ارتفاع مستوى المياه الأرضية كخطر طبيعى فى بعض قرى ومدن مصر من منظور جيومورفولوجى

د. على مصطفى كامل مرغنى*

تحديد المياه الأرضية

تتواجد المياه الأرضية تحت السطحية فى نطاقين أحدهما نطاق المياه الجوفية Ground Water، والآخر نطاق مياه تحت التربة Sub-soil water، ويطلق تعبير المـــاء الأرضى أو الجوفى Ground water على المياه التـــى توجد فى النطاق المشبع من التكوينات أو الطبقات الأرضية، ويعرف بالمياه تحت السطحية Under ground water، عندما يظهر فى الطبقـــات تحـــت السطحية فى النطاقات غير المشبعة حيث تكون الفراغات والفجوات والشقوق مملوءة بالماء والهواء، ومن ذلك يمكن القول إن مستوى المـــاء الأرضـــى Ground water table هو المستوى الذى يفصل بين نطاق الإشباع ونطـــاق التهوية،وفى بعض الأحيان يتشكل مستوى للماء الأرضى معلق أو محصور Perched water table وذلك نتيجة لوجود طبقات سلتية أو طينية تقع فـــى مستوى يعلو مستوى المياه الجوفية تستطيع حمل كميات من المياه الراشـــحة من أعلى، وتشكل خزانا مائياً جوفياً محدوداً.

ويوضح علماء الهيدرولوجيا أن هناك احتمالات كبيرة لخلط الميـــاه تحت السطحية فى نطاق مياه تحت التربة بمياه نطاق المياه الجوفية، ويعزى ذلك لزيادة معدلات تغذية المستودع الحر وارتفاع مناسيب المياه فيه باطراد حتى يصل إلى مستوى سطح الأرض، وبالتـــالى تخـــتلط ميـــاه المســـتودع بمستوى مياه ما تحت التربة (مغاورى شحاتة دياب، 1998، ص3).

وعلى أية حال إذا ما ارتفع مستوى الماء تحت سطح الأرض سواء عن طريق الخاصة الشعرية، أم ارتفاع منسوب الماء الجـــوفى، أم ارتفـــاع مستوى المياه بالتربة فإن عمليات التجوية الكيميائية والفيزيقية سوف تنشـــط من وجهة النظر الجيومورفولوجية مما يترتب على ذلك تـــأثيرات مباشـــرة وغير مباشرة على التربة وما فوقها.

ومن ثم فإن الدراسة الجيومورفولوجية لتلك الظاهرة تعد من الأهمية من حيث دراسة مناطق تواجد المياه تحت السطحية، وإلقاء الضـــوء علـــى

* مدرس الجغرافية الطبيعية بقسم الجغرافيا بكلية الآداب ببنها.

مصدرها، ونوعية المياه وحركتها وتطور منسوبها، وتأثيراتها المختلفة، وهى أولاً وآخر أهدف البحث المنشود، حيث يعد ارتفاع منسوب المياه الأرضية فى قرى ومدن مصر من الأخطار الطبيعية التى تؤثر بوضوح على كثير من عناصر الحياة ممثلة فى المياه التى يشربها الإنسان، والطرق التى يستخدمها،والمنشآت التى يقطنها، والحقول التى يزرعها، وصحته التى يحيا بها.

ولعل مكمن الخطورة فى أنه خطر طبيعى يصعب تتبع قياسه، وتوقع حدوث اضراره على الرغم من توافر العديد من الطرق الحديثة للتحكم فى منسوب المياه الأرضية.

هدف البحث :

يهدف البحث إلى :

1 - إلقاء الضوء على أثر ارتفاع منسوب المياه الأرضية فى منطقة شرق الدلتا، مع توضيح كيف يمكن ملاحظة ذلك جيومورفولوجيا.

2 - محاولة التعرف على مصادر ارتفاع منسوب المياه الأرضية فى منطقة شرق الدلتا من منظور جيومورفولوجى، ومدى التباين أو التشابه فى العوامل المؤثرة على ذلك، ورسم خريطة لدرجات الخطورة فى تلك المواقع.

3 - التوصل إلى تأثير ارتفاع المنسوب على البيئة، وصحة الإنسان، والطرق والمنشآت، ومدى التشابه أو التباين فى هذا التأثير، وذلك من خلال اختيار نماذج من المدن والقرى.

4 - يهدف البحث إلى خوض تجربة يمكن تعميمها على جميع الأراضى المصرية لوضع قاعدة بيانات يمكن من خلالها تلمس مصادر الخطر وتباينه ووضع حلول مستقبلية له.

أسلوب ومنهج الدراسة :

1 - اعتمدت الدراسة على تحديد أماكن ارتفاع منسوب الماء الأرضى من خلال الدراسات الهيدرولوجية والهندسية السابقة لمصر ولمنطقة الدراسة بصفة خاصة، بالإضافة إلى الدراسات الميدانية لأماكن عديدة داخل مصر، أمكن من خلالها رصد الظاهرة والآثار الناجمة عنها.

2 - ركزت الدراسة على تحليل الخرائط الهيدرولوجية بمقياس رسم 1 / 100.000 لمنطقة الدراسة وعددها أربع خرائط للفترة من عام 1991 إلى عام 1998، إلى جانب تحليل الخرائط الطبوغرافية الرقمية بمقياس رسم 1 / 5000 لمعرفة مناسيب مناطق الدراسة والعينات وطبوغرافية المنطقة.

3 - استرشدت الدراسة بالدراسات الجغرافية والجيولوجية والهيدرولوجية السابقة لمعرفة خصائص التربة والمياه بمنطقة الدراسة، ومتابعة التغيرات التى حدثت نتيجة لرصد هذا الخطر، والذى قد يتدخل فيه تأثير الإنسان فى بعض الأحيان.

4 - من خلال الدراسة تم تحليل نتائج الجسات الحقلية لبعض المناطق بمنطقة الدراسة باستخدام برامج الحاسب الآلى، والتى بلغت نحو

120 جسة تمت خلال الأعوام 1995و 1997 و 2001 لمشروعات بناء الطرق ووحدات الكهرباء والمدارس بالقرى والمدن المصـــرية، وذلك بهدف التعرف على نوعية التكوينات الجيولوجيـــة ومســـتوى الماء الأرضى والتغيرات التى طرأت عليه.

5 – اعتمدت الدراسة على الفحص بالرؤية البصرية والتجارب الحقلية فى مواقع العينات لتحديد الأدلة والآثار على ارتفـــاع مســـتوى الميـــاه، والعمليات المورفولوجية وآثارها المختلفة من موقع إلى آخر.

ومن ثم فقد قسم البحث إلى المباحث الفرعية التالية :

أولاً : توصيف الخطر.

ثانياً : تحديد منطقة الدراسة وخصائصها.

ثالثاً : الأدلة على حدوث ارتفاع لمستوى الماء الأرضى.

رابعاً : تقدير ارتفاع منسوب الماء الأرضى.

خامساً : الآثار الناجمة والعوامل المؤثرة.

أولاً : توصـــيف الخطـــر :

يختلف الإنسان عن الآخر فى مـدى ادراكـه للأخطـار الطبيعيـة وتأثيرها، وهذا التباين سببه الاختلاف فى المعرفة والتكنولوجيا، وأيضاً فـى سلوك واستخدام إنسان عن إنسان للمواد الأرضية، وعلى الرغم من التقـدم الهائل للتقنيات المختلفة العلمية والتكنولوجية إلا أنه بات من الصعب علـى الإنسان التنبؤ بالأخطار الطبيعية وبخاصة الجيوفيزيقية منها.

ويندرج ارتفاع مستوى المياه الأرضية وما ينتج عنه مـن هبـوط أراض، أو عمليـات تجويـة كيميائيـة وفيزيقيـة تحـت الأخطـار الجيوفيزيقيـة والتـى قسـمها بيرتـون Burton إلـى جيولوجيـة وجيومورفولوجيـة (Burton, I and Kates, 1964 p 360).

