تأثير المياه الجوفية على الأساسات والبنية التحتية بمدينة أجدابيا، شرق ليبيا

أ. صالح أمحمد أمهنى و د. حسن على دواس
كلية الهندسة – جامعة أجدابيا
salehemhanna@uoa.edu.ly

الملخص

هدفت هذه الورقة على دراسة تأثير ارتفاع منسوب المياه الجوفية على البنية التحتية والاساسات في مدينة أجدابيا. حيث ارتفع منسوب المياه في بعض الاحياء بالمدينة وأدى الى ظهور المياه في أقبية بعض المنازل والتأثير على أساساتها وهياكلها الخرسانية. تم استخدام طريقة الرصد والمتابعة وتقييم المباني المتضررة من ارتفاع المياه الجوفية واهم المشاكل المصاحبة. وصنفت المشاكل الى: مشاكل أثناء مرحلة البناء نتيجة تسرب المياه الى منطقة البناء والتي تؤدي بدورها الى تأخير البناء وزيادة التكلفة. ومشاكل بعد البناء وتشمل: هبوط الاساسات، تشقق الأرضيات، تسرب المياه وغمر الأقبية، نمو العفن وتقشير الطلاء، تشقق الجدران والهجوم الكيميائي على الجدران والاساسات.

لحماية الأسس الخرسانية المسلحة من مهاجمة المياه الجوفية اثناء انشاء المبنى فيجب عزل الاساسات عن المياه الجوفية باستخدام بعض الطرق المختلفة للعزل المائي. وقد تم تصنيف الأبنية المتضررة الى ثلاث مستويات، فالمستويين الاول والثاني يمكن معالجة المباني بإضافة مواد عازلة. اما المستوي الثالث والتي وصل فيها معدل التضرر الي مستويات مرتفعة لا تجدي معها المواد العازلة لحل المشكلة فالحل الامثل في هذه الحالة هو هدم المبنى كليا. أوصت الدراسة بالتأكد من فحص التربة وتصميم الاساسات بعناية تامة قبل تنفيذ البناء والاهتمام بنوع المواد المستخدمة والتأكد من ملائمتها لطبيعة المنطقة، بالإضافة الى وضع معايير ومواصفات لتحديد معدل الضرر في المباني، واخيرا، ضرورة معالجة موضوع ارتفاع المياه الجوفية وتضمين المعالجة ضمن المشاريع المستقبلية.

الكلمات الدالة: المياه الجوفية – الاساسات – البنية التحتية – التشققات – الهبوطات

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

The effect of groundwater on foundations and infrastructure in the Ajdabiya City, East Libya

Saleh Emhanna and Hassan Douas
College of Engineering / University of Ajdabiya - Libya

Abstract

This paper aimed to study the effect of rising groundwater levels on the infrastructure and foundations in the city of Ajdabiya. Where, the water level rose in some neighborhoods of the city and led to the appearance of water in the basements of some houses and affecting their foundations and concrete structures. The method of monitoring, follow-up and evaluation of buildings affected by the rise in groundwater and the most important associated problems was used. The problems were classified into: Problems during the construction phase as a result of water leakage into the construction area, which in turn leads to construction delays and increased cost. And problems after construction, including: foundation subsidence, cracked floors, water leakage and flooding of basements, mold growth and peeling paint, wall cracks and chemical attack on walls and foundations.

To protect the reinforced concrete foundations from attacking the groundwater during the construction of the building, the foundations must be isolated from the groundwater using some different methods of waterproofing. The damaged buildings were classified into three levels, the first and second levels can be treated buildings by adding insulating materials. While, the third level, in which the damage rate has reached high levels, with which insulating materials do not work to solve the problem, the best solution in this case is to demolish the building completely. The study recommended making sure to examine the soil and design the foundations with complete care before implementing the construction and pay attention to type of materials used and ensure their suitability to nature of the area, in addition use standards setting and specifications to determine the rate of damage to buildings, and finally, the need to address the issue of groundwater height and include treatment within future projects.

