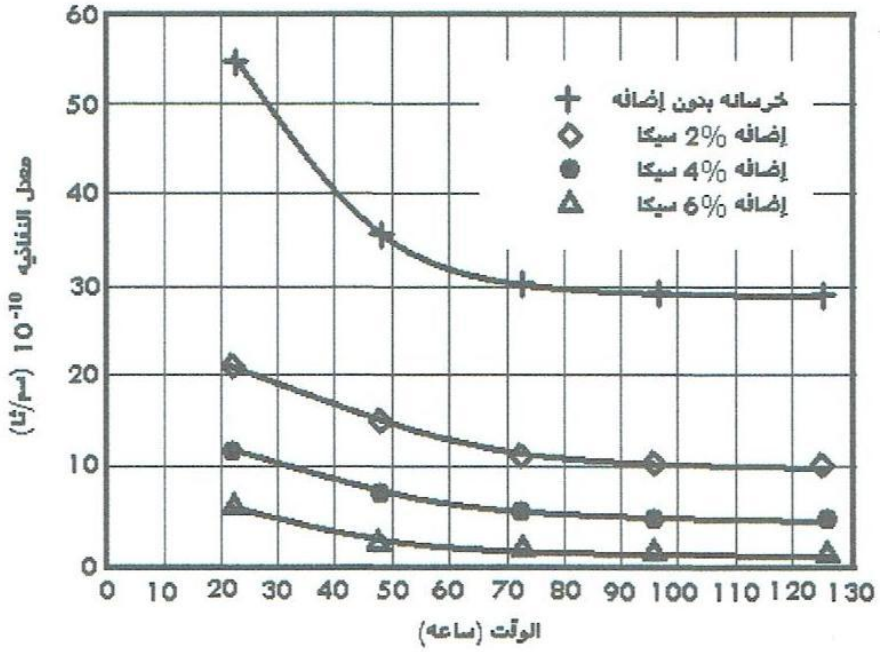
ان نتائج اضافة مانع الرطوبة الى الخلطة الخرسانية المقاومة للاملاح بنسب (٦٪ ، ٤٪ ، ٢٪) من وزن الاسمنت و مقارنتها مع نتائج فحوص الخلطة الخرسانية القياسية و بيان تأثير ذلك على خواص الخرسانة ،تم بالاعتماد على معدل نتائج فحص كل ثلاثة نماذج و كما يلي :

٣_١ فحص النفاذية

لوحظ انخفاض معدل معامل النفاذية كلما زادت كمية مانع الرطوبة المضافة حيث وصل انخفاض معامل النفاذية للنموذج الذي يحتوي على ٦٪ سيكا من وزن الاسمنت في الخلطة الى ٩٥,٥٪ نسبة الى معامل نفاذية الخرسانة التي لا تحتوي على سيكا ،لما في الجدول (١) . شكل (١) يمثل انخفاض معدل نفاذية الخرسانة للماء مع الزمن بزيادة نسبة المادة المانعة للرطوبة ،في حين انخفض معامل النفاذية للنموذج الذي يحتوي على ٤٪ سيكا من وزن الاسمنت في الخلطة الى ٨٥,٥٪ .

جدول (١) معدل انخفاض معامل النفاذية باضافة نسب مختلفة من مانع الرطوبة/ الاسمنت

نسبة اضافة المادة المانعة للرطوبة /الاسمنت ٪	معدل معامل النفاذية (k) *^{١٠} ١٠سم/ثانية						نسبة انخفاض معامل النفاذية في حالة الاستقرار ٪
	زمن الفحص (ساعة)						
	٢٤	٤٨	٧٢	٩٦	١٢٠	١٤٤	
٠	٥٤,٨	٣٦,٤	٣٠,٢	٢٩,١	٢٩		٠
٢	٢٠,٤	١٣,٥	١٠,٨	١٠,٤	١٠,١		٦٥,١
٤	١٠,٥	٧,١	٥,٤	٤,٥	٤,١		٨٥,٨
٦	٥,٥	٢,٥	١,٥	١,٥	١,٣		٩٥,٥