1 - متى يصبح ارتفاع المستوى خطراً طبيعياً :

أوضحت الدراسات العديدة أنه من الصعب تحديـد المعيـار الـذى تتحول عنده العمليات المختلفة الناتجة عن ارتفاع منسوب المياه الأرضية إلى خطـر طبيعى لما يتسم به من نقيضين هما الفجائية والتدرج.

وقد لوحظ فى السنوات الأخيرة انتشار عدة ظاهرات رئيسية أهمهـا تجمع المياه على سطح الأرض فى القرى والمدن فى شكل برك ومستنقعات، وانتشار الأمراض نتيجة لشرب مياه مصدرها الأساسى الخـزان الجـوفى، وتأثر الآثار المصرية بعمليات النحت الكميائية، وهبوط فى بعض المنـازل فى القرى والمدن، وكان لابد من تتبع هذه الآثار لمعرفة أسبابها الحقيقية من وجهة النظر الجيومورفولوجية، وتحديد مواقعها فى مصر والتعـرف علـى العوامل الرئيسية فى كل موقع على حدة.

وغنى عن الذكر أن هذه الآثار المختلفة تتفق فى أمر هام وهـو أن المسبب الرئيسى لها هو الارتفاع فى مستوى المياه الأرضية، والذى نجم عن زيادة معدلات استهلاك المياه اليومية سواء كانـت للـرى أم الاسـتخدامات الآدمية، فى ظل عدم وجود شبكات للصرف الصـحى تعـادل طاقـة هـذا الاستهلاك، مما أدى إلى حركة مياه الصرف فى اتجاه انحدار سطح الأرض لتكون البرك والمستنقعات، بالإضافة إلى الحركة الرأسية للمياه إلـى أسـفل لتختلط بمياه الخزان الجوفى مسببة تلوث مياه.

ويمكن القول إن احتمالات خلط المياه تحت السطحية فى نطاق التربة بالمياه الجوفية فى بعض المناطق يشكل نسبة كبيرة، ويعزى ذلك إلى زيادة

معدلات تغذية النطاق الحر من المياه مما يؤدى إلى ارتفاع مناسيب المياه فيه ليصل فى بعض المناطق إلى مستوى سطح الأرض، وهنا تختلط المياه الجوفية بالمياه فى نطاق تحت التربة والتى تزداد أيضاً بواسطة المياه المتسربة من شبكات الصرف الصحى، أو الرى والصرف، ولا تستطيع التربة صرفها إلى أسفل فتتجمع وتتراكم مما يؤدى إلى تركيز العناصر بها مع زيادة معدلات البخر وزيادة ملوحة تلك المياه فتصبح هذه المياه نشطة من حيث تأثيرها فى التفاعلات الكيميائية المختلفة، وبالتالى تنشط عمليات التجوية الكيميائية لتؤثر على التربة، والطرق والمنشآت المشيدة عليها.

2 - مناطق الخطر :

واسترشاداً بالتوصيف السابق، والدراسات السابقة للمياه الجوفية وآثارها، والدراسات الميدانية العديدة للأراضى المصرية يمكن رسم خريطة لهذا الخطر الطبيعى توضح المناطق التى تأثرت بالفعل من ارتفاع منسوب المياه الأرضية على النحو التالى :

1 - الساحل الشمالى الغربى : أجزاء من مدينة الإسكندرية - منطقة مارينا - منطقة مرسى مطروح.

2 - الصحراء الغربية : إسنا - الأقصر - واحة الداخلة - واحة سيوة.

3 - الصحراء الشرقية : الصف - الكريمات.

4 - خليج السويس : أجزاء من مدينة السويس - العين السخنة.

5 - الدلتا (المراكز الحضرية) :

مركزا بنها وقليوب (شلقان والرملة) - مركز شبين الكوم - مركز طنطا (قرية قيشا سليم) - مدينة السادات - مركز الزقازيق - مركز المنصورة - مركز طلخا.

6 - محافظة القاهرة والجيزة :

أ - منطقة أبو الهول والأهرامات بالجيزة.

ب - المعصرة - المبتديان - مناطق عابدين - ميدان التحرير - شبرا - العباسية.

حـ- منطقة مصر القديمة .

- منطقة جامع قلاوون.
- منطقة مسجد القاضى عبد الباسط.

- منطقة مسجد الظاهر بيبرس.
- منطقة مسجد الصالح.
- منطقة الماس لحاجب.
- منطقة نفق الملك الصالح.

د – منطقة مصر الجديدة ومدينة نصر :

- منطقة نفق مصر والسودان.
- منطقة نفق مترو مصر الجديدة (منشية الصدر).
- منطقة مساكن الطوب الرملى.

ثانياً : خصائص منطقة الدراسة :

1- منطقة الدراسة :

تعتبر منطقة الدراسة جزءاً من شرق الدلتا المصرية تقع شرق فرع دمياط، وتمتد فى المنطقة بين خطى عرض 28/ 30° و 5/ 31° شمالا، وبين خطى طول 27/ 31° و31/ 31° شرقاً، شكل (1) ويرجع اختيار منطقة الدراسة للأسباب التالية :

1 - أنها تضم مركزين حضريين قديمين هما الزقازيق والمنصورة، ونفس الوقت تشمل مركز الزقازيق الذى يضم مجموعة من القرى ومدينة الزقازيق ، وهى تحقق بهذا اختيار أنسب نماذج التطبيق.

2 - تضم منطقة الدراسة العديد من الآبار التى تم رصد بياناتها على فترات زمنية مختلفة تم تحديدها سابقا، فضلاً على أن الباحث يتابع تطور هذه المناطق منذ فترة ليست بالقصيرة، بالإضافة إلى سهولة إجراء قياسات وأخذ عينات حقلية، والحصول على تصريح بإجراء تجارب حقلية فى بعض المناطق بها، وهى ما لم تتوافر فى المناطق الأخرى.

مورفولوجية منطقة الدراسة :

تتميز منطقة الدراسة بالاستواء النسبى لسطح الأرض، وهى عبارة عن سهول غرينية، ويحدها فى الاتجاه شرق – غرب منخفض وادى الطميلات وترعة الإسماعيلية، وفى الشمال الشرقى السهول الشاطئية للبحر المتوسط وبحيرة المنزلة، وفى الشمال والغرب فرع دمياط.

ويقع أدنى منسوب فى الشمال الشرقى + 7 أمتار فوق مستوى سطح البحر، وأعلى منسوب فى الجنوب +9 أمتار، والانحدار بصفة عامة من الجنوب إلى الشمال الشرقى، ويزداد فى غرب منطقة الدراسة فى مركز الزقازيق، وغرب مدينة المنصورة.

وهناك اتجاهان لمسار الترع بمنطقة الدراسة أولهما هو الاتجاه الجنوبى الغربى وتسير فى اتجاه الشمال الشرقى وذلك فى مركز الزقازيق ومدينة المنصورة، وثانيهما فى الاتجاه من فرع دمياط إلى الجنوب الشرقى فى مدينة المنصورة. وبتحليل الخريطة الكنتورية تبين أن 47% من منطقة

الدراسة تنحصر بين خطى كنتور 7 و 8 أمتار، بينما تصل مساحة الأراضى ذات المنسوب 7 أمتار فأقل حوالى 12% من مساحة منطقة الدراسة.

وتم رصد أعلى مناطق مركز الزقازيق فى الجنوب الشرقى ويتراوح منسوبها بين 9 و 9.6 متر فوق مستوى سطح البحر فى كل من شيبة والنكارية، والزنكلون، وكفر جبران، وكفر محمد شاويش، وهذه المساحات تشكل نحو 10% من مساحة منطقة الدراسة.