Keywords: Groundwater -Foundations-Infrastructure - Cracks-Subsidence

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

1. المقدمة

أصبح ارتفاع منسوب المياه تحت أسس البناء في المدن مصدر قلق كبير في جميع أنحاء العالم. نظرًا لارتفاع مستوى المياه الجوفية، فوجود المياه الجوفية بالقرب من الاساسات والبنية التحتية يؤثر بشكل كبير على الاساسات من حيث قدرة تحملها وامكانية هبوطها وبالتالي تؤثر على عمر المنشأ، لذلك من الضروري تحديد منسوب المياه الجوفية Groundwater Table قبل وأثناء وبعد أنشاء المنشأ [1]. وتعاني مدينة أجدابيا من مشكلة ارتفاع المياه الجوفية ووصولها لسطح الأرض، حيث شكل ارتفاع منسوب المياه الجوفية في عدد كبير من أحياء المدينة، إحدى القضايا الحرجة بيئياً واقتصادياً، التي عانتها مدينة أجدابيا منذ عقد، نظراً لظهورها على السطح في كثير من الأحياء، محدثة أضراراً بيئية وصحية، إلى جانب تأثيرها في أساسات المباني والطرق والأرصفة وشبكات المرافق العامة تحت الأرض. وهذه المشكلة تعوق خطة التنمية الشاملة في المدينة وتضر بالبنية التحتية من مرافق وخدمات حيث وصل منسوب المياه الجوفية إلى مستويات قياسية مثل صالة المدينة الرياضية و بعض المنازل والشوارع بالمدينة [2] [3].

فتعرض الأساسات للمياه الجوفية يؤدي إلى تآكلها وتآكل الخرسانة خاصة إذا ما اختلطت مع مياه الصرف الصحي المحتوية على الأسيد الذي يسرع من عملية التآكل مما يهدد سلامة المبنى ككل ويضعفه، خاصة للمباني القديمة أو تلك التي لم تستخدم فيها تقنيات ومواد العزل اللازمة للحماية من المياه والرطوبة حيث أن الرطوبة من أكثر العوامل التي تترك تأثيراً سلبياً على قوة المنشأة وتشكل خطرا كبيرا على سلامة قاطنيها[4].

تسرب المياه الجوفية في مسام أو شقوق الصخور والتربة له تأثير كبير على الخواص الميكانيكية الهندسية للصخور والتربة. على سبيل المثال، سيؤدي تسرب المياه الجوفية إلى تشوه التسرب في الصخور والتربة، مما سيؤثر بشكل مباشر على استقرار وسلامة المباني وأسسها؛ سيؤدي تغيير مستوى المياه الجوفية إلى تغيير مجال الإجهاد الفعال في تربة الأساس، مما سيؤدي إلى انتعاش تربة الأساس أو استقرارها؛ سيؤدي تغيير مستوى المياه الجوفية أيضًا إلى تغيير محتوى رطوبة التربة، والذي سيغير أيضًا الخصائص الميكانيكية للتربة ويسبب تغيير قدرة تحمل التربة الأساسية [5]. غالبًا ما تحدث حوادث

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الجودة في عملية البناء مثل التسوية غير المتكافئة للمباني وتعويم الأساسات الناتج عن تغير مستوى المياه الجوفية والمياه، مما يتسبب في خسائر كبيرة للمشروع. يمكن ملاحظة أن تأثير المياه الجوفية وتغيرات منسوب المياه فيها على قدرة تحمل الأساس يمثل مشكلة يجب أن ننتبه إليها في تحقيق الهندسة الجيوتقنية وتصميم الأساس [6].

2. مشكلة الدراسة

تؤثر المياه الجوفية بشكل سلبي على أعمال البناء، خاصة وإن تم البناء منذ فترة وتعرضت المياه الجوفية للتلوث، أو اختلطت بمياه الصرف الصحي الملوثة، فسيكون لها تأثير كيميائي لا يحمد عقباه على المباني والإنشاءات، خاصة إن لم تكن المباني معزولة بالمواد الانشائية العازلة للمياه والمقاومة للرطوبة. ويظهر تأثير المياه الجوفية على المباني بعد فترة تختلف مدتها وفقاً لدرجة الأملاح المتواجدة في المياه نفسها وخصائصها ومدى قوة تأثيرها، كما يكون لقوة المبنى نفسه والجودة التي صمم بها، ودرجة متانة المبنى وخصائص مواد البناء تأثير على مدى تأثرها بالمياه الجوفية المتسربة [7]. لذلك، فإن دراسة تأثير ارتفاع مستوى المياه الجوفية على الاساسات والبنية التحتية بالمدينة مهم جدا لتجنب اي مشاكل مستقبلية.