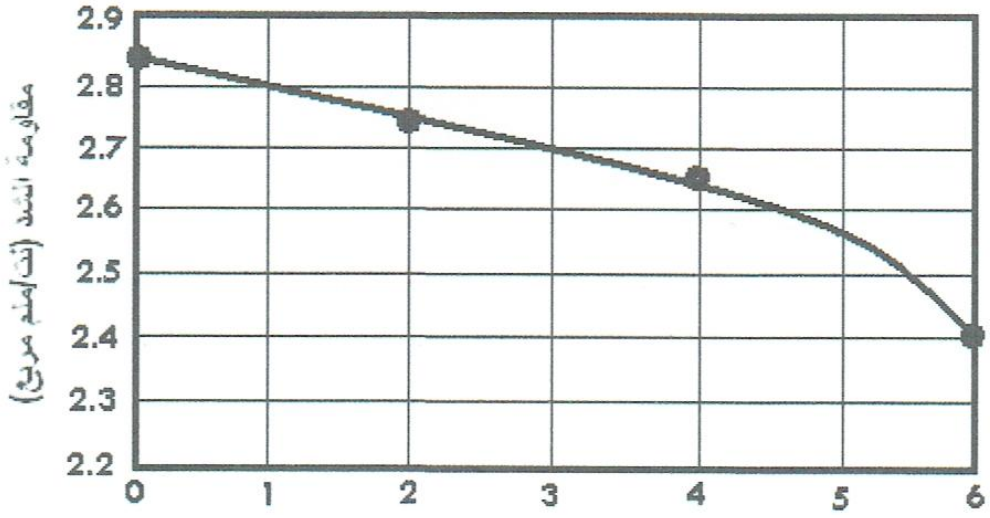
الشكل (١) انخفاض معدل معامل نفاذية الخرسانة للماء مع الزمن بزيادة نسبة اضافة مانع الرطوبة /الاسمنت (وزنا)

٣_٢ مقاومة شد الخرسانة

لوحظ انخفاض في مقاومة الشد بمقدار ٩,١٪ للنموذج الحاوي على ٤٪ مانع الرطوبة من وزن الاسمنت مقارنة مع النموذج الذي لا يحتوي على مانع رطوبة وكما موضح في الجدول (٢) . الشكل (٢) يوضح نسبة انخفاض معدل مقاومة الشد للاسطوانات مع زيادة نسبة اضافة المادة المانعة للرطوبة .

جدول (٢) :مقاومة الشد للاسطوانات الخرسانية

رمز النموذج	نسبة اضافة مانع الرطوبة/الاسمنت ٪	مقاومة الشد نت/ملم^2	معدل مقاومة الشد نت/ملم^2	النسبة المئوية للانخفاض ٪
1-a	0	2.75	2.84	0
2-a	0	2.85		
3-a	0	2.92		
1-b	2	2.74	2.75	3.1
2-b	2	2.72		
3-b	2	2.76		
1-c	4	2.57	2.58	9.1
2-c	4	2.59		
3-c	4	2.58		
1-d	6	2.4	2.4	15.4
2-d	6	2.44		
3-d	6	2.36		