3 - تربة منطقة الدراسة :

أ - **التكوين :** يوضح تحليل قطاعات التربة شكل (2)، والاختبارات الحقلية لأكثر من ثلاثين موقعاً بمنطقة الدراسة أن التربة تتكون من تتابع من الطبقات من سطح الأرض على النحو التالى :

- طبقة من الطين الطميى البنى المتماسك تمتد من السطح حتى عمق يتراوح بين 5,5 إلى 6.9 متر ويختلف من موقع إلى آخر.
- طبقة انتقالية يختلف تكوينها من منطقة إلى أخرى، فهى إما أن تتكون من الرمل الطمى به آثار من الطين وتمتد حتى عمق يتراوح بين 6.8 متر إلى 7 أمتار، أو أنها تتكون من طبقة من الطين الطمى الرمادى متوسط التماسك، وتمتد حتى عمق يتراوح بين 9.2 متر إلى 9.5 متر.
- طبقة من الرمل المتوسط به نسبة متفاوتة من الطمى تقل بزيادة العمق، وتمتد حتى عمق 10.5 متر.

ب - نسيج التربة :

تم التحليل الميكانيكى باستخدام قانون ستوك Stoke لنحو 18 عينة تسع منها من عمق 0 إلى 30 سم، والباقى من 50 إلى- 150سم، منهما ثمانى عينات لمدينتى الزقازيق والمنصورة، وعشر عينات من قرى شيبة والنكارية والزنكلون والطيبة وكفر عطا الله سلامة، والقنايات. جدول (1) وشكل (3).

وقد أوضح التحليل النتائج التالية :

1 - أن نسبة كربونات الكالسيوم تتراوح بين 2 و 3.7%، وأنها تزداد فى الطبقات تحت السطحية عن الطبقات السطحية، بالاضافة إلى أن أعلى نسبة سجلت في كفر عطا الله سلامة، والطيبة والزنكلون على الترتيب، وقد لوحظ أن هذه المناطق أيضاً ترتفع بها نسبة الملوحة.

جدول (1) التحليل الحجمى لعينات التربة بمنطقة الدراسة

الموقع	العمق سم	نسبة الاحجام طمى				نسبة كربونات الكالسيوم
		رمل خشن 2-0.2مم	رمل ناعم 0.2-0.02مم	0.02- 0.002مم	طين أقل من 0.002مم	
مدينة المنصورة	30-0	8.32	20.50	30.38	40.80	%2.5
(أ)	150-50	2.75	17.20	33.98	46.07	%3.7
(ب)	30-0	12.25	22.16	24.41	41.18	%2
	150-50	2.50	19.14	32.50	45.86	%2.9
مدينة الزقازيق	30-0	9.60	20.16	32.99	37.25	%2.8
(أ)	150-50	5.29	22.41	30.17	42.13	%3
(ب)	30-0	4.00	23.25	26.00	46.75	%2.5
	150-50	2.90	15.50	34.67	46.93	%2
شيبة والنكارية	30-0	13.09	21	34.75	31.16	%2.8
	150-50	2.86	24.37	33.07	39.07	%3.2
القنايات	30-0	9.4	33	23.98	33.62	%2.4
	150-50	5.52	37.23	14.90	42.35	%2.1
الزنكلون	30-0	13.25	21.06	24.51	41.18	%2.4
	150-50	6.55	17.53	27.78	48.14	%2.4
الطيبة	30-0	7.57	20.29	38.78	33.27	%2.5
	150-50	3.48	16.25	30.62	49.65	%3.0
كفر عطاالله	30-0	8.32	20.52	30.36	40.80	%3.2
سلامة	150-50	4.55	15.52	27.66	52.27	%3.2

شكل (2) نماذج لقطاعات التربة بمنطقة الدراسة

سجل أعلى نسبة فى جميع العينات للطين (أقل من 0.002مم) حيث تراوحت بين 33.62 و 52.27% من نسبة أحجام الحبيبات سواء كانت السطحية أم تحت السطحية.

2 - يلى الطين الطمى (0.02 إلى 0.002مم) من حيث النسبة حيث تراوحت بين 24.5 و 38.78% شكل (3).

3 - تراوح متوسط أحجام الحبيبات فى العينات بين 0.019 و 0009مم مما يمكن أن يوصف النسيج بأنه طينى طمى.

4 - سجلت الرمال الخشنة (2 إلى 0.2مم) أقل نسبة حيث تراوحت بين 2.9 - 13.09% من مجموع نسب أحجام العينة.

4 - الخصائص الهيدروكيميائية لمنطقة الدراسة :

أوضحت الدراسات المختلفة الهيدرولوجية والهيدروكيميائية للمياه الأرضية فى منطقة الدراسة ومنطقة شرق دلتا النيل بصفة عامة إلى الخصائص التالية :

أ - تضم منطقة شرق دلتا النيل نطاقين يفصل بينهما خط وهمى يمتد من مدينة المنصورة حتى مدينة القنطرة شكل (4)، ويتميز النطاق الشمالى بملوحة مياهه الأرضية والجوفية، وارتفاع الضغوط البيزومترية، مما يؤدى إلى ظهور المياه على السطح، كما يتيميز هذا النطاق بتدهور تربته نتيجة لسوء الصرف.

أما النطاق الجنوبى فتتميز ملوحة المياه فيه بأنها متوسطة شكل (4)، بالإضافة إلى أن منسوب المياه الأرضية والجوفية فيه أقل من المياه السطحية التى تحيط بها، وقد ترتب على ذلك تغذية المياه الجوفية بالمياه السطحية فيؤدى ذلك إلى تقليل الملوحة.

ب - تبين من تحليل الخرائط الهيدروجيولوجية والدراسات الهيدروكيميائية لكل من الزقازيق وضواحيها، والمنصورة أن هناك اختلاف رأسياً فى الوحدات الرئيسية Aquifer Units فى كل من النسيج والسحنة، ومستوى الماء الجوفى، ونوعية المياه Water quality.

حـ- أوضحت الدراسات المختلفة أن حركة المياه الجوفية بمنطقة الدراسة من الرواسب الحصوية فى الجنوب إلى الصلصال البحرى فى الشمال.

5 - أشكال الماء الأرضى بمنطقة الدراسة :

يتواجد الماء الأرضى بمنطقة الدراسة فى عدة أشكال هى :

(أ) ماء الجذب الأرضى Gravitational Water :

وهو عبارة عن الماء الزائد على السعة الحقلية، والذى لا تستطيع حبيبات التربة الاحتفاظ به، ويسمى بالماء الحر، ويتحرك إلى أسفل بتأثير الجاذبية الأرضية، ويرتبط بالتربة بقوة شد ضعيفة تتراوح من 0.1 إلى 0.5 بار.

وينتج هذا النوع فى منطقة الدراسة عن طريق الرى، أو تجمع مياه الأمطار التى تسقط على مدينة الزقازيق والمنصورة، ومن ثم فإن الحيز المكانى له يختلف لاختلاف كمية المياه سواء أكانت من رى أم مطر، بالإضافة إلى قوام وبناء التربة. ويختلف سلوك هذا الماء نتيجة لاختلاف أحجام حبيبات التربة، أو المواد المستخدمة فى الطرق، حيث يتحرك الماء الذى يشغل المسام الكبيرة أولاً لأسفل تحت تأثير الجاذبية الأرضية، أما فى المناطق رديئة الصرف، وذات مسام ضيقة ودقيقة فيتجمع المياه فى تلك الأماكن مما يؤثر فى نشاط عمليات التجوية المختلفة.

(ب) الماء الشعرى Capillarg Water :

هو جزء من ماء التربة السائل الذى يملأ المسامات والفراغات والشقوق فى التكوينات والتربة، ويمسك فى التربة بقوة تتراح بين 0.1 إلى 0.31 بار، ويتيميز بحركته إلى أعلى حين تتساوى قوة الجاذبية مع قوة التوتر السطحى للماء.

ويمثل ارتفاع المياه الشعرية أحد العوامل الرئيسية التى توضع فى الحسبان عند دراسة ارتفاع منسوب المياه الأرضية وطرق الحد منه، بالإضافة إلى التحكم فى ملوحة الأراضى الزراعية الناجمة عن ارتفاع منسوب المياه الأرضية.