3. أهداف الدراسة

هدفت هذه الدراسة الى عدة نقاط:

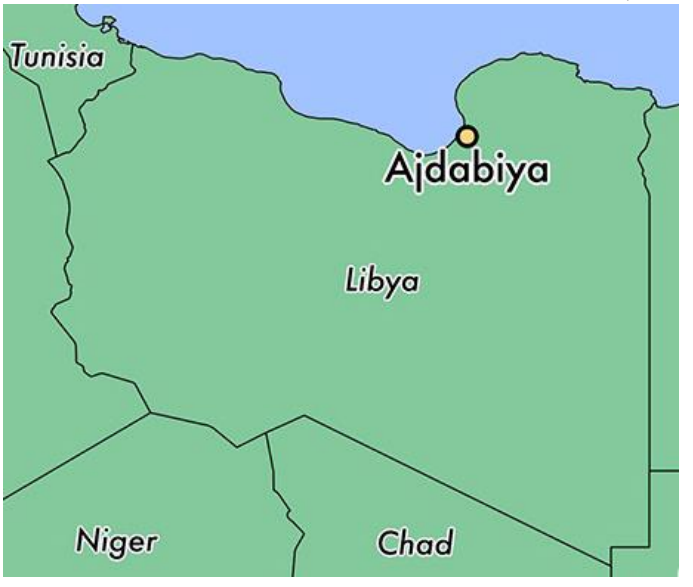
- القاء الضوء على مشكلة ارتفاع المياه الجوفية في مدينة أجدابيا
- دراسة أثار هذه الظاهرة على الاساسات والبنية التحتية بالمدينة.
- وضع الحلول المناسبة للمباني المتضررة وكيفية تجنب خطرها فالمستقبل.

4. موقع وجيولوجية منطقة الدراسة

تقع مدينة أجدابيا على مسافة 850 كلم شرق مدينة طرابلس و160 كلم جنوب مدينة بنغازي بين خطي طول 30 ° 47 ´ 24 ´´ و 30 ° 42 ´ 36 ´´ شمالا وخطي عرض 20 ° 16 ´ 12 ´´. و 20 ° 10 ´ 30 ´´ شرقاً ، وتبعد عن شاطئ البحر حوالي 15 كم (الشكل 1). من الناحية الجيومورفولوجية، يكون سطح الأرض لمنطقة الدراسة مستويًا تقريبا مع

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

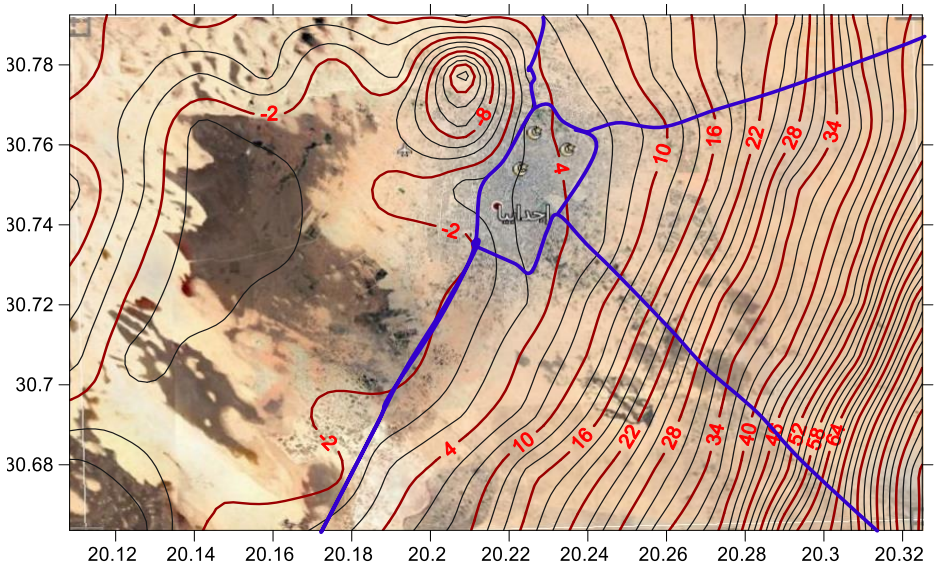
اختلاف ارتفاع الأرض من −1 متر في لمناطق الشمال الغربية إلى +8 متر فوق مستوى سطح البحر في المنطقة الجنوبية.



شكل 1. موقع منطقة الدراسة [3].