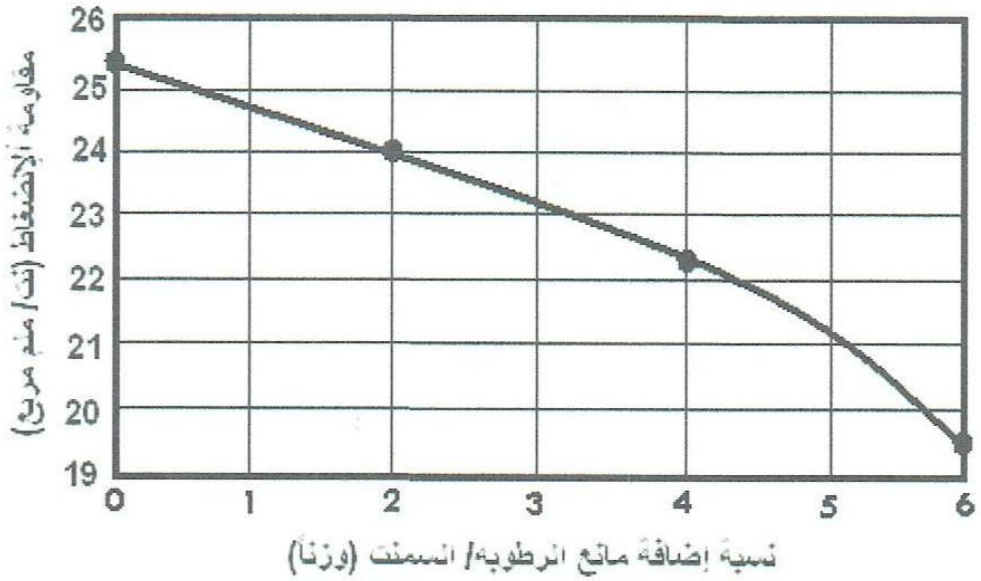
الشكل (٢)انخفاض معدل مقاومة الشد للخرسانة عند زيادة نسبة اضافة المادة المانعة للرطوبة/الاسمنت (وزنا)

٣_٣ مقاومة انضغاط الخرسانة

لوحظ انخفاض في مقاومة انضغاط الخرسانة مع زيادة نسبة اضافة مانع الرطوبة و قد بلغ ١١,٩٪ للنموذج ذو نسبة اضافة ٤٪ مانع رطوبة/اسمنت مقارنة مع النموذج الذي لا يحتوي على مانع رطوبة و كما موضح في الجدول (٣) .الشكل (٣) يوضح نسبة انخفاض معدل مقاومة الخرسانة مع زيادة نسبة اضافة المادة المانعة للرطوبة .

جدول (٣) مقاومة انضغاط المكعبات الخرسانية

رمز النموذج	نسبة اضافة مانع الرطوبة/الاسمنت ٪	مقاومة الشد نت/ملم^{٢}	معدل مقاومة الانضغاط نت/ملم^{٢}	النسبة المئوية للانخفاض ٪
1-a	0	24.2	25.2	0
2-a	0	26.3		
3-a	0	25.2		
1-b	2	24.6	24	4
2-b	2	24.0		
3-b	2	23.4		
1-c	4	22.7	22.2	11.9
2-c	4	22.3		
3-c	4	21.6		
1-d	6	19.8	19.4	23
2-d	6	19.4		
3-d	6	19.0		



الشكل (٣) انخفاض معدل مقاومة الانضغاط للخرسانة مع زيادة نسبة اضافة مانع الرطوبة/الاسمنت (وزنا)