ويتوقف ارتفاع الماء الشعرى فى التكوينات الجيولوجية والتربة على الخصائص الميكانيكية والكيميائية لها، وبخاصة حجم الحبيبات، وقطر المسام حيث قدر العلماء كمية ارتفاع الماء بالخاصة الشعرية فى الرمال الخشنة بين 12 إلى 15 سم، وفى الرمال المتوسطة بين 4 إلى 50 سم، والرمال الناعمة بين 90 إلى 110سم وفى الطفل الرملى بين 175 إلى 200 سم، والطين الرملى بين 225 إلى 250سم، ونظرا لتراوح متوسط أحجام حبيبات التربة

والتكوينات السطيحية 0 إلى 30 سم وتحت السطحية 30 إلى 150 سم، فى منطقة الدراسة وبين 0.14 مم إلى 0.36مم، فهذا يعنى أن متوسط ارتفاع الماء الشعرى بمنطقة الدراسة يتراوح بين 180 إلى 250 سم.

جدول (2) طاقة الماء الشعرى بمناطق مختارة عام 1997

المنطقة	%	المنطقة	%
شيبة والنكارية	45.24	الزقازيق	47.62
القنايات	45.52	ملامس	47.43
هرية رزنة	30.89	ميت بشار	49.14
القرين	31.99	مشتول السوق	47.58
الزنكلون	45.44		

المصدر: بتصرف عن (Maged, M. 1998. Pp 84-87)

يوضح الجدول السابق أن أعلى طاقة للماء الشعرى سجل فى عام 1997 كان فى مناطق ميت بشار، والزقازيق، والقنايات، وهرية رزنة والزنكلون، وقد تبين من الدراسة الحقلية أن الماء الشعرى بصفة عامة من النوع المعلق، وهو عبارة عن مياه موجودة فى نطاق التهوية، وليس له ارتباط مع مستوى الماء الجوفى، و يرتبط أساساً بتسرب أو ارتشاح مياه المطر، بالإضافة إلى الصرف الزراعى والصحى، مما ينتج عنه تشبع جزئيات التربة الطينية، والتكوينات تحت السطحية فى نطاق التهوية بالماء، وبذلك ترتفع مياه الخاصة الشعرية إلى أعلى حيث ترتفع فوق مستوى المياه المعلقة، وينتج عن ذلك نشاط التجوية الملحية فى التربة بالإضافة إلى أساسات المنشآت المشيدة فوق تلك التربة، وهو ما توضحه الصورة رقم (1).

(حـ) المياه الجوفية :

هى المياه المتسربة خلال الطبقات النافذة إلى باطن الأرض حيث تتجمع فوق طبقة صماء مكونة الخزانات الجوفية، ويعرف سطحه العلوى باسم المستوى المائى الأرضى، وكلما ازداد تسرب المياه إلى هذا الخزان ارتفع سطحه والعكس صحيح، وقد يوجد أكثر من

مستوى ماء أرضى فى المكان الواحد، حيث يتوقف منسوب الميـــاه فى كل حالة على مصدر وطبيعة التكوين الجيولوجى للمنطقة، فـــإذا أنشئ بئر سطحى وآخر عميق بجواره، وكانت هناك طبقـــة طـــين متماسكة فإن منسوب المياه يختلف فى كل منهما عن الآخـــر علـــى حسب منسوب المياه فى المصدر ودرجة نفاذية التربة.

ويتحدد الخزان الجوفى بمنطقة الدراسة من أســـفل بطبقـــة طينيـــة صماء، أما من أعلى فتوجد طبقات شبه صماء، وتعتمد تغذية هـــذا الخزان بصفة أساسية على المياه السطحية سواء من الترع أم ميـــاه الرى الزائدة التى تتسرب من التكوينات العليا، وتأخذ حركة الميـــاه الجوفية الاتجاه من الجنوب إلى الشمال والشمال الشرقى مع انحدار الأراضى المصرية فى منطقة الدراسة، وتتميـــز الميـــاه الجوفيـــة بعذوبتها فى الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية، وتتحول إلى مالحـــة وشبه مالحة فى الشمال والشمال الشرقى، وقد يعزى ذلـــك لقـــرب المناطق الأولى من فرع دمياط، والمناطق الأخـــرى مـــن بحيـــرة المنزلة، ويصل سمك القطاع المشبع بالماء إلى نحو 500 متـــر،وإن اختلف من منطقة إلى أخرى.

(6) منسوب المياه الأرضية بمنطقة الدراسة :

أوضح تحليل نتائج الجسات للأعوام المختلفة والخرائط الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة والسابق تحديدها شكل (5)، أن الماء الأرضى يستقر ظهوره على عمق يتراوح بين 2.3 متر إلى 2.9 متر أسفل منسوب ســـطح الأرض الطبيعية، ويمتد حتى عمق متغاير من منطقة إلى أخرى حيث يتراوح بين 4 إلى 5 أمتار.

ثالثاً : الأدلة على حدوث ارتفاع لمستوى الماء الأرضى :

مما لا شك فيه أن الارتفاع فى مستوى المـــاء الأرضـــى بمنطقـــة الدراسة يمكن الاستدلال عليه بواسطة طرق جس عديدة وهى خاصة بهندسة المياه وعلم الهيدرولوجيا، ونظراً لتناول مشكلة ارتفاع المنسوب من وجهـــة نظر جيومورفولجية، فسيقتصر التحليـــل علـــى الأدلـــة المورفولوجيـــة، والاستعانة بنتائج القياسات الجيوفيزيقية والهيدرولوجيـــة للآبـــار المختلفـــة لتحقيق النتائج التى يمكن الوصول إليها من الدراسة الحقلية.

1 - الأدلة الموفولوجية على ارتفاع منسوب المياه الأرضية :

للتعرف على حدوث ارتفاع أو تذبذب لمنســـوب الميـــاه الأرضـــية بمنطقة الدراسة من منظور جيومورفولوجى كان لابد من اســـتخدام بعض خواص التربة ذات الصفات التشخيصـــية لوصـــف مظـــاهر مورفولوجية معينة بالتربة، وهذه الصفات تعزى فى المقام الأول إلى حدوث ارتفاع مستوى الماء الأرضى بالتربة، أو حدوث تذبذب فـــى مستوى الماء الأرضى، وتتمثل هذه الصفات التى تعتبر دليلا علـــى حدوث تغير فى مستوى الماء الأرضى، فيما يلى :

أ - الملوحة العالية High Salinty :

يقصد به الأراضى ذات درجة التوصيل الكهربائى أكبـــر مـــن 15 ملليموس/سم على 25° فى بعض أوقات السنة خلال عمق 125 سم من السطح فى حالة الأراضى خشنة القوام، و90 ســـم فـــى حالـــة الأراضى متوسطة القوام و75سم فى حالة الأراضى الناعمة.

أو تكون 4 ملليموس خلال 25 سم من السطح فى حالة ما إذا كانت درجة الأس الهيدروجينى PH معلق مائى 1 : 1 أكثر من 8.5.

تبين من ملاحظات الدراسة الحقلية فى مركز الزقازيق فى كل مـــن الزنكلون والقنايات وجود أحواض بالقرب من المناطق السكنية تتراكم بهـــا كبريتات وكلوريدات الصوديوم والماغنسيوم والبوتاســـيوم، ومصـــدر هـــذه الأملاح يعزى لارتفاع مستوى الماء الأرضى ورداءة الصرف، ولوحظ من متابعة هذه المناطق أن عملية التكلس تحولت إلى عملية تملح. صـــورة (2) نتيجة لتراكم الأملاح وتبخر المحلول الأرضى الذى يصعد إلى سطح التربة بالخاصية الشعرية، وسرعان ما يحدث غسيل بسيط لهذه المنـــاطق فينتقـــل جزء من الأملاح السطحية ويترسب بالطبقات تحت سطحيه من 30 إلى 150

سم حيث يرتفع متوسط الأس الهيدروجينى أو ما يعرف بالأيون الهيدروجينى من 7.2 إلى 8.2 ويظهر هذا فى كفر عطا الله سلامة، وكفر أباظة، والأجزاء الشمالية من الزنكلون.

ب - الابتلال Hydromorphic

الابتلال اصطلاح للتمييز بين الأراضى شديدة التأثر بالماء الأرضى، أو ما يطلق عليها الأراضى المختزلة Glegsols، والأراضى التى يتعرض جزء من الأفق السفلى فقط لتأثير الماء الأرضى، أو تكون ذات مستوى ماء أرضى محصور Perched بقطاع التربة فى مواسم معينة.