من الناحية الجيولوجية، تغطي المنطقة رواسب العصر الرباعي لتكوين أجدابيا ذات السماكة المتغيرة. تتكون هذه الرواسب من صخور الحجر الجيري Limestone والموجودة بنوعين: الصخور الكالكارنيت (Calcarenite Limestone) والحجر الجيري الأحفوري (Fossiliferous limestone) وتتميز معظم الصخور في المدينة بمسامية متوسطة إلى عالية تساعد في حركة المياه الجوفية من خلالها، أيضا توجد في الشمال والشمال الغربي صخور الجبس Gypsum والتي تترسب عادة في البيئات السبخية (شكل 3) [2].

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية



الشكل 2: طبوغرافية مدينة أجدابيا توضح ارتفاع سطح الأرض والانحدار في اتجاه الشمال الغربي [2].

الشكل 3: صخور الحجر الجيري (يمين) وصخور الجبس (يسار).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

5. تأثير المياه الجوفية على الأساسات والبنية التحتية

خلص جورج (1992) إلى أن ارتفاع المياه الجوفية قد تسبب في أضرار مكلفة للهياكل والخدمات في العديد من المناطق الحضرية في الشرق الأوسط [8]. لقد حدث الكثير من الضرر لأنه لم يتم التعرف على احتمالية ارتفاع المياه الجوفية قبل التطوير، كما أن تأثير ارتفاع منسوب المياه الجوفية لا يؤخذ في الاعتبار في كثير من الأحيان. يمكن أن تتدهور المباني والأساسات والجدران والأرضيات بسبب الارتفاع المفرط للمياه الجوفية. يمكن أن تتسبب المياه الجوفية في حدوث ملوحة وتقشير الطلاء وضعف الأساسات وتشقق بياض الجدران (اللياسة) في المبنى.

أيضا تتعرض الأُسس الخرسانيةٌ المسلحة الواقعة ضمن منسوب الجوفية او التي تتعرض لفترات متأرجحة ما بين صعود وهبوط منسوب المياه الجوفية الى اضرار كبيرة. وتشمل هذه الاخطار تشقق الخرسانة وتغير لونها وسهولة تهشيمها وفقدان تلاصقا مع حديد التسليح. ومن الاضرار الخطيرة على الأساسات نتيجة ارتفاع وانخفاض منسوب المياه الجوفية هو صدا حديد التسليح وهو يؤدي بدورها الى ضعف الخرسانة وتصبح قابلة للكسر [9].

تلعب المياه الجوفية مع التربة دورا كبيرا في تكوين وسلوك الظروف المحيطة بالأساسات حيث تتعرض العناصر الانشائية الملامسة للتربة او الواقعة قرب وتحت منسوب المياه الجوفية لأضرار متنوعة بسبب التأثير الكيميائي للمياه الجوفية وخاصة عندما تتلوث المياه الجوفية بمياه المجاري ولمدة غير بسيطة، او عندما تكون العناصر الانشائية غير محمية تماما بمواد عازلة او مقاومة للرطوبة والاملاح [10]. كان تأثير المياه الجوفية على الأساس الضحل بحتًا راسخًا في الأساسات الضحلة، سيؤدي وجود منسوب المياه الجوفية على عمق أقل من عرض الأساس من قاع الأساسات إلى تقليل قدرة تحملها [11].

يمكن حصر الأضرار الإجمالية لارتفاع منسوب المياه الجوفية في مدينة أجدابيا على النحو التالي:

1.5 مشاكل المصاحبة لارتفاع منسوب المياه الجوفية الشائعة أثناء البناء:

من اهم المشاكل المصاحبة لارتفاع المياه الجوفية أثناء مرحلة البناء تسرب المياه الى منطقة البناء والتي تؤدي بدورها الى تأخير البناء وزيادة التكلفة. فقد حدثت عدد من هذه

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الحالات بالمدينة وسببت مشاكل بين المالكين والمقاولين في مشاريع البناء. شكل 4 يوضح موقع بناء وسط مدينة أجدابيا بعد حفر الموقع تسربت المياه الجوفية الى الموقع، أدت المياه المتسربة الى هجر المكان بالكامل لأنه يحتاج الى معالجة كبيرة وهذه بدورها ستزيد من تكلفة البناء.

شكل 4: صورة لموقع مبنى في المدينة مهجور نتيجة ظهور المياه الجوفية.