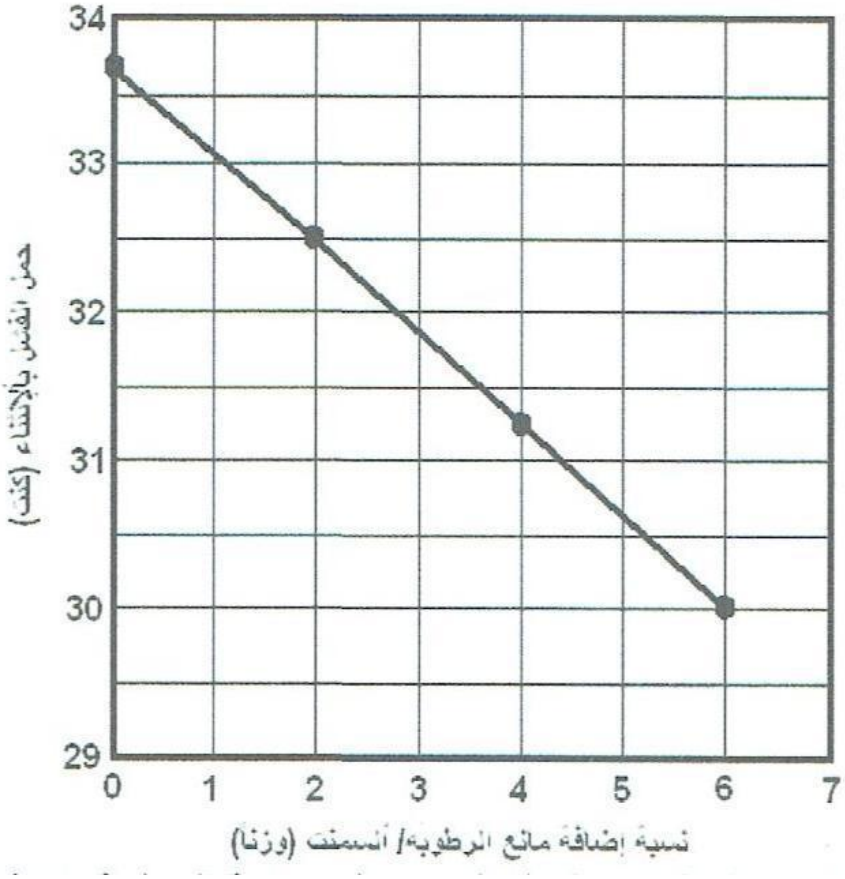
٣_٤ مقاومة انثناء الخرسانة المسلحة المقاومة للاملاح

من خلال اجراء فحص الانثناء على العتبات الخرسانية المسلحة المقاومة للاملاح لوحظ فشل كافة النماذج بالانثناء ،حيث حدثت تشققات في الثلث الوسطي من الجهة السفلي و من ثم ازدادت التشققات اتساعا مع الزيادة التحميل لحين حدوث تهشم في المنطقة الوسطية من الجهة العليا المعرضة للانضغاط تلا ذلك حدوث الفشل النهائي. هذا و قد تم اعتماد الاحمال المؤدية للفشل بالانثناء كأساس لاجراء المقارنة بين المجاميع الاربعة بدلا من حساب مقاومة انثناء العتبات . وقد بلغ انخفاض الاحمال المؤدية الى الفشل الانثناء ٧,٢٪ للعتبات الخرسانية المسلحة المحتوية على مانع رطوبة بنسبة ٤٪ من وزن الاسمنت مقارنة مع نماذج العتبات الخرسانية المسلحة المقاومة للاملاح القياسية التي لا تحتوي على مانع الرطوبة و كما موضح في الجدول رقم (٤) .

مما يشير الى تراجع مقاومة انثناء العتبات الخرسانية المسلحة كلما زادت نسبة اضافة مانع الرطوبة الى الخلطة الخرسانية . الشكل (٤) يمثل نسبة انخفاض معدل الحمل المؤدي الى فشل العتبات الخرسانية المسلحة .

جدول (٤) الحمل المؤدي الى فشل العتبات الخرسانية المسلحة بالانثناء

رمز النموذج	نسبة اضافة مانع الرطوبة/الاسمنت ٪	الحمل المؤدي الى الفشل بالانثناء كنت	معدل الحمل المؤدي الى الفشل بالانثناء كنت	النسبة المئوية للانخفاض ٪
1-a	0	33.5	33.7	0
2-a	0	33.9		
3-a	0	33.7		
1-b	2	32.5	32.5	3.5
2-b	2	32.7		
3-b	2	32.3		
1-c	4	31.3	31.25	7.2
2-c	4	31.5		
3-c	4	30.95		
1-d	6	30.5	30	10.9
2-d	6	30.1		
3-d	6	29.4		



الشكل (٤) انخفاض معدل الحمل المؤدي لفشل العتبات الخرسانية المسلحة بالانثناء عند زيادة نسبة اضافة مانع الرطوبة/الاسمنت (وزنا)

اعتمادا على ما ورد اعلاه ،وبعد مراعاة تأثيرات اضافة مادة مانع الرطوبة على خواص الخرسانة ،يمكن اعادة النظر بتصميم الاسس الخرسانية المسلحة المعرضة لمهاجمة الرطوبة او الواقعة ضمن مستوى تأرجح المياه الجوفية و ذلك بالتضحية بجزء من مقاومة انضغاط و انشطار انثناء الخرسانة المسلحة مقابل الحصول على خرسانة واطئة النفاذية لحمايتها من التأكل التشظي .