والأراضى المختزلة بمنطقة الدراسة، هى تلك المواقع ذات نظام رطوبى مختزل خال من الأكسجين الذائب بسبب التشبع بالماء الأرضى (نتيجة للضغط الهيدروستاتيكى Hydrostatic Pressure)، أو الماء الشعرى (نتيجة للجذب السطحى Surface Tension).

ولتحديد مدى حدوث ظاهرة الابتلال أو عدم حدوثها بمنطقة الدراسة، تم اختيار 25 موقعاً بمركز الزقازيق تم الحصول على تصريح باجراء الاختبارات فى مواقع البرك وتجمعات المياه بين المناطق السكنية فى قرى مركز الزقازيق، والمدينة وبعض الحقول، وتمثلت الاختبارات فى وضع 25 سم3 من الصبغة فى كل موقع شكل (6) وملاحظة النتائج التى يمكن تحليلها على النحو التالى :

- تبين أن مناطق القنايات، والزنكلون، وكفر عطا الله سلامة وبردين ظل لون الصبغة ثابتاً لم يتغير، وتمثل ذلك فى نحو 6 موقع أى ما يعادل 24% من المواقع المختارة.

ويمكن تفسير ذلك إلى أن هذه المواقع ذات نظام رطوبى مختزل خال من الأكسجين الذائب بسبب التشبع بالماء الأرضى، حيث يصل الماء الشعرى لسطح التربة والماء الأرضى فى حالة سكون فيظل لون الصبغة ثابتاً.

- لوحظ تغير لون الصبغة فى 19 موقعاً بنسبة 76% مما يشير إلى عدم حدوث ظاهرة الابتلال فى تلك المواقع.

حـ- ألوان الاختزال Glegying :

يترتب على سوء الصرف نتيجة لارتفاع منسوب المياه الأرضية انخفاض نسبة الأكسجين الذائب بالماء الأرضى، مما يؤدى إلى أن يصبح الحديد والمنجنيز بالتربة فى حالة مختزلة Reduced ويتحول لونها إلى الرمادى المزرق أو المسود مكوناً ما يسمى بأفق الاختزال، وإذا كانت الظروف مذبذبة بين الأكسدة والاختزال والناتجة عن تذبذب مستوى الماء الأرضى، فيلاحظ وجود مظاهر الأكسدة والاختزال مجتمعة فى صورة تبقع Mottling، وفى حالة ارتفاع مستوى الماء الأرضى فإن مظاهر الاختزال تسيطر على قطاع التربة صورة رقم (4) حيث تم رصد هذه الظاهرة فى عدة مواقع بمركز الزقازيق فى كل من القنايات والزنكلون وكفر عطا سلامة وانشاص، وشرق مدينة المنصورة.

د - عملية التأدرت Hydration :

هى عملية ارتباط جزئيات الماء أو مجموعات الهيدروكسيل بالمعدن، حيث يحدث انجذاب الماء لأسطح بلورات المعادن والصخور نتيجة وجود شحنات سالبة غيره مشبعة على أسطحها.

وقد تبين من تحليلات التربة المختلفة وخاصة فى المناطق السكنية فى قرية الزنكلون والقنايات، أن معدن طين المونتموريلويت يمتص الماء بين طبقاته وينتفخ من 14 A° إلى 17 A° أنجستروم، مسبباً حدوث ضغط هائل يؤدى إلى انهيارات جزئية للطرق فى القرى، وجدران المبانى المشيدة بالطين، وترتبط هذه العملية بالثبات النسبى للمعادن الذى يتأثر بعدة عوامل هى :

- القواعد المتأدرته : حيث يزداد الثبات النسبى للمعادن بقلة نسبة القواعد المتأدرتة، وعلى ذلك يعد معدن الطين 1:1 أكثر ثباتاً من معادن الطين 1:2 بسبب غياب القواعد القابلة للتأدريت.
- وجود مواضع غير مشغولة فى بناء المعدن يتسبب فى نقص القوى الالكتروستاتيكية التى تربط البناء، كما تعمل هذه المواضع الشاغرة كممرات لمرور الماء من وإلى البناء البلورى، فيؤدى إلى زيادة نشاط التجوية.
- مساحة الأسطح المعرضة للتجوية، فصغر حبيبات المعادن بالنسبة لما يجاورها يؤدى إلى زيادة تعرض الأسطح للتجوية الكيميائية.

2- اختلاف نوعية المياه الأرضية :

تم تحديد مجموعة من العينات بلغت 12 عينة فى كل من مدينة الزقازيق، والمنصورة، وقرى مركز الزقازيق، وقد روعى فى اختيارها الموقع وأيضاً تكرار أخذ عينة من نفس المواقع خلال أعوام 1995، 1997 بقدر الإمكان وتحليل النتائج بواسطة الحاسب الآلى، وقد تبين من التحليل ما ياتى :

- أن المحتوى الملحى للمياه الأرضية زاد زيادة طفيفة خلال الخمسة أعوام (1997 إلى 2002).
- هناك شبه ارتباط ظاهر أوضحه تحليل المصفوفة بواسطة الحاسب الآلى، وإن كان غير قوى، بين ظاهرة زيادة المحتوى الملحى بالزمن وتركيز أيونات البيكربونات المرتبطة بالأس الهيدروجينى شكل (7).
- لوحظ أن قيم التوصيل الكهربى تزايدت فى بعض العينات من 1250 ميكروسين/سم إلى 1750 ميكروسين/سم، وأن قيم الزيادة تراوحت فى العينات بين 200 إلى 450 ميكروسين/سم.
- تحليل الارتباط بين زيادة المحتوى الملحى وقيم التوصيل الكهربى يوضح أن هناك زيادة ملحوظة فى تركيز أيونات الكربونات فى بعض المواقع، أدت هذه الزيادة إلى ارتفاع قيم الأس الهيدروجينى (رقم الحموضة) ليصل فى بعض المواقع إلى 8 أو أقل، وهذا بالطبع يعطى مؤشراً لتفسير نشاط عملية التجوية فى تلك المناطق للمنشآت والطرق، وبخاصة فى طريق الزقازيق بلبيس، والطرق داخل قرية الزنكلون، وأجزاء من الطرق فى شرق مدينة المنصورة، والمنشآت فى قسم الصيادين ويوسف بك بمدينة الزقازيق، والمواقع القديمة مدينة المنصورة.
- لوحظ فى قرية الزنكلون وبردين عقب انتشار مرض البارانيفويد أن هناك تسرباً لمياه الصرف فى الآبار وشبكة مياه الشرب، وعند استبدال مواسير مياه الشرب، لوحظ زيادة فى وزن الفاقد من صلب المواسير رغم أن الفترة الزمنية ليست فترة طويلة، وهذا يعطى دلالة على زيادة الملوحة والكلوريد وأيونات السلفات فى أعماق تتراوح بين صفر إلى 20 متر فى نطاق المبانى.

رابعاً : تقدير ارتفاع منسوب المياه الأرضية :

غنى عن الذكر أن هناك دراسات عديدة هيدرولوجية وجيوفيزيقية وهندسية تناولت الطرق المختلفة لتقدير الارتفاع فى منسوب المياه الأرضية بواسطة النماذج الرياضية المختلفة، وبتطبيق تلك النماذج على بيانات عام 1990، 1995، 1997 لعدد ست عينات فى كل من شرق مدينة المنصورة (عينتان) وشرق مدينة الزقازيق (عينتان)، وشمال شرق مدينة الزقازيق (عينتان) تبين ما يأتى :

أ – أن معدل الزيادة بالارتفاع فى مستوى المياه الأرضية يتراوح فى منطقة شرق مدينة المنصورة، وشرق مدينة الزقازيق بين صفر إلى 15 ملليمتراً فى السنة، ويزداد هذا المعدل إلى صفر إلى 30 ملليمتر فى السنة فى شمال شرق مركز الزقازيق.