2.5 مشاكل المياه الجوفية الشائعة بعد البناء:

ارتفاع منسوب المياه الجوفية أعلى من مستوى التأسيس يؤثر سلباً على أساسات تلك المباني، خصوصاً مع وجود عنصري الكبريت والكلور في المياه الجوفية. ذكرت دراسة الكاسح واخرون 2018 على ان ملوحة المياه الجوفية ليست مرتفعة مع وجود تركيز من هذا العنصران في المياه الجوفية بالمدينة [12]. حيث ان عنصري الكبريتات والكلور يتفاعلان مع مكونات الخرسانة، فيتسببان مع الزمن في تشققها وتفتتها؛ ما يؤدي إلى تآكل الإسمنت وحديد التسليح، الذي يقود إلى إضعاف تلك الأساسات الداعمة للمباني [13].

يودي ارتفاع المياه الجوفية بعد الانشاء الى عدة مشاكل أهمها:

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

- هبوط الاساسات، تشقق الأرضيات وانهيار المباني.
- تسرب المياه وغمر الأقبية.
- نمو العفن وتقشير الطلاء.
- تقشر وتشقق بياض الجدران.
- عمليات التأكل الكيميائي و الفيزيائي.
- **هبوط الأساسات وانهيار المباني**

تعد الأساسات هي الأكثر تأثرا بالمياه الجوفية نظرا لقربها الشديد منها، فتنتقل المياه من التربة القريبة إلى قواعد المبنى وترتفع إلى الحوائط مما يهدد بانهيارها بأي وقت، كما أنه يتسبب في تلف في الأرضيات أو انفصال البلاط عن الطبقة التي تقع أسفله (شكل، 5). وقد تؤدي هبوط الأساسات إلى انهيار المباني، حيث عند وصول المياه إلى الخرسانة يؤدي إلى حدوث شروخ في جسم الخرسانة، مما سيساعد في حدوث انفصال حبيبي مما يسبب ضعف في مقاومة الخرسانة للضغط، كما أن تآكل أو صدأ حديد التسليح يعني تهشم أو انهيار في المبنى أو أجزاء منه [14].

لشكل 5–أ: يوضح هبوط لأرضية أحد المباني والتي تقع نهاية شارع طرابلس

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الشكل 5–ب: يوضح هبوط لأرضية أحد المباني في المدينة الرياضية

- **تسرب المياه وغمر الأقبية**

يحدث فيضان المياه الجوفية عندما تظهر المياه الجوفية على السطح أو ترتفع لتصل إلى المباني والأقبية (الشكل 6). يمكن أن تشمل آثار الفيضانات على المبنى أضرارًا كبيرة في المواد والخدمات والهيكل مما يؤدي إلى الانهيار التام للمبنى. يتسبب الفيضان أحيانًا في حدوث تشققات شديدة في المبنى. وكذلك وصلت المياه الجوفية غرف كوابل الاتصالات والكهرباء الأرضية بالمدينة (شكل، 7).

الشكل 6–أ: الفيضانات. نفق تحت الأرض

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الشكل 6–ب: الفيضانات. ملعب أجدابيا

الشكل 7. غرق كوابل الاتصالات والكهرباء تحت الأرض بالمدينة.

- **تصدع الجدران**

حدوث تشققات في الجدران والحوائط نتيجة لهبوط الارضيات والاساسات(الشكل، 8)، وتقشر طبقة البياض (اللياسة) أو الدهان النهائية، كما أنه يسبب إفساد الأبواب والأرضيات (الشكل، 9).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الشكل 8: تشقق الجدران.

الشكل 9: تقشر الحوائط.

- **نمو العفن وتقشير الطلاء**

نمو العفن والبكتيريا داخل الجدران يسبب انبعاث رائحة كريهة جدا نتيجة لتصاعد الرطوبة على الجدران (الشكل، 10). ويؤثر على مرضى الربو أو الجيوب الأنفية، كما أنه يسبب تلف المواد المستعملة في البناء ونتيجة لذلك سيزيد تعفن جسم المبنى.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الشكل 10: تصاعد الرطوبة ونمو العفن والبكتيريا على الحوائط.