* الاستنتاجات :

من خلال نتائج البرنامج العملي تم استنتاج ما يلي :

١. انخفاض في مقاومة انضغاط الخرسانة بمقدار (١٢٪) حين اضافة مانع الرطوبة الى الخلطة الخرسانية .
٢. انخفاض في مقاومة انثناء الخرسانة بمقدار (٧٪) حين اضافة مانع الرطوبة الى الخلطة الخرسانية .
٣. انخفاض في معامل نفاذية الخرسانة بمقدار (٨٦٪) حين اضافة مانع الرطوبة الى الخلطة الخرسانية .اي بعبارة اخرى زيادة مقاومة الخرسانة لنفاذ الماء .
٤. افضل نسبة اضافة لمادة مانع الرطوبة تبلغ (٤٪) من وزن الاسمنت في الخلطة الخرسانية .
٥. لغرض وقاية الاسس الخرسانية المسلحة الواقعة ضمن منطقة تأرجح منسوب المياه الجوفية من اخطار التفتت بسبب :

أ .تبلور الاملاح المذابة بالماء عند جفاف الاسس .

ب .صدأ حديد التسليح بسبب دورات الترطيب و الجفاف .

ولغرض زيادة ديمومة الاسس يمكن اجراء الاتي:

١. اضافة مانع الرطوبة الى الخلطة الخرسانية بنسبة (٤٪) من وزن الاسمنت .
٢. تخفيض مقاومة انضغاط الخرسانة بنسبة (١٢٪) حين اعداد تصاميم الاسس الواقعة ضمن منطقة تأرجح منسوب المياه الجوفية .

*التوصيات :

١. يجب توفير المواصفات الهندسية الجيدة عند استخدام الموانع الرطوبة .

٢. محاولة للحصول على ايدى عاملة ماهرين في هذه المجال .

٣. محاولة استخدام التقنيات الجديدة لتعزيز الفكر المحلي .

٤. محاولة توفير المواد الاولية للنظام و استخدام المواد المحلية .

٥. يجب ان يكون النظام المستخدم ملبيا لمتطلبات الوظيفية و الجمالية .

***المصادر:**

١. يوسف الرواف أستاذ المباني / جامعة بغداد ١٩٧٦

٢. أ.م.د محمود رشيد محمود / جامعة بغداد ٢٠٠٦

٣. المدرس علاء مهدي درويش الخطيب / جامعة تكنولوجية بغداد ٢٠٠٦

٤. أ.فرح حسين كاظم / جامعة بابل ٢٠١١

٥. كتاب تشيد المباني د.فاروق عباس حيدر

٦. كتاب أنشاء المباني د.محمد أحمد عبدالله

٧. يوسف الشكرجي ، نوري المحمدي **" هندسة الاسس"** ، مطبعة جامعة بغداد ١٩٨٥ .

8. Moskivin , V. and F. Ivonov , "concrete and Reinforced Concrete Deterioration and Protection " , Miv. Pup , Moscow , 1980 .

9. Bowle , J.E , " Foundation Analysis and Design " ,5th Edition , McGraw Hill Book Co, New York , 1996 .

10. American civil engineering hand book by merriman .

11. Neville , A. M, and Brooks , J. J, "Concrete Technology" , Wiley & Sons , Inc, New York , 1995, pp. 326 – 330 .

12. Building Code Requirements of Reinforced concrete , ACI , Pup. 318 – 89 , American concrete Institute, Detroit , 1995 .

13. Merrirr , Frederick design and construction hand book , 6th edition , Mc _ Grow _Hill company , New York 2001