ب – بتطبيق نظرية الاحتمالات على مستوى المياه الأرضية خلال الأعوام السابقة، يتضح أن أكثر الاحتمالات صحة فى التقدير أنه فى حالة زيادة مقدارها 75.000 متر3[1] فى كمية المياه الأرضية أو الجوفية للسطح الحر سيقابلها زيادة فى المتوسط اليومى لمستوى المياه الأرضية 2.25 ملليمتر، وهو ما يعادل زيادة مقدارها 80سم/ السنة.

حـ– يوضح شكل (8) نسب القيم الاحتمالية لزيادة مستوى الماء الأرضى وتأثيرها على الأملاح الذائبة والأس الهيدروجينى.

---

[1] استخدام هذه الكمية لادراك مدى الزيادة فى الارتفاع لأن استخدام كمية أقل لا يمكن بها قياس دقيق لمدى الزيادة فى الارتفاع.

خامساً : الآثار الناجمة عن ارتفاع مستوى الماء الأرضى ومصادره :

(1) الآثار الناجمة عن ارتفاع مستوى المياه :

لتحديد تلك الآثار ودرجتها كان لابد من التعامل معها بأسلوب علمى تحليلى اعتمد على توفير قاعدة بيانات تمثلت فى الآتى :

أ – خصائص الماء : التحليل الكيميائى للماء – سرعة المياه تحت الأرضية – درجة الحرارة التى تؤثر على اللزوجة، أنواع الأملاح والمركبات بالمياه الجوفية والسطحية، ومياه المصارف، والترع، والأس الهيدروجينى لها.

ب – خصائص التربة : مكون التربة ونسيجها – مقياس القاعدية (الأس الهيدروجينى – مقياس الرطوبة – مقدار النفاذية).

حـ– مناسيب منطقة الدراسة – مناسيب أعماق المياه – ميل الطبقات – مناسيب الترع والمصارف – عمق الترع والمصارف.

د – كثافة المبانى – مادة البناء – طريقة التشييد – عمر المبانى – شبكات الصرف الصحى – شبكات مياه الشرب.

وقد تم التعامل مع هذه البيانات باستخدام مجموعة من معاملات الارتباط المختلفة، وتحليل العوامل والعناصر، ومعاملات القياس والاحتمالات المختلفة بواسطة الحاسب الآلى. كما يوضحه ملحق (1) وجاءت نتائج التحليلات على النحو التالى :

1 – يأتى نشاط عملية التجوية بمظاهرها المختلفة الآثر الأول الناجم عن ارتفاع مستوى الماء الأرضى، ويتمثل ذلك فى الأدلة التى استخدمت فى التعرف على حدوث ارتفاع لمستوى الماء الأرضى، والتى تمثلت فى :

أ – التحليل بالماء :

هو إحلال أيونات المعادن محل هيدروكسيل الصخر، حيث تنشط عملية الاحلال مع عملية التميؤ ويؤدى إلى تأوين ذرات الطين، فاتحاد أورثوكلاز + أيونات الهيدروجين + أيونات الهيدروكسيل تؤدى إلى طين + أيدروكسيد البوتاسيوم، ويعرف هذا التحليل بالمياه كيميائياً بالتفاعل بين الملح والمياه والذى ينتج عنه أحماض قاعدية، وفى حالة عدم تجدد المياه العذبة فإن أيونات الهيدروكسيل لن تنقل إلى المياه الجوفية، وتستمر المياه قلوية فى التكوينات السطحية.

ب – الاتحاد مع الماء (التميؤ) :

وهى عملية امتصاص كبريتات الكالسيوم لا مائية للمياه فتتحول إلى كبريتات كالسيوم مائية (جبس)، وباستمرار هذه العملية تزداد احجام مكونات المعادن بالتكوينات سواء أكانت بالتربة أم بالمبانى المشـــيدة فوق التربة، فتعمل على تكسيرها.

حـــ– الكربنة :

وهى اتحاد ثانى أكسيد الكربون Co2 أو أيون البيكربونات HOC3 مع المعادنٍ، وبوجود ثانى أكسيد الكربون فى التربة فإنه يتحد مـــع الماء مكوناً حامض الكربونيك.

د – الأكسدة :

تتأثر العناصر المركبة من السيلكا سريعاً بعملية الأكســـدة، حيـــث يحل الأكسجين محل عناصر أخرى، وبتفاعل كـــل مـــن الأكســـدة والتحلل بالماء تتحول المعادن فى الصخور إلى أيدروكسيد المغنسيوم وحامض السلسليك وأكسيد الحديدوز، ممـــا يـــؤثر علـــى الصـــلب المستخدم فى التشييد فى المنازل، أو شبكات الرى والصرف أو فى التربة بصفة عامة.

وخلاصة القول أن نشاط عملية التجوية قد ترك عدة مظاهر بمنطقة الدراسة أمكن حصرها فيما يأتى :

- مظاهر الأكسدة والاختزال، وتمثلت فى صورة تبقع وتحول لون التربـــة إلى الرمادى المزرق أو المسود مكوناً ما يسمى بأفق الاختزال.
- تكون الأحماض القاعدية نتيجة للتحلل بالماء، مما يـــؤثر علـــى التربـــة والطرق والنبات، وأيضاً على المبانى المشيدة علىالتربة.
- ارتباط نشاط عملية التجوية بالتربة بتشقق وتهدم المبانى المشيدة بالطين، وبخاصة فى المناطق ذات الملوحة العالية، حيث سجل فـــى كـــل مـــن الزنكلون، وكفر عطا الله سلامة نسبة تزيد على 60% من عدد مســـاكن القريتين قد تأثرت بالفعل بالتجوية الكيميائية نتيجة عملية الأكسدة والتميؤ والتحلل صورة (3)، كما سجل 3% نسبة تهدم المبـــانى عـــن طريـــق التشققات الناتجة عن فعل نشاط عملية التجوية.
- تأثر شبكات المياه المستخدمة فى الشرب عن طريـــق حـــدوث بعـــض الثقوب بها نتيجة عملية الأكسدة بالتربة، ومن ثم تم اختلاط مياه الشرب

بمياه الصرف مما أثر على انتشار الأمراض وخاصة فى قريتى بـــردين والزنكلون.

- نتيجة لنشاط عمليات التجوية تهدمت جدران نحو خمس آبـــار بمنطقـــة الدراسة.

(2) العلاقة بين الأس الهيدروجينى (درجة الحموضة PH) وارتفاع مستوى المياه :

يعرف أحياناً بدرجة الحموضة بالنسبة للميـــاه والتربـــة، ويتـــراوح حدوده بين صفر و14، وتعتبر القيمة 7 هى القيمة الوسطية أو مـــا يطلـــق عليها نقطة التعادل بين الحموضة والقلوية (ماهر جورجى نســـيم، 2001 – ص 140) فإذا زادت القيمة على 7 فيعنى هذا الاتجاه نحو القلوية، أمـــا إذا قلت عن 7 فهذا معناه أن الحامضية هى السائدة.

وبصفة عامة يتدخل فى زيادة القلوية عدة عوامل منها : ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل على 15% بالإضافة إلى زيـــادة مجمـــوع الكربونـــات والبيكربونات عن 2.3 ملليمكافىء/لتر.

وقد أوضحت التحليلات المختلفة لعينات منطقـــة الدراســـة للميـــاه والتربة، أن الصفة السائدة بالنسبة لقرى مركز الزقازيق هى التربة القلويـــة، حيث ترتفع قيم الأس الهيدروجينى على 7، وقد سجلت متوسط أعلى قيمة له فى الطيبة 8.1، وجـــاء كفـــر عطـــا الله ســـلامة، والقـــرين، والقنايـــات، وكفردتونوهيا، والعصلوجى، والزنكلون على الترتيب من أعلى المناطق فى قيم الأس الهيدروجينى حيث تتراوح بين 7.5 و 8.3.

ويعزى ارتفاع هذه القيم إلى ارتفاع مستوى الماء البـــاطنى حيـــث يتراوح بين 80 و150سم، بالإضافة إلى زيادة نسبة الصوديوم المتبادل الذى سجل 18%.