- **عمليات التأكل الكيميائي و الفيزيائي**

ينتج الضرر الذي يلحق بالخرسانة الإنشائية عن هجوم كيميائي ناتج عن التعرض لمحلول أملاح الكبريتات أو أملاح الكلوريد أو المحاليل الحمضية، والتي توجد عادة في المياه الجوفية الملحية. تحدث المخاطر الرئيسية عند منسوب المياه الجوفية أو في المنطقة الشعرية حيث قد يحدث تراكم الأملاح (الشكل، 11). ويؤدي هجوم الأملاح إلى تآكل حديد التسليح والصخور واحجار البناء (الشكل، 12). وقد يؤدي التآكل إلى توسع وتعزيز الهشاشة اللاحق للخرسانة مما قد يؤدي إلى إضعاف الهيكل بشدة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الشكل 11: صعود الاملاح الى اساست المباني.

الشكل 12: تأكل احجار البناء نتيجة لهجوم الاملاح.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

6. حماية المباني والاساسات من المياه الجوفية

يجب حماية أي مبنى بشكل موثوق من المياه الجوفية، ومن الأفضل القيام بذلك حتى أثناء عملية البناء. في مدينة أجدابيا وحيث ان مستوي المياه الجوفية مرتفعًا جدًا في بعض الاحياء وخصوصا الغربية منها، فمن الضروري منع المياه من الوصول إلى اساساتها.

- **طرق التغلب على المياه الجوفية اثناء انشاء المبنى:**

لحماية الأساسات الخرسانية المسلحة من مهاجمة المياه الجوفية ذات التأثير السلبي على ديمومة خرسانة الأسس وتأكل حديد تسليحها ينصح بإضافة المواد المانعة للرطوبة الى الخلطة الخرسانية حتى تزيد من قابلية الخرسانة المتصلبة على منع نفاذ المياه، وبالتالي إطالة عمر الخرسانة وتعتبر مادة السيكا من أكثر المواد المانعة للرطوبة استخداما [15]. ولمنع صعود المياه الجوفية الى البناية في المستقبل نتيجة تغير منسوب المياه الجوفية يجب عمل طبقة عازلة للرطوبة، لمنع مرور الرطوبة أو المياه بين مواد البناء ومنع انتشارها داخل المباني [16].

- **مواد العزل للرطوبة**

أولا : مواد عازلة مرنة: Flexible Materials

- الألواح المعدنية Metal Sheets
- البيتومين Bitumen
- السوائل العازلة Water Proofing Liquid
- البولي ايثلين Polyethylene Membrane

ثانيا: مواد عازلة نصف قاسية: Semi Rigid Materials

- الإسفلت Asphalt
- لفات إسفلتية Asphalt Rolls
- رقائق إسفلتية صغيره Asphalt Shingles

ثالثا : مواد عازلة قاسية Rigid Materials

- بياض أسمنتي (لياسة) Cement Plaster

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

- إضافات لعزل المياه Water Proofing Integral
- ألواح الإردواز Slates
- ألواح الاسبيستوس الصغيرة Asbestos Shingles
- ألواح خشبية صغيره Wood Shingle
- ألواح الاسبيستوس الأسمنتي Asbestos Cement Board
- طبقات البلاستيك Plastic Laminates
- القرميد Tiles [17].

دراسة محمود والخطيب سنة 2006 حول اضافة مادة السيكا للخرسانة المسلحة بنسب 2% و 4% و 6% من وزن الخرسانة فكانت افضل نسبة 4% [15]. ومن المواد المستخدمة لعزل الرطوبة هيا إضافة مادة البيتومين BITUMENE (شكل 13)، هذه المادة لها دور في حماية المنشآت من المؤثرات الخارجية كالرطوبة والأمطار والمياه الجوفية وذلك لتلافي الأملاح والكبريتات [18].

شكل 13: طلاء الاساسات بمادة البيتومين (القطران).

معالجة الأبنية المشيدة المعرضة للمياه الجوفية

لمعالجة الأبنية المعرضة للمياه الجوفية يجب أولا معرفة مستوى تعرض البناء للمياه لتحديد طريقة المعالجة المناسبة، تجدر الإشارة هنا الى انه كلما تم اكتشاف المشكلة في

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

وقت أبكر، كلما كان الحل أسهل واقل كلفة [19]. ويتم اختيار نوع المعالجة اعتمادا على مستوى الضرر. وقد صنفت أيمان صالح مستوى الضرر الى ثلاث مستويات:

- **المستوى الاول:**

هو المستوي الذي يمتد الضرر فيه الى الطبقة ما بعد البياض والى مساحة ليست بالبسيطة وتحدث شقوق سطحية في الجدران كما في شكل (14)، ولمعالجة مثل هذه الحالة يتم ازالة الجزء المتضرر واستخدام مواد عازلة للمياه فوق طبقة الأساس ثم إعادة تبييض الجدران بخلط مادة مانعة للرطوبة مع البياض.

شكل 14: اضرار المياه الجوفية للأبنية من المستوى الاول.

- **المستوى الثاني:**

هو مستوي الشدة الذي يصل فيه الضرر الى الهيكل الداخلي للمبنى ويؤثر في خصائصه ومعدل اداءه كما في شكل رقم (15)، وتتم المعالجة بتحديد نقاط على مستوي واحد فوق المنطقة المتأثرة ليتم حقنها بمادة مانعة للرطوبة مثل مادة السيكا. حيث يتم حقن المادة عازلة في مستوي اعلى من مستوي تأثر المبنى وتقوم هذه المادة بعمل عازل الجزء العلوي من المبنى من التأثر بالمياه الجوفية وتعتبر كسد او مانع او حد يحد من انتشار المياه الى اعلى المبنى.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

شكل 15: اضرار المياه الجوفية للأبنية من المستوى الثاني.

- **مستوى الثالث:**

هو المستوي الذي يصل فيه الضرر الى وضع تصعب فيه المعالجات العادية حيث يصنف المبنى على انه غير مؤهل للاستخدام. في اغلب الحالات يصنف هذا المبنى على انه غير قابل للمعالجة او تعتبر عملية المعالجة مكلفة جدا وقد تكون غير مجدية لذلك من الافضل هدم المبنى كليا. وهذا ما حدث لاحد المباني بالمدينة حيث اضطر ساكنيه لازال المبنى بالكامل (شكل، 16).

شكل 16-أ : اضرار المياه الجوفية للأبنية من المستوى الثالث.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

شكل 16–ب: اضرار المياه الجوفية للأبنية من المستوى الثالث.

7. الخلاصة

- تلعب المياه الجوفية مع التربة دورا كبيرا في تكوين وسلوك الظروف المحيطة بالأساسات حيث تتعرض العناصر الانشائية الملامسة للتربة او الواقعة قرب وتحت منسوب المياه الجوفية لأضرار متنوعة بسبب التأثير الكيميائي للمياه الجوفية.
- من اهم المشاكل المصاحبة لارتفاع المياه الجوفية أثناء مرحلة البناء تسرب المياه الى منطقة البناء والتي تؤدي بدورها الى تأخير البناء وزيادة التكلفة.
- المياه الجوفية تؤثر ايضا على المباني والاساسات بعد البناء. ومن اهم المشاكل الشائعة: هبوط الاساسات، تشقق الأرضيات وانهيار المباني، تسرب المياه وغمر الأقبية، نمو العفن وتقشير الطلاء، تقشر وتشقق الجدران والهجوم الكيميائي على الجدران والاساسات.
- لحماية الأساسات الخرسانية المسلحة من مهاجمة المياه الجوفية اثناء انشاء المبنى فيجب عزل الاساسات عن المياه الجوفية واستخدام بعض الطرق لحماية الاساسات، أنشاء رصيف حول المبنى قيد الإنشاء لحجز الماء بعيدا، استخدام المواد المقاوم للرطوبة مثل أضافة مادة السيكا واستخدام القار (القطران) لطلاء

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

الاسطح الخارجية للأساسات قبل ردمها وفرش طبقة من النايلون تحت الاساسات لتقليل تفاعلها مع المياه الجوفية.

- كلما تم اكتشاف المشكلة في وقت أبكر، كلما كان الحل أسهل واقل كلفة، وقد تم تصنيف الأبنية المتضررة من ارتفاع المياه الجوفية الى ثلاث مستويات، فالمستويين الاول والثاني يمكن معالجة المباني بإضافة مواد عازلة. اما المستوي الثالث والتي وصل فيها معدل التضرر الي مستويات مرتفعة لا تجدي معها المواد العازلة لحل المشكلة فالحل الامثل في هذه الحالة هو هدم المبنى كليا.
-

8. التوصيات

من خلال الدراسة نوصي بالاتي:

- في حالة انشاء المبنى يجب عزل المبنى تماما عن المياه الجوفية خلال مرحلة البناء واستخدام المواد المناسبة له. والاهتمام بنوع المواد المستخدمة والتأكد من ملائمتها لطبيعة المشكلة ومدي صلاحيتها وكفاءتها في الاستخدام في مدينة أجدابيا
- في حالة تعرض المبنى للمياه الجوفية بعد انشائه فهنا يجب تشخيص المشكلة و تحديد معدل الضرر في المباني ، ومن ثم معالجة المبنى.
- ضرورة معالجة موضوع ارتفاع المياه الجوفية بالمدينة وتضمين المعالجة ضمن شروط المشاريع المستقبلية.