أما باقى منطقة الدراسة فيمكن وصفها بأنها قليلة القلوية فى المناطق الزراعية، وأيضاً فى أطراف المناطق السكنية، ويرجع ذلك إلـــى انخفـــاض نسبة الصوديوم المتبادل ليتراوح بين 3.9% إلى 13%.

وتختلف المناطق الحضرية فى مدينة الزقازيق مثل قسم الصـــيادين ويوسف بك، ومركز مدينة المنصورة، أو ما يطلق عليه المنطقـــة القديمـــة نتيجة لتغذية المياه الأرضية بالمتسربات من شبكات التغذية، والصرف ورى المساحات الخضراء، مما يسبب ارتفاع المنسوب، وتخلف بعض الأحمـــاض الناتجة عن مخلفات الصرف.

ويوضح شكل (9) والملحق (1، 2) أن متوسط درجة الحموضة بمنطقة الدراسة بلغت 7.3359 جزء فى المليون بواقع انحراف معيارى مقداره 0.1049، وأن أدنى درجة حموضة بلغت 7.1500 فى المليون، وأعلى درجة حموضة سجلت كانت 7.2600 جزء فى المليون، وأن هناك علاقة ارتباط بين ارتفاع قيم الأس الهيدروجينى وارتفاع مستوى الماء الأرضى وهى علاقة عكسية أيضاً مع عمق المياه الأرضية (0.47)، وعلاقة طردية بين الأس الهيدروجينى والأملاح الذائبة.

(3) تأثير ارتفاع مستوى المياه على الخصائص الكيميائية للمياه الأرضية

توضح المقارنة بين نتائج تحليل عينات المياه الأرضية بمنطقة الدراسة الموضحة بالملحق (2)، نتائج تحليل خمس عينات بمنطقة الدراسة لأوائل عام 2002 والموضحة بجدول (3) وشكل (9) أن هناك زيادة ملحوظة فى تركيز أيونات البيكربونات حيث زادت النسبة من 0.5% إلى نسبة تتراوح بين 1.2% إلى 3%، كما لوحظ زيادة فى نسبة كاتيونات الصوديوم حيث سجلت فى جدول نسبة تتراوح بين 58% و 77% بنسبة زيادة يتراوح مقادرها بين 4,5% إلى 7%، أما كاتيونات الماغنسيوم فقد تراوحت النسبة عام 2002 بين 13% إلى 25% بزيادة مقدراها $\pm$2% على الأعوام السابقة، وإن كانت نسبة كاتيونات الصوديوم سجلت أعلى نسبة يليها الماغنسيوم، فى المقابل طرأت على نسبة أنيونات الكلوريدات نسبة تغير تمثلت فى $\pm$1%.

جدول (3) التحليل الكيمائى لعينات المياه بمنطقة الدراسة

رقم العينة	الأس الهيدروجينى جزء فى المليون	كاتيونات ملليمكافىء فى اللتر						انيونات ملليمكافىء فى اللتر					
		صوديوم		ماغنسيوم		كالسيوم		كبريتات		كلوريدات		بيكربونات	
		%		%		%		%		%		%	
1	7.9	71.5	435	16	95	13	78	3.1	19.8	96.2	608	3	5
2	7.3	77	522	13	84	10	65	5	31	94	574	1.2	4
3	7.2	52	165	25	78	24	75	5	17	93	295	1.5	7
4	7.6	60	67	20	23	20	22	66	75	25	29	2.8	10
5	8.2	58	24	24	51	18	40	41	87	54	119	1	9

4- العلاقة بين حركة الملوثات وارتفاع مستوى المياه :

تعتبر حركة الملوثات من العوامل الهامة فى نشاط عمليات التجوية الكيميائية للتربة أو المنشآت، وهى ناتجة فى المقام الأول عن تذبذب مستوى المياه الأرضية وتسرب الملوثات إلى الطبقات تحت السطحية، وتسهم حركة الملوثات أما فى زيادة الرقعة المعرضة لعمليات التجوية، أو نشاط وتركيز واختلاف عمليات التجوية، ويتوقف هذا بالطبع نتيجة لنمط الحركة حيث يمكن تحديد أنماط حركة الملوثات فى مركزى الزقازيق والمنصورة فى الأنماط التالية :

أ - الحرة الأفقية Aduection :

وهى حركة الملوثات مع حركة المياه وسرعتها، وقد أمكن تحديد هذا النمط من خلال تتبع المناطق التى ظهرت بها آثار للتجوية الكيمائية، ومطابقتها مع حركة المياه فى كل من مركزى الزقازيق والمنصورة، وقد وجد أن ذلك ينطبق مع حركة المياه فى الاتجاه الجنوبى الشرقى والجنوبى الغربى، وهى المناطق التى كانت التجوية غير نشطة بها عام 1995، وزادت نسبة الأملاح الذائبة بها عام 2002، بالإضافة إلى أن تلك المناطق أيضاً زادت نسبة تأثر المنازل بالتجوية الكيميائية من 3% عام 1995 إلى 13% عام 2002 وهى نسبة مرتفعة سواء فى المناطق الريفية أو المناطق الحضرية، بالإضافة إلى وجود ظاهرة ارتفاع نسبة الإصابة بمرض البارتيفويد فى قرى مركزى الزقازيق والمنصورة عام 2000 - وعام 2001 فى تلك المناطق، ومن خلال البحث فى سجلات المستشفيات

المركزية بالزقازيق والمنصورة تبين أن تفسير انتشار هذا المرض يرجع إلى شرب مياه ملوثة، وهو بالطبع يلقى الضوء على أهمية حركة الملوثات فى التأثير الضار على الإنسان وصحته والمنشآت المختلفة.

ب – تشتت الملوثات Dispersion :

وهى عبارة عن انتشار الملوثات وتشتتها بدون حركة وظهورها على السطح فى صورة مستنقعات، ولعل أكثر المناطق تأثراً بهذه الحركة هى المنطقة الوسطى من قرية الزنكلون والشرقية من القنايات، ويفسر العلماء ذلك نتيجة للحركة الهيدروليكية.

حـ– تحلل الملوثات Degradation :

هى عبارة عن تحلل الملوثات بفعل كائنات دقيقة أو تحلل كيميائى، ويظهر ذلك فى المدن بصورة عامة فى أساسات (الترنشات)، أو البيارات، أو على القواعد الخرسانية فى كل من قسم الصيادين، ويوسف بك، والإشارة، والمنتزة فى مدينة الزقازيق، وفى الأحياء القديمة بمدينة المنصورة، فى طلخا وينتج عن هذا التحلل نشاط عمليات التجوية لكل من مواسير المياه الصلب أو الصرف الصحى، مما يؤدى إلى اتلافها وزيادة تحلل المادة المستخدمة فى الخرسانة، بالاضافة إلى نشاط عمليات التجوية فى بعض المنازل القديمة التى يرجع أسلوب انشاتها إلى استخدام الحجر وأعمدة الصلب فى التشييد، مثل الحى القديم بالمنصورة وقسم المنتزة بالزقازيق، وهو ما أدى إلى زيادة نسبة تصدع المنازل فى القسمين.

5– خريطة الأخطار بمنطقة الدراسة :

أمكن رسم خريطة تمثل درجة الخطورة من ارتفاع مستوى الماء الأرضى بمنطقة الدراسة شكل (10)، بواسطة قاعدة البيانات السابقة والقيم الاحتمالية لمستوى المياه الأرضية والأملاح الذائبة والمعايير التالية:

أ – الرقم الهيدروجينى 7.1 – 7 أجزاء فى المليون مناطق شديدة الخطورة، من 7.1 – 7.5 جزء فى المليون مناطق متوسطة الخطورة ومن 7.5 – 8 مناطق لم تتأثر بعد وذلك بالنسبة للتربة والمياه معاً.

ب – محتوى الكلوريدات من 1000 إلى 1500 جزء فى المليون مناطق شديدة الخطورة ، من 500 إلى 1000 جزء فى المليون متوسطة الخطورة ، أقل من 500 جزء فى المليون مناطق لم تتأثر بعد، وذلك بالنسبة للتربة والمياه معاً.

حـ- محتوى الكبريتات للمياه الأرضة من 500 إلى 1000 جزء فى المليون مناطق شديدة الخطورة، 300 إلى 500 جزء فى المليون مناطق متوسطة الخطورة، وأقل من 300 جزء فى المليون مناطق لم تتأثر بعد

د - عمق المياه الأرضية من سطح الأرض إلى 2 متر مناطق شديدة الخطورة، ومن 2 إلى 3.5 متر متوسط الخطورة، وأكثر من 3.5 متر مناطق لم تتأثر بعد

وتوضح الخريطة شكل (10) أن أكثر المناطق خطورة هى الأحياء القديمة فى كل من مدينة الزقازيق والمنصورة، وهى تمثل مركزى المدينتين وهما أكثر المناطق قدماً من حيث العمران، وبالإضافة إلى ذلك تمثلت مناطق الخطورة فى كل من الزنكلون وكفر عطا الله سلامة، وكفر أباظة، والقنايات، وبردين على الترتيب.

(2) مصادر ارتفاع مستوى المياه الأرضى بمنطقة الدراسة :

أمكن من خلال الزيارات الحقلية، وتحليل الخرائط الرقمية، وتحليل قاعدة البيانات لمنطقة الدراسة حصر مسببات ارتفاع مستوى الماء الأرضى بمنطقة الدراسة فيما يلى:

أ - النز والرشح من القنوات والمصارف :

توضح الدراسة وتحليل الخرائط أن مركز الزقازيق قبل تعميم مشروع الصرف المغطى كانت تمر به ترع توزيع للماء مثل بحر مويس، وترعة الوادى، وبحر أبو الأخضر وتبين من الخرائط أن منسوب الماء فى الترع مرتفع على الأراضى التى يمر بها، مما يجعلها مصدراً رئيسياً للرشح والنز الأمر الذى لزم معه شق مصارف كمرشحات.

ب - عمق الترع والمصارف :

تبين من المشاهدات الميدانية وتحليل الخرائط الهيدرولوجية أن مستوى الماء الأرضى فى الآبار القريبة من المصارف والترع العميقة يكون أكثر عمقاً، ويقل مع نقص عمق الترع والمصارف، وإن كانت المصفوفة قد أوضحت وجود علاقة طردية + 0.22 بين عمق مستوىالماء الأرضى وعمق الترع والمصارف بمنطقة الدراسة، إلا أن هذه العلاقة غير قوية، وقد يعزى ذلك إلى اختلاف الميول الهيدروليكية.

حـ- الرى المفرط بالغمر

مما لا شك فيه أن الرى المفرط بالغمر يشكل مصدراً أساسياً لارتفاع منسوب الماء الأرضى، فى حالة توافر ظروف أخرى مثل المسافات البينية بين حبيبات التربة ومعامل النفاذية، فقد لوحظ فى حالة ارتفاع مسامية الطبقة السفلى للصرف زيادة مستوى الماء الأرضى أسفل السطح الفاصل بين الطبقتين السطحية والسفلى.

د – قدم شبكة الصرف والخزانات القديمة للمنازل :

لوحظ أن مستوى الماء الأرضى يزداد فى الأحياء القديمة بمدينة الزقازيق، والمركز القديم بمدينة المنصورة، وقد تبين أن الأسباب الرئيسية فى ذلك ترجع إلى قدم شبكة الصرف، وكثرة التسرب منها فقد تبين أن نحو 25% من أطوال هذه الشبكات لم يتم تطويرها منذ أكثر من عشر سنوات، وأن خطة هذه الشبكات تخضع للخطة القديمة للمدينة والامتداد الرئيسى القديم ولم يراع فيها التطور المستقبلى.

هـ– عدم وجود شبكة صرف صحى بالقرى، واعتماد أكثر من 75% من المنازل قرى منطقة الدراسة على الترنشات فى تجميع المخلفات الصحية، وعدم نزح أو شفط المخلفات منها، مما يؤدى إلى تعفن أكثر من 45% منها والتى خضعت للدراسة فى كل من قرية الزنكلون وبردين.

وقد لوحظ فى القريتين السابقتين قرب موقع (الترنشات) من مواسير المياه المخصصة للشرب، وقد أدى لك فى بعض المواقع إلى تعرض هذه المواسير للتجوية وتسرب المياه منها وانتشار الأمراض بالمنطقة.

و – تعرض جدران الآبار العميقة للتجوية وإحداث تدمير بها مما يؤدى إلى تسرب المياه من الآبار.

ز – سقوط الأمطار وتجميعها فى مناطق أقل منسوباً بالمدن دون صرفها فى شبكة الصرف مما تسهم فى ارتفاع مسنوب الماء الأرضى بمنطقة الدراسة.

المراجـــــع

أولاً : المراجع العربية :

1 – **السيد أحمد الخطيب، 1998:** أساسيات علم الأراضى، منشأة المعارف، الاسكندرية.

2 – **الشحات بركات البنا، 1998:** ميكانيكا التربة والمياه، مطبعـــة البـــردى بالمنصورة.

3 – **عبد الوارث محمد عبد الوارث، 1988:** جغرافية المياه الجوفيـــة فـــى الوجه القبلى، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عـــين شمس.

4 – **ماهر جورجى نسيم، 2001:** علم الأراضى (أساسيات وإدارة) منشـــأة المعارف، الاسكندرية.

5 – **محمد صبرى يوسف، محمد يوسف حسن، 1998:** المياه الأرضية فى العالم العربى، شركة مطابع الطوبجى التجارية.

6 – **مغاورى شحاتة دياب، 1998:** المياه الجوفية والآثار، المؤتمر السنوى الثالث لإدارة الأزمات والكوارث، جامعة عين شمس، القاهرة.

7 – **هارى بكمان، نبيل برادى، 1965:** طبيعة الأرض وخواصها، مكتبـــة الأنجلو المصرية.

ثانياً : التقارير والخرائط :

1 – **شركة القاهرة للأعمال المساحية،** الخريطة الرقمية لمدينـــة الزقـــازيق والمنصورة ومركز الزقازيق بمقياس 1 : 5000، 1995.

2 – **مجدى موافى،** تحليل التربة بمركز الزقازيق، تقريـــر عـــام 1997 – 2000.

3 – **معهد بحوث الميـــاه والخـــرائط الهيدرولوجيـــة،** لوحـــات الزقـــازيق والمنصورة بمقياس رسم 1 : 100.000، 1991 – 1995 – 1999.

ثالثاً : المراجع الأجنبية :

1- **Ahmed, A., M., 1999**: Rising of Ground Water table Inside Cities in Egypt "Sources Influences and Controls", El Mansoura Univ.

2- **Amany, A., 1996**: Study the effect of impermeable layer depth on the seepage discharge for homogeneous and non-homogeneous soils, Fac. Engineering - Zagazig Univ.

3- **Bauomy, M., B., 1985**: Effect of sewage water on soil properties of the Egyptian soils, Fac. Agric., Menoufyia Univ.

4- **El-Sayed, A., 1993**: Studies on the salt balance of some soils in Egypt, Fac. Agric., Zagazig Univ.

5- **Handy, I., D, 1979**: Ibrahim El-Doskosky, Moisture characteristics of the soils of Sharkiya Governorate, Fac. Agric., Zagazig Univ.

6- **Handy, I., D, 19**88: The effect of water and salt regimes on some physical and mineralogical properties of soils, Fac. Agric., Zagazig Univ.

7- **Ibrhim, M., I, 2000**: Studies on soil water movement through some soils, Fac. Agric., Zagazig Univ.

8- **Manar, M, A., 1995**: Implementation of different techniques for ground water analysis and treatment in Sharkayia Governorate - Egypt, Fac. Of Science, Zagazig Univ.

9- **Mohamed I., I, 1996**: Effect of Water table on soil properties, Fac. Agric., El-Mansoura Univ.

10- **Raghunath, H., M., 1982**: Ground Water, Wiley eastern limited, New Delhi.

11- **Rolf Mull, 1999**: Aspects of Ground Water Management in Urban Areas, University of Hannover, Hannover, Germany.