المراجع والمصادر:

[1] السيد القصبي (1997). هندسة الأساسات السطحية. دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع بالقاهرة. الصفحات 576.

[2] Emhanna S, Elkaseh F, Douas H and Al-Hwaili A., (2020). Physical And Environmental Effects Of Groundwater Table Rising In Ajdabiya Town, Northeast Libya. International Journal of Iraq. Vol. 53 (2F), 2020: 36-48. DOI: 10.46717/igj.53.2F.3Ms-2020-12-26

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

[3] Emhanna S, Ben Musa N, and. Mostafa F. (2021). Causes and Impacts of Rising Water Table in Ajdabiya City, NE Libya International Journal of Environment & Water. Volume 10 Issue: 2 Pages: 127-140.

[4] Olorunfemi, K.O. Ibiwoye , E. O. and Adeleke D.J. (2017). Assessment of the Effect of Underground Water on Civil Engineering Structures (A Case Study of Gaa-Odota, Ilorin). Technology (ICONSEET), 2(21): 161-167, 2017. ISSN 0794-9650.

[5] Xie.L.(2013). Experimental study on the influence of water level rise and fall on bearing capacity and settlement of coarse sand foundation. Journal of engineering geology, (21): 871–877.

[6] Lizhu. M, Zhonghua. Z, Yue, T (2019). The Influence of Groundwater Level Rise on Bearing Capacity of Sand Foundation. IOP Conf Ser: Earth Environ Sci. 2019;304:022089. doi:10.1088/1755-1315/304/2/022089.

[7] https://www.almrsal.com/post/1044973

[8] George, D. J. Rising Groundwater., Agid Report Series, Dordrecht, Netherland. Springer International Publisher, A Problem of Development in Some Urban Areas of the Middle East (1992) p. 171-173

[9] Moskivin, V. and F. Ivonov, “Concrete and Reinforced Concrete Deterioration and Protection”, Miv. Pup., Moscow, 1980.

[10] السيد عبد الفتاح القصبي و محمود مغاورى السعدنى (1993). تأثير الظروف المحيطة بالأساسات على سلامة المنشآت. الهندسة المدنية، جامعة الازهر، مصر.

[11] سالم الكاسح، صالح أمهنى، عبدالحفيظ موسي، فتحي الكاسح، أحمد ديدح وصالح الشيخي 2016، دراسة هيدروكيميائية لبعض ابار المياه الجوفية بمدينة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

أجدابيا، ليبيا. المؤتمر العلمي الاربع للبيئة والتنمية المستدامة بالمناطق الجافة وشبه الجافة 22-20 نوفمبر2016 أجدابيا, ليبيا.

[12] https://twasul.info/101255

[13] Ranjan, G and Rao, A., (2016). Basic and Applied Soil Mechanics, New Age International Publisher, 2016, pp. 478–479.

[14] Stipho, A. S., "The Impact of Rising Ground Water Level on the Geotechnical Behavior of Soil in Hot Climate Regions" (1993). International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering. 11.

[15] محمود رشيد محمود وعلاء مهدي درويش الخطيب (2006). حماية الأسس الخرسانية المسلحة من تأثير المياه الجوفية باستخدام مانع الرطوبة. مجلة الهندسة والتنمية المستدامة. المجلد 10, العدد 3 ,الصفحات 1-9.

[16] اسوس محمد علي جميل (2015). تأثير الرطوبة على المباني وطريقة عزل الرطوبة ومواد العزل المستخدمة ”هندسة مدني، اتحاد مهندسي كوردستان.

[17] [17]. خلف حسين علي الدليمي سعدون مشرف حسين الشعباني (2020). المعلومات الجيوتقنية وتخطيط المشاريع الهندسية (دراسة تطبيقية). الطبعة الاولى. دلير للطباعة والنشر – بغداد.

[18] [18]https://almohandes.org/

[19] ايمان محمد عبد الغفار صالح (2015). أثر العوامل البيئية في المباني ”بحث تكميلي مقدم لنيل درجة الماجستير في الهندسة المدنية، هندسة التشييد، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية