مجلة مركز بحوث ودراسات

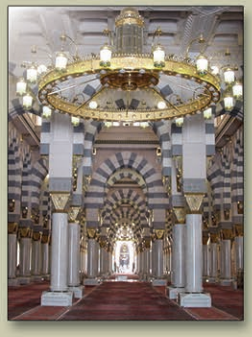
المدينة المنورة

العدد الثاني عشر محرم - ربيع الأول ١٤٢٦ هـ مارس - مايو ٢٠٠٥م

المملكة العربية السعودية
مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة
١٤١٨هـ ١٩٩٧م

١٢

- حوار حول مناهج تدوين السيرة النبوية
- طلع البدر علينا ... دراسة حديثية
- تقرير عن النقوش الصخرية في وادي الصويدرة
- من كنوز النباتات الطبية في المدينة المنورة
- الاتجاه العام لتوزع ملوحة المياه الجوفية بالمدينة المنورة



الاتجاه العام لتوزع الملوحة في المياه الجوفية السطحية بالمدينة المنورة

د.حامد موسى الخطيب

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد بكلية المعلمين بالمدينة المنورة

تمهيد

تقع المدينة المنورة على خط العرض ٢٤.٢٨° شمالاً ، وخط الطول ٣٩.٣٦° شرقاً ، ضمن الإقليم الغربي للملكة العربية السعودية . ونظراً لخصوبة تربتها ، ووفرة مياهها وبخاصة الجوفية ، كانت محط أنظار مختلف الجماعات البشرية في المنطقة ، ويعود سكنى هذه البقعة إلى ثلاثة آلاف سنة خلت ، وقد أهلها موقعها لأن تكون إحدى المحطات التجارية على طريق القوافل الدولي القديم (البخور) الذي كان يربط الجزيرة العربية ببلاد الشام ومصر[١] .

وقد تفاوتت أهمية المدينة المنورة من حقبة تاريخية إلى أخرى ، فمن محطة تجارية قبل الإسلام ، إلى عاصمة الدولة الإسلامية في عهد الرسول عليه الصلاة والسلام ، وخلال عهد الخلفاء الراشدين ، ثم همش دورها إبان الحكم الأموي والعباسي ، وما تلا ذلك من أنظمة ، حتى أعاد لها العهد العثمانيْ بعضاً من مكانتها ، ثم عزز موقعها مرة أخرى إبان الحكم السعودي الحالي[٢] .

ومنذ أن وحد جلالة الملك عبد العزيز آل سعود المملكة والمدينة المنورة في تطور ونمو مطَّرد ، فبعد أن كان عدد سكانها قبيل ظهور الإسلام نحو٢٠ ألف

---

(١) الرويثي ، ١٩٩٦ ، ص١١ .

(٢) الرويثي ، ١٩٩٦ ، ص١٢،١٣ .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

نسمة صار ٦٠٨ آلاف نسمة عام ١٩٩٣م[١] ، ويشير بعض التقديرات غير الموثقة إلى أن عدد السكان الحالي للمدينة يناهز المليون نسمة .

وبازدياد عدد سكان المدينة وارتفاع مستوى المعيشة ، زاد الضغط على الموارد المائية فيها ؛ فبعد أن كانت المياه السطحية[٢] قريبة من سطح الأرض ، ساهم الاستنزاف المفرط في ابتعادها عن سطح الأرض ، وعمل أيضاً على رفع نسبة الملوحة ، ولعدم توفر شبكة صرف صحي ضمن المدينة في السابق صار إمكان استخدام هذه المياه للشرب معدوماً إلا في مواضع محدودة جداً (العين الزرقاء، وآبار علي). ومع وضوح هذه المشكلة ما زالت المياه المالحة جداً تستخدم لري بساتين النخيل ، مما أدى إلى تدهور خصوبة التربة وتملحها في بعض المناطق . ويشارك في الاستنزاف الاستخدام المفرط للمياه في عمليات الري ، التي مازالت تتم بطريقة بدائية في جميع المزارع التي قام الباحث بزيارتها .

وتتفاوت ملوحة المياه الجوفية من مكان إلى آخر ، ولقد تتفاوت بين بئر وأخرى في المنطقة نفسها ، ولا يبدو نمط واضح لتوزع الملوحة في تلك المياه من أول وهلة .

أهداف الدراسة :

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد النمط العام لتوزع ملوحة المياه الجوفية السطحية في المدينة المنورة ، وتحديد المناطق التي تحتاج إلى ضبط ومراقبة صارمة لاستخدام المياه الجوفية . وتحديد مناطق أخرى يمنع فيها استخدام هذه المياه وتوجيه الجهات المعنية في المدينة إلى المناطق التي يمكن أن تستخدم فيها هذه المياه بطريقة معقولة ضمن برنامج صارم . حيث لم تتوفر لدى الجهات المختصة خرائط خاصة توضح هذه المناطق أو النطاقات zones .

الصعوبات التي واجهت الباحث :

واجهت الباحث صعوبات عدة أثناء جمع البيانات والمعلومات ، فلم تتوافر له بيانات موثقة لدى الجهات المعنية في المدينة عن

(١) مكي ، ١٩٩٦ ، ص٣٥٧ .

(٢) المياه الجوفية السطحية Shallow Ground - water : وهي المياه التي تتجمع ضمن رسوبيات حديثة ولم تتحول إلى صخور ، وتتميز هذه التكوينات بارتفاع معدل الناقلية Tranmissivity (١-١٠ متر/الثانية) فضلاً عن ارتفاع معامل التخزين من (٠.١-٠.٢٥) . الطخيس ، ١٩٩٧ ، ص ١٣٤ .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

عدد الآبار ، وإنتاجيتها ، وعمقها ، وتوزيع هذه الآبار جغرافياً . كما أن عدم وجود صاحب المزرعة أثناء أخذ العينة حال دون التعرف على بعض المتغيرات التي تدعم البحث وتعززه .

مثال ذلك : عمق البئر ، وإنتاجيته ، وإنتاجه ، وسنة الحفر ... ، كما حالت الظروف المادية ، لعدم توفر الدعم المالي لإجراء الفحص المخبري الكيميائي والبيولوجي المناسب للعينات ، فقد تم الاكتفاء بتحديد نسبة الملوحة فقط لمياه العينات التي تم جمعها .

الدراسات السابقة :

تفتقر المدينة المنورة للدراسات العلمية التي تتعلق بخصائص المياه الجوفية في حوضها الرسوبي .

ولعل دراسة (El- Maghraby , 2001) هي الدراسة الوحيدة المنشورة التي عالجت خصائص المياه الجوفية في جزء محدد من المدينة المنورة باستخدام مياه ١٤ بئراً تقع جنوبي المدينة ، فقد تبين أن عنصري الكلوريد والصوديوم هما الأكثر تركزاً في مياه العينات ، كما ترتفع نسبة النيترات والرصاص بحيث تجعل هذه المياه غير صالحة للشرب دون معالجة .

كما استخدم (Alsaaran, 2000) تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS في تمثيل قيم معلومة عن ملوحة المياه الجوفية السطحية في منطقة تبراك بوسط المملكة العربية السعودية ، واستغل هذه التقنية لاستنباط النمط السائد لتوزع ملوحة المياه الجوفية في المنطقة .

وتشير إحدى الدراسات إلى أن ممارسة الري الخطأ ، وسوء الصرف ، قد يؤديان إلى ارتفاع مستوى المياه الجوفية السطحية ، وقد يؤديان إلى الغدق ، وارتفاع نسبة الملوحة في المياه والتربة كما هو الحال في المنطقة الشرقية من المملكة[1] .

كما عالجت بعض الدراسات أثر التحضر ، وازدياد عدد السكان في المدن في تدني نوعية المياه الجوفية السطحية تحت هذه المدن[1] (Jeon, 2001) ، (Guerrero,et., al., 1997) ، (larson, et., al., 2001) ، (Bruce , et., al., 1996) .

(1) Abderrahman,et.,al.,2000,a .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وتكاد تجمع هذه الدراسات على أن تملح المياه الجوفية السطحية إما أن يكون ناجماً عن التكوينات الصخرية المحلية ، أو بسبب تعرض المنطقة في وقت ما لغزو مياه البحر ، أو تداخل مياه البحر مع المياه الجوفية ، أو بعض حبيبات الرمال الصحراوية عندما تهبط مع حبات المطر ، وقد تكون المياه الجوفية السطحية مخزنة وفق ظروف خاصة نجمت عن مسطح مائي مغلق خلال فترات مطيرة .

كما تجمع الدراسات السابقة على أن الاستخدام المفرط للمياه الجوفية يساعد على تملح المياه وتملح التربة وتراجع إنتاجيتها ، وتعمل المدن على تلويث المياه الجوفية بالملوثات الكيميائية والبيولوجية ، وإن سحب المياه للأغراض المدنية يساهم مساهمة كبيرة في تملح المياه الجوفية السطحية .

ومن المؤكد أن تكون الصخور المحيطة بالمدينة المنورة تحتوي على مركبات ملحية كغيرها من صخور القشرة الأرضية ، خاصة وأنها تقع إلى الشرق من البحر ، فهناك احتمال لنقل بعض الرمال المالحة من شاطئ البحر الأحمر لتستقر على أديم المدينة المنورة ، ولا نستغرب أن يكون حوض المدينة المنورة في يوم ما سطحاً مائياً أغلق لفترة من الزمن (كما سيتضح لاحقاً) .

وفضلاً عما ذكر من دراسات ، فهناك دراسات أخرى تنبهت إلى مشكلة المياه بشكل عام في منطقة الشرق الأوسط والمناطق الجافة وشبه الجافة ، والناجمة عن الازدياد المطرد في عدد السكان ، وارتفاع مستوى المعيشة، والذي صاحبه الاستخدام المفرط في مصادر المياه وبخاصة الجوفية ، مما حدا بدول الخليج العربي على سبيل المثال أن تعتمد اعتماداً كبيراً على تحلية مياه البحر ، حتى إن بعضها مثل الكويت تعتمد في شربها اعتماداً كلياً على المياه المحلاة . ومن المتوقع أن تعاني معظم دول الشرق الأوسط من ضائقة مائية عام ٢٠٢٥[٢] .

منطقة الدراسة : يتوسط المسجد النبوي الشريف منتصف حوض رسوبي تكاد حدود المدينة المنورة أن تشمله بالكامل ، ويعد الدائري

---

(١) وتتوافر دراسات جادة تعالج مشكلة ارتفاع نسبة الملوحة في المياه الجوفية ، وبخاصة في منطقة الخليج العربي والمناطق الجافة وشبه الجافة :

. Nativ,et.,al.,1997، Alsakkaf,et.,al.,1999، Al-Rashed,et.,al.,1998

(2) (Beaumont,2002) ، (Abderrahman,2000,b) ، (El-Fadel,et.,al.,2000)

الثالث هو الحد الرسمي لأمانة المدينة . وبذلك يضم هذا الطريق الحيوي نحو (٧٠٢٢٠) هكتار .

ويبدو من الشكل (١) أن التخطيط العمراني للمدينة المنورة يغلب عليه - مثل سائر المدن الإسلامية القديمة - النمط الدائري .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

شكل (١)

المدينة المنورة -المصدر : خرائط الفارسي ، الرياض

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

تحف بالحوض الرسوبي المشار إليه آنفاً من الجهة الغربية والشمالية تلال من الصخور النارية أو المتحولة ، وهي تمثل بقايا صخور الدرع العربي القديم الذي يعود إلى عصر ما قبل الكمبري ، كما تبرز في بعض المناطق جنوبي وشرقيَّ الحوض الرسوبي مخاريط بركانية تنتشر على طول فواصل ضعف تكتونية ، انبثقت منها انسيابات بازلتية شكلت ما يعرف بالحرات البازلتية (الشرقية ، الجنوبية ، الغربية) .

ينظم وادي العقيق وروافده الجريان السطحي لحوض المدينة المنورة ، وتأتي هذه الروافد من أماكن بعيدة خارج حدود الحوض ، وينتهي بها المطاف عند منطقة مجمع الأسيال بمنطقة زغابة شمال غرب المدينة ، ثم يبدأ بعد ذلك وادي الحمض الذي ينتهي بالبحر الأحمر غرباً[١].

يتراوح ارتفاع منسوب الحوض الرسوبي للمدينة المنورة ما بين ٧٠٠م عند طرفها الجنوبي الغربي إلى نحو ٦٠٠م عن سطح البحر عند مجمع الأسيال (زغابة) ، ويغلب على الحوض الاستواء العام ، ولا يشوب هذا الاستواء سوى ظهور بعض الكتل الصخرية التي تسمى محلياً بالجبال مثل (جبل أحد ، وجبل عير ، وجبل سلع ...) ، وأحياناً أخرى تسمى جماء مثل جماء عاقر ، والعنقاء ، وتضارع . ويتفاوت سمك إرسابات الحوض ما بين بضعة أمتار إلى ما يزيد على ١٥٠ متراً .

يمثل الحوض الرسوبي خزاناً جوفياً من نوع Shallo Ground Water ، وقد خزنت مياه هذا الحوض خلال فترات زمنية مطيرة مثل عصر البلايستوين ، وقد تكون المنطقة كلها حتى منطقة البيضاء (شمال غرب المدينة) بحيرة داخلية ، عمل على تفريغ مياهها فيما بعد وادي الحمض ، لينقلها إلى البحر الأحمر ؛ إذ المناخ الحالي للمنطقة لا يفسر وجود هذا الخزان الجوفي ، فالمدينة المنورة تعد من أكثر مناطق المملكة جفافاً ، فمعدل سقوط الأمطار السنوي لا يتجاوز ٥٠مم ، ومعدل درجة الحرارة السنوي يصل إلى ٢٧هم . وتتميز أمطارها بالفجائية والتركز ، ويسقط معظمها خلال فصل الشتاء والربيع[٢] .

(١) الشريف ، ١٩٩٨ .

(٢) طلبة ، ٢٠٠٢م .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

مصادر المياه في المدينة المنورة :

يعد الحوض الرسوبي للمدينة المنورة هو المصدر الرئيسي للمياه في المدينة المنورة منذ بداية الاستيطان فيها ، وكان الحصول على المياه أمراً يسيراً ، فما هو إلا أن تحفر بئراً بعمق بضعة أمتار ، حتى تحصل على مياه تكفيك حاجتك ، كما أن المدينة في العهد العثماني كانت تزخر بالينابيع التي بلغت آنذاك نحو ٧٠ نبعاً[١] ، أما الآن فقد غارت المياه ، واختفت الينابيع ، ولكن ما زالت المدينة تعتمد اعتماداً كبيراً على المياه الجوفية المستخرجة من هذا الحوض من أجل الزراعة ، والشرب أحياناً .

وقد مرت المدينة المنورة من حيث استعمال الماء بعدة مراحل ، فقد كان السكان يعتمدون مباشرة على المياه الجوفية للزراعة والأعمال المنزلية ، ثم خزنت المياه الجوفية في خزانات رئيسة ، وزعت منها المياه إلى أحياء المدينة ، وكان المصدر الرئيس لمياه هذه الخزانات : (العين الزرقاء ، آبار علي ، رغدان) .

وبعد تعرض المياه الجوفية للاستنزاف ، وارتفاع نسبة الملوحة فيها ، ودخول المملكة عصر التحلية ، أصبح المصدر الوحيد لمياه الشرب في المدينة هو العين الزرقاء التي تجمع فيها المياه الجوفية القادمة من منطقة آبار الماشي على بعد (٣٥كم) من المدينة باتجاه مكة المكرمة ، يضاف إليها المياه المحلاة القادمة من ينبع ، وتضاف إليها أحياناً مياه قادمة من منطقة جبل الخزان (رغدان) . وبعد تجمع المياه في خزانات العين الزرقاء ، توزع على أحياء المدينة بواسطة الجاذبية وفق شبكة متقنة .

وقد برزت في الآونة الأخيرة ظاهرة شرب المياه من قوارير خاصة تنتجها مجموعة من مصانع المياه (قباء ، طيبة ، السراة ، المنهل ...) ، ويعتمد بعض هذه المصانع على مياه تستخرجها من آبار خاصة بها ، وتخلطها مع مياه مستخرجة من موقع العين الزرقاء .

أما المياه المستخدمة في الزراعة ، فما زالت المياه الجوفية السطحية المستخرجة من الخزان الجوفي للمدينة المنورة ، هي المصدر الأول لها ، تليه المياه المعالجة من محطة التنقية بالخليل ، وبعض الفنادق والمستشفيات بصورة محددة جداً .

---

(١) الصبان ، ٢٠٠٤، ص٢٦٥ .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

منهجية الدراسة :

البيانات المستخدمة :

لم تتوافر بيانات موثقة لعدد الآبار ، وتاريخ حفرها ، وإنتاجيتها ، وإنتاجها ، ومواقعها ، وعمقها ، وخصائصها الكيميائية ، ومدى احتوائها على الملوثات الحيوية . وقد يعود سبب عدم توفر هذه البيانات إلى تنازع المسؤولية عنها بين وزارة الزراعة ، ومصلحة المياه ، وأمانة المدينة . وقد مضت فترة ليست بالوجيزة ، كان الناس يحفرون آبارهم بأيديهم دون إذن مسبق ، واستمر الأمر على ذلك حتى بدأوا يستخدمون الطرق الحديثة ، ويبدو أن الأمر كان غير منضبط تمام الانضباط ، أما الآن فتوجد ضوابط صارمة جداً من قبل الجهات المعنية .

ونظراً لعدم توفر البيانات المشار إليها سابقاً ، تم الاعتماد على الزيارات الميدانية ، وأخذ العينات مباشرة من البئر أثناء تدفق مائها . فقد تم أخذ ٥٢ عينة من مختلف المناطق في المدينة المنورة (شكل ١) ، وتم الحرص على أن توزع المواقع بصورة تمثل المنطقة المحصورة داخل الدائري الثالث . كما تم أخذ تسع عينات من خارج المنطقة للمقارنة .

جمعت مياه العينات بقوارير مخصصة لمياه الشرب التي تباع في الأسواق ، وأرسلت مباشرة إلى المختبر لتحديد نسبة المواد الصلبة الذائبة (TDS) والمعبرة عن ملوحة المياه مقدرة بالمليغرام/لتر ، باستخدام جهاز (AACH - Sens ion5) ، ثم تمَّ تحديد إحداثيات كل بئر باستخدام خريطة المدينة المنورة مقياس ١ : ٤٠.٠٠٠ من إصدارات زكي فارسي حيث اعتمد الركن الأيسر السفلي للخريطة لهذا الغرض ، وبذلك تشكلت مصفوفة مكونة من ٥٢ بئراً ، وضح إزاء كل بئر نسبة الملوحة معبراً عنها بالمليغرام/لتر ، ثم الإحداثي السيني ، والإحداثي الصادي (الأفقي والعمودي) لكل بئر .

طرق المعالجة الإحصائية :

باستخدام حزمة spss ، تم تطبيق نموذج سطح الانحدار Trend - Surface من الدرجة الأولى ، ومن الدرجة الثانية ، ومن الدرجة الثالثة على البيانات الخاصة بملوحة الآبار قيد الدراسة .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وفق المعادلات التالية :

١) معادلة سطح الانحدار من الدرجة الأولى : $\overline{Y} = a + b_1U + b_2V \pm e$

٢) معادلة خط الانحدار من الدرجة الثانية :

$$\overline{Y} = a + b_1U + b_2V + b_3u^2 + b_4V^2 + b_5Uv^3 \pm e$$

٣) معادلة خط الانحدار من الدرجة الثالثة :

$$\overline{Y} = a + b_1u + b_2v + b_3v^2 + b_4uv + b_5v^2 + b_6U^3 + b_7u^2v + b_8uv^2 + b_9v^3 \pm e$$

حيث إن :

Y = ملوحة المياه الجوفية المقدرة (مليغرام / لتر) .

U = الإحداثي السيني / الأفقي .

V = الإحداثي الصادي / العمودي .

a , b = معاملات الانحدار .

e = مقدار الخطأ في التقدير .

وبعد تطبيق هذه النماذج الإحصائية ، جرى توقيع القيم المقدرة على خريطة المدينة ، ورسمت خطوط التساوي لقيم ملوحة المياه الجوفية لمعرفة الاتجاه العام لتوزيع المياه الجوفية السطحية في المدينة .

ومن المعروف أن هذه النماذج الإحصائية تستخدم للكشف عن الاتجاه العام لتوزع الظاهرات الجغرافية . حيث يلغي النموذج الأول الاختلافات المكانية ، وتظهر الخطوط الكنتورية مستقيمة متوازية ، وعند رفع درجة النموذج إلى الدرجة الثانية والثالثة ؛ فإن الاختلافات المكانية تفرض تأثيرها على سير خطوط الاتجاه العام ، فتبدأ بالانحناء ويزداد انحناؤها وتعرجها بارتفاع درجة النموذج ، حتى ليصعب على الباحث أحياناً تفسير بعض الجزر المقطوعة ، أو الانبعاجات العنيفة ، ولكنها تبقى أفضل من التوزيع الحقيقي للكشف عن الاتجاه العام لأية ظاهرة جغرافية .

نتائج الدراسة ومناقشتها:

معدلات نسبة الملوحة :

تبين من تحليل العينات وجود تفاوت كبير في ملوحة المياه الجوفية من بئر إلى أخرى ومن منطقة إلى أخرى. ويمكن تقسيم الآبار المدروسة إلى ست مجموعات رئيسية على النحو التالي :

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول (١)

توزيع الآبار الجوفية في المدينة المنورة إلى فئات

حسب درجة الملوحة مقدرة (مليغرام/لتر)

الفئة	نسبة الملوحة (مليغرام/لتر)	الآبار	متوسط الملوحة (مليغرام/لتر)	الآبار خارج منطقة الدراسة (١)	التكرار
الأولى	أقل من ١٠٠٠	٢٥ ، ٣٥ ، ٣٦ ، ٥١	٤٩٢.٥	آبار الماشية ، ملل	٦
الثانية	١٠٠٠-٢٠٠٠	١ ، ١٥ ، ١٧ ، ٢٠ ، ٢٢ ، ٢٤ ، ٢٨ ، ٤١ ، ٤٢ ، ٤٧ ، ٤٨ ، ٤٩، ٥٠	١٥١٠.٥	المنطقة الصناعية	١٤
الثالثة	٢٠٠٠-٣٠٠٠	٣ ، ٥ ، ٧ ، ٩ ، ١٠ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٦ ، ١٩ ، ٢١ ، ٢٣ ، ٣ ، ٢٦ ، ٣٣ ، ٣٤ ، ٣٩ ، ٤٣ ، ٤٦ ، ٥٢	٢٥٤٦.٥	لا توجد	١٨
الرابعة	٣٠٠٠-٤٠٠٠	٨ ، ٢٧ ، ٣١	٣٣٩٤.٠	المنطقة الصناعية شمال المطار	٥
الخامسة	٤٠٠٠-٥٠٠٠	٤ ، ٦ ، ١١ ، ١٨ ، ٣٠ ، ٣٢ ، ٤٤	٤٥٦٠.٠	لا توجد	٧
السادسة	أكثر من ٥٠٠٠	٢ ، ١٤ ، ٢٩ ، ٣٧ ، ٣٨ ، ٤٠ ، ٤٥	٦٦٤٣.٦	العاقول ١ ، العاقول ٢ ، العاقول٣ ، الحفيرة	١١
			٣١٩١.٢		٦١

ويبدو من الجدول (١) أن عدد العينات التي تم تحليلها يصل إلى ٦١ عينة منها ٥٢ عينة داخل حدود الأمانة ، أو على محاذاة الدائري الثالث الذي يمثل الحدود الإدارية لأمانة المدينة المنورة ، وأن عدد الآبار التي تقع خارج المدينة تبلغ تسعة آبار ، وأن معدل درجة الملوحة لمجمل العينات يصل إلى٣١٩١.٢ مليغرام/لتر ، بينما يصل المعدل ضمن منطقة الدراسة إلى ٣٠٠٩مليغرام/لتر .

وقد اتضح من الدراسة أن أقل تركز للأملاح يوجد في مياه آبار الماشي ١٥٤مليغرام/لتر ، وأن أكثرها تركزاً في مياه أحد الآبار في منطقة العاقول ١٠٠٩٠مليغرام/لتر ، علماً بأن هذه الآبار تقع خارج منطقة الدراسة . أما داخل

(١) أي أن هذه الفئة تضم آباراً أخذت عينات منها ، ولكنها تقع خارج نطاق الدراسة ، وإنما استخدمت لأغراض المقارنة فقط .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

منطقة الدراسة فإن أجود المياه يوجد في البئر رقم ٣٥ بمحاذاة الخط الدائري الثالث، إذ وصلت درجة الملوحة إلى ٤٧٧ مليغرام/لتر ، وأن أسوأ المياه ما ينتجه البئر رقم ٢٩ الواقع قرب استراحة الريان على امتداد الطريق الزراعي ، حيث وصلت درجة الملوحة إلى ٨٤٦٠ مليغرام/لتر . وإذا طبق معيار المواصفات القياسية السعودية رقم ٢٠٠٠/٤٠٩ ، ومعيار المواصفات القياسية الخليجية الخاصة بمياه الشرب المعبأة ، فإن آبار الماشي ، وآبار منطقة ملل ، وآبار منطقة آبار علي ، وآبار منطقة حي مخيط وآبار الطرف الجنوبي الغربي من المدينة تعد صالحة للشرب ، حيث تقل نسبة الملوحة فيها أو تقارب المعيار المعتمد من قبل المواصفات القياسية المذكورة آنفاً ، والذي يتراوح ما بين (١٠٠-٥٠٠مليغرام/لتر) . وتعد المياه عذبة وفق المعيار الدولي إذا تراوحت درجة الملوحة ما بين ٣٠-٢٠٠٠ ميكروموز ، ومتوسطة الملوحة إذا تراوحت ما بين ٢٠٠٠-٤٥٠٠ ميكروموز . وتعد مياهاً مالحة إذا تراوحت نسبة الملوحة ما بين ٢٥٠٠-٥٥٠٠ميكروموز ، ومالحة جداً إذا تجاوزت الملوحة ٥٥٠٠ ميكروموز[١] .

أسباب ملوحة المياه الجوفية السطحية في المدينة المنورة:

لا توجد أبحاث منشورة ، أو تقارير سهلة المنال ، توثق الخصائص الكيمائية أو الحيوية لمياه المدينة عبر فترات زمنية متباعدة ، لذلك قد لا نستطيع الجزم بأن ملوحة المياه الجوفية في الحوض الرسوبي للمدينة المنورة تعود إلى السَّحب الجائر لتلك المياه ، وتلوثها بالمخلفات البشرية بعد أن امتد العمران ليشمل معظم أنحاء الحوض .

ولكن من البدهي القول بأن ازدياد سَحْب المياه الجوفية قد أدى إلى الوصول إلى الطبقات المائية الأكثر ملوحة ، وأن استخدام هذه المياه في عمليات الري ، يؤدي إلى تركز الأملاح في الطبقة السطحية في التربة الزراعية ، والتي تعود مرة أخرى إلى الخزان الجوفي بعد سقوط الأمطار . ومن خلال استجواب بعض كبار السن من سكان المدينة عن نوعية المياه المستخدمة لأغراض الشرب قبل ٤٠ سنة تقريباً ، قالوا إن معظم المنازل أثناء تلك الفترة كانت تمتلك آباراً تحفر بالأيدي

(١) الميكروموز: وحدة قياس الموصلية الكهربائية Conductivity ، ويعبر عن درجة الملوحة في المحلول . علي ، ٢٠٠٢ .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

ليستعمل ماؤها في غير الشرب ، وأما مياه الشرب وكانت تشترى من الباعة ، وهؤلاء يجلبونها من بعض المصادر وبخاصة العين الزرقاء ، وآبار علي ، وفي فترة لاحقة مدت إلى الأحياء مياه للشرب يأتي معظمها من العين الزرقاء .

من هنا يتضح أن الملوحة موروثة أو بعبارة أخرى أصلية . زادت باستشراء سحب تلك المياه لأغراض زراعية أو صناعية أو ترفيهية ، وقد يعود تملح مياه الخزان الجوفي في المدينة إلى عدة أسباب ؛ منها : أن مياه الأمطار تحمل أحياناً حبيبات رملية عصفت بها الرياح ، لتحط مرة أخرى على أديم المدينة ، وغالباً ما تكون هذه الحبيبات مالحة ، فتزيد من ملوحة المياه الجوفية بعد أن تذيب قطرة المطر ملوحة هذه الحبيبة ، لتستقر المياه المالحة فيما بعد في هذا الخزان ، وهذا ما يحصل بمعظم مناطق الأراضي الجافة[1] ، بالإضافة إلى أن منتصف حوض المدينة تشغله المدينة نفسها ، وأن نظام الجريان السطحي يفرض على شبكة التصريف المائي أن تمر عبر قيعان صحراوية مثل قاع العاقول وقاع حضوضاء في أقصى جنوب الحوض ، ومن المعروف أن القيعان تتميز بارتفاع ملوحة مكوناتها السطحية ، فتحمل مياه السيول تلك الأملاح لترسبها إما على سطح حوض المدينة ، أو تتسرب داخل الأرض مصاحبة لتغلغل المياه السطحية إلى الأعماق . كما أن الحرات البازلتية ، والتلال البركانية التي تحف بالمدينة المنورة ، والتلال الجرانيتية أيضاً تحتوي على مركبات ملحية ، حيث تعمل مياه الأمطار على إذابة تلك الأملاح ، ومن ثم نقلها إلى الحوض الرسوبي .

ويمكن أن يكون الحوض الرسوبي للمدينة المنورة جزءاً من بحيرة داخلية ، لا تتمتع بتصريف خارجي ، تكونت إبان عصور مطيرة ، كما هو الحال في عصر البلايستوسين ، وعادة ما يرتبط تملح المياه المحتجزة بتشكل البحيرات المغلقة . وهناك دليل مورفولوجي واضح في منطقة البيضاء شمال غرب المدينة ، التي تبعد نحو ٣٠كم عن وسط المدينة المنورة ، وترتفع عنها نحو ٢٠٠متر ، حيث توجد مخلفات مسطح مائي هناك . وهي عبارة عن طبقات رسوبية ، متفاوتة السُّمك ، ولم تتحول حتى تاريخه إلى طبقات صخرية ، وقد عمل وادي

(1) Nativ, et., al., 1997 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الحمض بعد أن أحدث فجاً / فجوة في الحواجز الجبلية ، فرغت من خلالها مياه تلك البحيرة ، وقد يكون تزايد ملوحة المياه الجوفية صوب تلك المنطقة - كما سيتضح لاحقاً - أحد البراهين على حدوث تلك الظاهرة ، التي تستحق الدراسة من قبل المتخصصين في المناخ القديم ، أو الجيومورفولوجيا ، أو الجيولوجيا .

تـوزع ملوحـة المياه الجوفيـة فـي المدينـة المنـورة:

يعبر الشكل (٢) عن تعقد نظام توزع ملوحة المياه الجوفية في المدينة المنورة ، فهل هذا التعقيد عائد إلى تفاوت أعماق الآبار ؟ أو إلى اختلاف عمر البئر ؟ أو اختلاف معدلات الضخ ؟ أو أن الخزان الجوفي غير متصل حيث تقطع أوصاله بعض الكتل الصخرية التي تمثل تلالاً منعزلة تنتشر هنا وهناك ؟ أو أن مياه الخزان تتأثر بقرب البئر من مجاري السيول التي تمثل شبكة تصريف المياه السطحية في الحوض ؟ علماً بأن هذه السيول لا تمثل عاملاً مهماً يقطع اتصال مياه الحوض بسبب قلة عمقها ، ولكن تأثيرها قد يكون مباشراً على معدل التغذية Recharge .

وباستعراض الخريطة التي يمثلها الشكل (٢) يتضح عدم وجود نظام واضح ، فهناك انقطاعات في خطوط الكنتور ، وهناك انغلاقات أخرى في خطوط الكنتور تمثل جزراً طارئة - أو بعبارة أخرى - شذوذاً عن النسق العام ، ولكننا لا نستطيع أن نغض الطرف عن أن هذا الشكل يبرز بعض الحقائق المهمة ، نظراً لأن قيم خطوط الكنتور حقيقية . وأهم هذه الحقائق ما يلي :

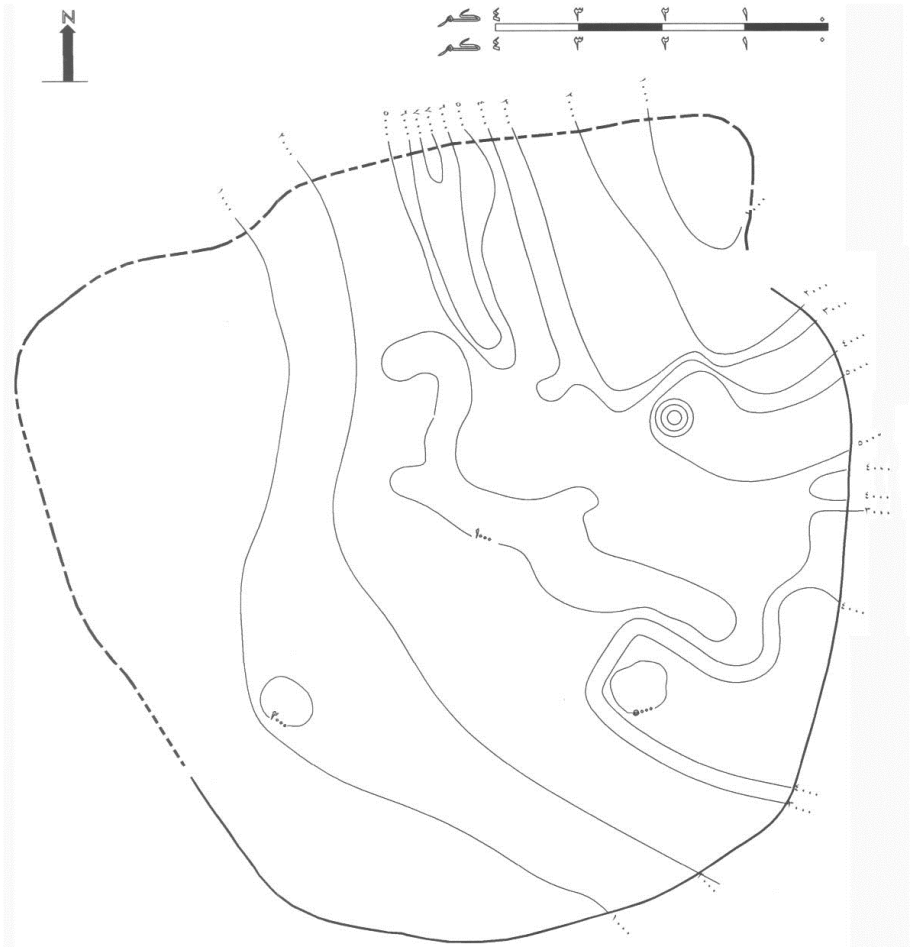
١ - تخف نسبة الملوحة على أطراف الحوض الرسوبي من الجهة الغربية والجنوبية الغربية، حتى إنها تصلح للشرب مباشرة . وقد يكون هذا التميز لهذه الآبار عائداً إلى سهولة صرف المياه داخلياً وسطحياً ، حيث لا تسمح حركة المياه بتجمع الأملاح وتركزها ، ويساعد على ذلك ما تتمتع به تلك المناطق من انحدار مناسب، ولكن هذا الأمر لا يتوافر في منتصف الحوض .

٢ - من المتعارف عليه أن الحرات البازلتية تمثل مصدراً للمياه الجوفية في المدينة المنورة. وحقيقة الأمر أن الصخور البازلتية تمثل وسطاً مناسباً لتغلغل المياه السطحية خلالها لترفد الرواسب المتوضعة أسفل منها ، حيث إن المياه المستخرجة لا تضخ من خزان جوفي ضمن تلك الصخور ؛ وإنما من رواسب

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

أقدم منها تقع أسفل منها ، ولكن من الملاحظ أن هذه الحرات البازلتية وإن ساعدت على وفرة المياه فإنها لا تساهم مساهمة كبيرة في زيادة ملوحتها كما هو الحال في المنطقة الجنوبية الشرقية أو المنطقة الشرقية.

٣ - تشارك مواجهة الكتل الجبلية للسحب الماطرة القادمة من الغرب أو الجنوب الغربي على تحسين نوعية المياه في الآبار التي تقع عند سفوح هذه الجبال كما هو الحال في منطقة حي مخيط ، الذي يقع عند السفوح الغربية لجبل جبشي وجماء عاقر ، ومنطقة آبار علي عند الأقدام الغربية لجبل عير.



شكل (٢)

توزيع ملوحة المياه الجوفية السطحية في المدينة المنورة (ميكروغرام/لتر)

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

٤ - تسهم مجاري الأودية الرئيسية في تحسين نوعية المياه الجوفية ، وتخرجها عن النسق العام في المنطقة ، ويتضح هذا الأمر من امتداد جزيرة متطاولة يمثلها خط الكنتور (١٠٠٠) يسيروفق جريان وادي العقيق ورافديه الرئيسيين (بطحان ، ورانوناء)، وظهور خروج عن الاتجاه العام على امتداد وادي قناة من الركن الشمالي الشرقي من الحوض ، حيث تعمل هذه الأودية على زيادة معدلات التغذية في المناطق المجاورة لمجاريها عن تلك المعدلات في المناطق البعيدة .

٥ - أما بعد منطقة مجمع الأسيال فيصبح مجرى وادي الحمض والمناطق المجاورة له هي الأكثر تركيزاً للأملاح في المياه الجوفية ، ولعل السبب في ذلك عائد إلى أن الملوحة في هذه المنطقة قد تكون موروثة ، فمن المتوقع أن تكون هذه المنطقة (الخليل) أخفض بقعة من البحيرة الداخلية المفترضة ، كما أن هذه المنطقة تمثل أخفض بقعة في حوض المدينة ، ولذلك فهي مصرف للمياه العادمة ، أو المياه المنسابة من البساتين والزائدة عن قدرة التربة على الاحتفاظ بها ، فتغسل أملاح التربة وتنقلها عبر المجرى الرئيسي لتشربها التربة القريبة من مجرى السيل . ولذلك فإن الدولة تمنع زراعة المناطق الواقعة على مجرى السيل (وادي الحمض) سوى البرسيم والنخيل اللذين يتحملان نسبة عالية من ملوحة المياه ، والدليل على أثر هذا السيل على ملوحة المياه الجوفية هو أن ملوحة المياه الجوفية تزيد مع زيادة المسافة عبر هذا السيل . حيث تصل الملوحة في الحفيرة والمندسة أرقاماً عالية جداً تزيد على ١٠.٠٠٠مليغرام/لتر.

من هنا تتضح الحاجة إلى اكتشاف النمط العام لتوزع الملوحة في المياه الجوفية ضمن الحوض الرسوبي للمدينة المنورة .وقد استخدم لهذا الغرض نموذج إحصائي معروف يدعى سطح الانحدار Trend Surface كما سيتضح في الفصل القادم .

الاتجاه العام لتوزع ملوحة المياه الجوفية في المدينة المنورة:

يستخدم تحليل سطح الانحدار للكشف عن الاتجاه العام للظاهرات الجغرافية . ويتألف من عدة درجات، تزداد تعقيداً كلما ارتفعت درجتها . حيث تلغي الدرجة الأولى التأثيرات المحلية ، وتعطي هذه التأثيرات المحلية دوراً أكبر كلما علت درجات هذه التقنية .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وقد استخدم لهذه الغاية سطح الانحدار من الدرجة الأولى ، والدرجة الثانية ، والدرجة الثالثة ، ممثلة بالشكل (٣ ، ٤ ، ٥) على التوالي .

الاتجاه العام حسب سطح الانحدار من الدرجة الأولى :

تبين من خلال التحليل الإحصائي الناجم عن تطبيق نموذج سطح الانحدار من الدرجة الأولى أن هناك ارتباطاً إيجابياً بين المحور السيني ونسبة ملوحة المياه قدره (٠.٢٠) ، واتضح أيضاً وجود ارتباط إيجابي بين المحور الصادي ودرجة ملوحة المياه الجوفية في المدينة قدره (٠.٤٤) . أي إن تركز الأملاح في المياه الجوفية في المدينة المنورة يزداد كلما اتجهنا من الغرب إلى الشرق ، ودرجة الملوحة أيضاً تزداد بوتيرة أكبر كلما اتجهنا من الجنوب إلى الشمال . ويبين الجدول التالي رقم (٢) أن وتيرة التزايد من الغرب إلى الشرق تسير بمعدل ٥٣.٣ مليغرام/٠.٤كم ، أو ١٣٣.٣ مليغرام لكل كيلومتر بالاتجاه شرقاً . وأن وتيرة تزايد الملوحة من الجنوب إلى الشمال تسير بمعدل ٧٠.٥مليغرام/٠.٤كم ، أو ١٧٦.٣ مليغرام لكل كيلومتر بالاتجاه نحو الشمال . ويبدو من الشكل (٣) أن محصلة هذين المسارين هو تزايد درجة الملوحة بالاتجاه نحو الشمال الشرقي من المدينة المنورة .

جدول (٢)

نتائج تطبيق نماذج تحليل سطح الانحدار (من الدرجة الأولى والثانية والثالثة) على ملوحة المياه الجوفية في المدينة المنورة

درجة سطح الانحدار	الارتباط المتعدد	مقدار التفسير	مقدار التفسير المعدل	درجة الحرية(١)	درجة الحرية(٢)	F	مستوى الثقة	a	b1	b2
الدرجة الأولى	٠.٥٣	٠.٢٨	٠.٢٥	٢	٤٩	٩.٦	٠.٠٠٠	١٣١٧.٤	٥٣.٣	٧٠.٥
الدرجة الثانية	٠.٥٥	٠.٣١	٠.٢٣	٥	٤٦	٤.٠	٠.٠٠٠	٣١١٣.٨	–	–
الدرجة الثالثة	٠.٦٢	٠.٣٩	٠.٢٦	٩	٤٢	٣.٠	٠.٠٠٠	١٠٦٣٤.٠	–	–

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

شكل (٣)

الاتجاه العام لتوزيع ملوحة المياه الجوفية السطحية في المدينة المنورة

وفق نموذج سطح الانحدار من الدرجة الأولى (ميكروغرام/لتر)

وبناء على الشكل (٣) فقد برزت ستة نطاقات تمثل مدى تركز الأملاح في المياه الجوفية في المدينة المنورة ، ففي الركن الجنوبي الغربي من المدينة بعد كتلة جبل عير تبدو المياه الجوفية صالحة للشرب ، وتتميز بتدني نسبة ملوحتها .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

بينما تمثل المنطقة في الركن الشمالي الشرقي نطاقاً يتميز بارتفاع درجة ملوحة المياه الجوفية . وتتدرج النطاقات في ملوحتها بين هذين النطاقين . ويفسر هذا النمط نحو ٠.٢٨ من التباين بين قيم ملوحة المياه الجوفية وبدلالة إحصائية مرتفعة . أي إن نحو ٧٢٪ من التباين بين هذه القيم لم يستطع النموذج تفسيره، وهذا يعود إلى بعض المتغيرات المحلية التي سبق أن ذكرت ، مثل التلال الجرانيتية ، ومجاري الأودية ، والحرات البازلتية .

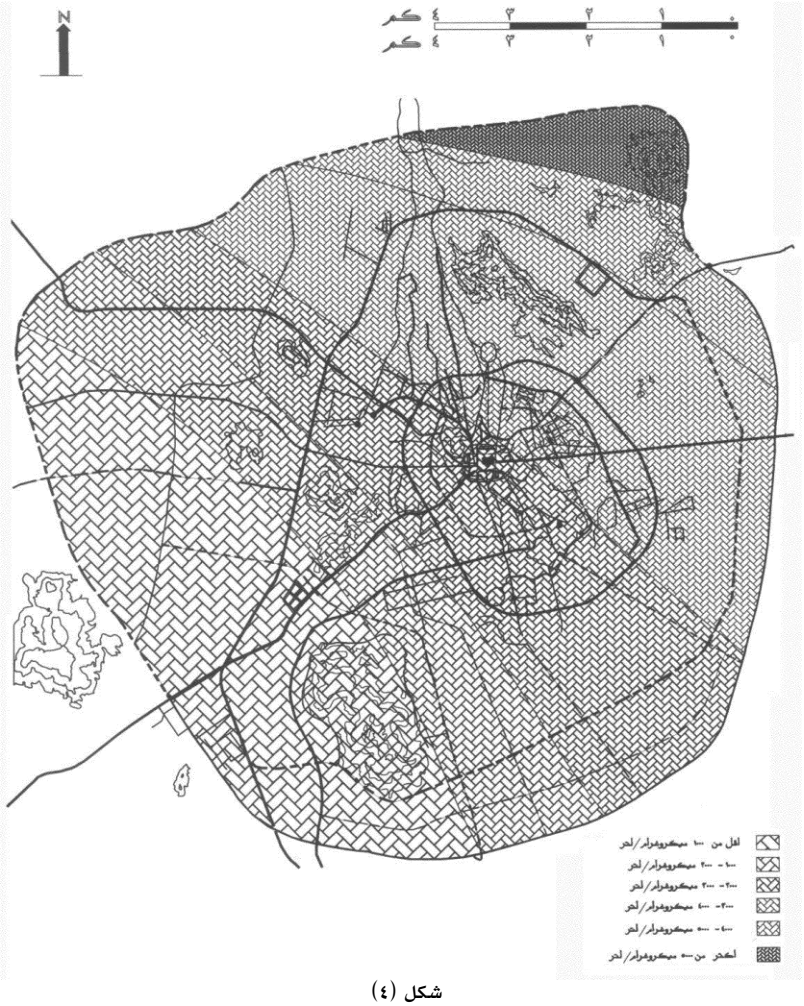
الاتجاه العام حسب سطح الانحدار من الدرجة الثانية :

عند رفع درجة سطح الانحدار إلى الدرجة الثانية لم يطرأ تغير ذو أهمية كبيرة ، إلا أن قيمة التباين المفسر ارتفع من ٠.٢٨ إلى ٠.٣١ ، أي بزيادة قدرها ٣٪ فقط، وبدلالة إحصائية مقبولة . وبتفحص الشكل (٤) فإننا نجد خطوط التساوي المعبرة عن ملوحة المياه الجوفية لا تسير في خطوط مستقيمة كما هو الحال في الشكل رقم (٣) ، فقد حصل انحناء طفيف في هذه الخطوط يسير وفق المحور العام للمدينة المنورة (شمال شرق - جنوب غرب) ، ويكاد يتفق نوعاً ما مع اتجاه الميل العام لسطح الحوض الرسوبي . ويلاحظ من الشكل أيضاً أن النطاق الأول الذي يتمتع بمياه عذبة نوعاً ما أصبح أكثر اتساعاً وضم ضمنه كتلة جبل عير ، وامتد النطاق الأخير الذي يتميز بسوء مياهه مسافة أكثر مما كان عليه في الشكل (٣) وهذا يؤكد مدى تأثير مجرى السيل الرئيسي الذي يتولى صرف المياه السطحية للشعاب والسيول داخل الحوض المعروف بوادي الحمض ، واتساع النطاق الأول يؤكد مرة أخرى أهمية الجبال في تحسين المياه الجوفية في المناطق القريبة منها .

الاتجاه العام حسب سطح الانحدار من الدرجة الثالثة :

يفضل الجغرافيون استخدام سطحي الانحدار الأول والثاني ؛ إذا ارتفعت نسبة التباين المفسر وبقيت الدلالة الإحصائية مقبولة ، لأنه من الصعوبة بمكان تفسير بعض الأنماط وفق سطح الانحدار من درجات أعلى، ويمكن استخدام سطح الانحدار من الدرجة الثالثة إذا ارتفعت قيمة التباين المفسر بصورة لافتة للنظر مع بقاء الدلالة الإحصائية مقبولة أيضاً .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة



شكل (٤)

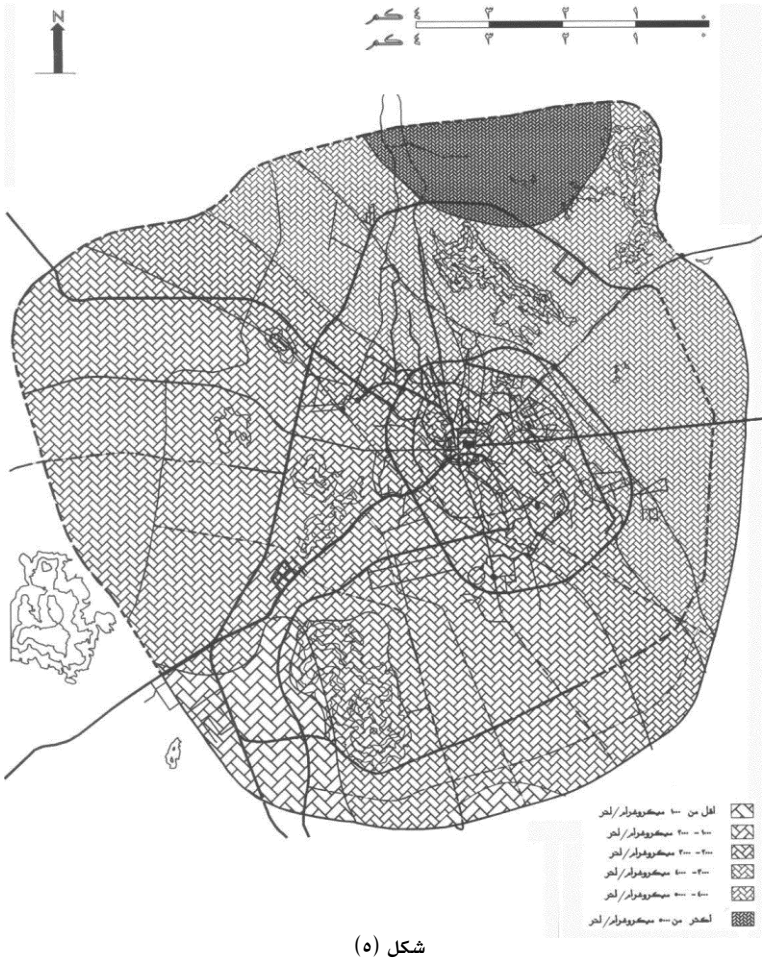
الاتجاه العام لتوزيع ملوحة المياه الجوفية السطحية في المدينة المنورة

وفق نموذج سطح الانحدار من الدرجة الثانية (ميكروغرام/لتر)

وفي الدراسة الحالية ، ارتفع التباين المفسر نحو ٨٪ ، عندما رفعنا درجة سطح الانحدار من الدرجة الثانية إلى الدرجة الثالثة ، أي إن الانتقال من الثانية إلى الثالثة أعطى نتيجة أفضل من الانتقال من الدرجة الأولى إلى الثانية ، وهذا يبرز أثر الاختلافات المكانية ضمن حوض المدينة المنورة ، بالإضافة إلى إمكان تأثير عامل التحضر والانتشار العمراني .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وباستعراض الشكل (٥) يتضح حصول انحناء شديد وانقطاع في بعض الخطوط وخاصة خط الكنتور ١٠٠٠مليغرام ، حيث انقسم النطاق الأول إلى منطقتين منفصلتين ، واحدة تحاذي السفح الغربي لجبل عير ، والأخرى تقع في أقصى الركن الجنوبي الغربي للحوض ، وتزحزح النطاق الأخير الذي يتميز بسوء مياهه نحو الغرب ليصبح معبراً تعبيراً دقيقاً نوعاً ما عن توزع الملوحة في المياه الجوفية في هذا الركن من الحوض .



شكل (٥)

الاتجاه العام لتوزيع ملوحة المياه الجوفية السطحية في المدينة المنورة

وفق نموذج سطح الانحدار من الدرجة الثالثة (ميكروغرام/لتر)

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وبذلك نستطيع القول إن درجة ملوحة المياه الجوفية في المدينة المنورة تتزايد من الغرب إلى الشرق ، ومن الجنوب إلى الشمال ، وبمحصلة نهائية فإن تلك الملوحة تتزايد من الركن الجنوبي الغربي للمدينة إلى الركن الشمالي الشرقي منها . وإن وتيرة التزايد تختلف من اتجاه إلى آخر ، فهي من الجنوب إلى الشمال أكبر . وإن مجرى وادي العقيق ووادي الحمض لهما تأثير واضح على هذا الاتجاه حيث انحنت خطوط الكنتور وفق مجاريها ، كما أن لعامل التضاريس وبخاصة الكتل الجبلية ومعدل انحدار السطح لها دوراً فعالاً في النمط العام الذي يمثل توزع الملوحة في المياه الجوفية بالمدينة المنورة .

النتائج والتوصيات :

أولاً : أهم النتائج :

١ - تتزايد درجة الملوحة في المياه الجوفية بالمدينة المنورة بالاتجاه شرقاً بمعدل ١٣٣.٣مليغرام/كم ، وتتزايد الملوحة أيضاً بالاتجاه شمالاً وبمعدل ١٧٦.٣مليغرام/كم . ومحصلة هذين الاتجاهين هي تزايد الملوحة بالاتجاه صوب الركن الشمالي الشرقي من المدينة ، وهذا الاتجاه يفسر نحو ٣٩٪ من التباين الموجود بين قيم ملوحة المياه داخل الحوض .

٢ - أكثر من ٦٠٪ من تباين درجة الملوحة يعود إلى ظروف محلية ، مثل وجود الكتل الجبلية ومسيلات الشعاب والأودية ، وقد يكون هناك تباين يعود إلى اختلاف عمق البئر وعمره ، كما تبين وجود علاقة بين ملوحة المياه الجوفية والتكوينات الصخرية . ولذلك فإن التوزيع الحقيقي لملوحة المياه يتميز بالتعقيد .

٣) معظم المياه الجوفية في المدينة المنورة غير صالح للشرب وبعضها لا يصلح للري ، والصالح للشرب منها يقع في الركن الجنوب الغربي من المدينة ، فمعدل كمية الأجسام الصلبة الذائبة في المياه الجوفية في المدينة المنورة يصل إلى ٣٠٠٩ مليغرام/لتر .

٤ - من خلال الدراسة الميدانية ، فإن كمية المياه المستخدمة في عمليات الري قد لا تتناسب ومردودها الاقتصادي ، ومعظم المزارع هي للجاه والرفاهية أكثر منها مزارع حاجة ، ومن يمارسون خدمة هذه المزارع معظمهم لا يتمتعون بخبرة ودراية ، ويعيشون ظروفاً قاسية جداً .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

٥ - تمارس جميع المزارع طرق ري قديمة جداً (الغمر) ، وهذه الطريقة تستهلك كميات كبيرة من المياه الجوفية . ومن المرجح ألا تتناسب كمية المياه المستخدمة مع المقنن المائي .

ثانياً : أهم التوصيات :

١ - الاستمرار في الحد من حفر آبار جديدة وبخاصة ضمن الفئات / النطاقات التي تزيد فيها درجة الملوحة عن ١٠٠٠مليغرام / لتر .

٢ - استثمار مياه الجزء الجنوبي الغربي من المدينة للشرب ضمن مراقبة دقيقة من قبل الجهات المعنية .

٣ - وقف الضخ الجائر فوراً ، وتركيب عدادات على الآبار ، بحيث لا تستهلك المزرعة أكثر من المقنن المائي الذي يقوم بتحديده خبراء الزراعة والري ، لأن الكميات المستخرجة من جوف الأرض هائلة جداً ، والهدر كبير أيضاً .

٤ - قيام الجهات المعنية بتقديم استشارات خاصة بتطبيق نظم ري حديثة ، وتقديم قروض مناسبة لتحديث طرق الري .

٥ - مراقبة نوعية المياه المخصصة للبيع من قبل المستثمرين ، ومحاولة الحفاظ على نوعية مقبولة لأن هذه المياه تستخدم في ري الحدائق المنزلية ، والبناء ، وزيادة درجة الملوحة في مكونات الأبنية تمثل خطراً كبيراً على متانتها .

٦ - هناك مزارع في حالة مزرية جداً ، من حيث السلامة العامة ، والأضرار البيئية ، والظروف المعيشية للعاملين بها ، ولذلك يجب أن يكون هناك جهاز للرقابة والتفتيش من قبل الجهات المعنية على هذه المزارع .

٧ - القيام بدراسة شاملة من قبل وزارة الزراعة أو مصلحة المياه ، تهدف إلى تحديد عدد الآبار الجوفية في المدينة المنورة ، وتعيين مواقعها ، ومعرفة إنتاجية كل بئر ، وكمية إنتاجه السنوي ، والأغراض التي تستخدم بها المياه الجوفية في كل مزرعة ، ومحاولة دراسة الجدوى الاقتصادية لكل مزرعة .

٨ - القيام بدراسة خاصة عن أثر الضخ الجائر من مياه الحوض الرسوبي للمدينة المنورة على إمكانية تعرض بعض أراضي وسط المدينة إلى الهبوط Subsidence .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية :

١ - الشريف ، عبد الرحمن ، ١٩٩٨ ، (التضاريس) في (المدينة المنورة البيئة والإنسان) ، محمد الرويثي وزملاؤه ، إصدارات النادي الأدبي في المدينة المنورة .

٢ - الرويثي ، محمد ، ١٩٩٨ ، (الموقع الجغرافي واستراتيجية المكان) ، في (المدينة المنورة البيئة والإنسان) ، محمد الرويثي وزملاؤه ، إصدارات النادي الأدبي في المدينة المنورة .

٣ - الصبان ، سهيل ، ٢٠٠٤ ، ترجمة (عيون المدينة المنورة بموجب وثيقة عثمانية عام ١٢١٤) ، مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة ، العدد ٧ ، ص ص ٢٦٠-٢٦٦ .

٤ - الطخسى ، علي :١٩٩٧ ، (الموارد المائية المتجددة في المملكة العربية السعودية ووسائل المحافظة عليها وتنميتها) ، ندوة الموارد الطبيعية المتجددة بالمملكة وأهمية المحافظة عليها وتنميتها ، وزارة الزراعة والمياه ، الرياض ، ١٩٩٧/١٢/١-١١/٣٠ ، ص ص ١٣١-١٣٦ .

٥ - طلبة ، شحاته ، ٢٠٠٢ ، (مناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية) ، منشورات النادي الأدبي بالمدينة المنورة .

٦ - علي ، خليل ، ٢٠٠٢ ، (دراسة الخواص الليثولوجية والهيدرولوجية للطبقات الحاملة للمياه في جنوب غرب ليبيا) ، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية ، سلسلة العلوم الأساسية ، المجلد ٢٤، العدد١١، ص ١٧١ -١٨٥ .

٧ - مكي ، محمد شوقي ، ١٩٩٨ ، (السكان) في (المدينة المنورة البيئة والإنسان) ، منشورات النادي الأدبي بالمدينة المنورة .

المراجع باللغة الإنجليزية :

1- Abderrahman, W.A.,M. Rasheeduddin&Jamal , K.Nejem, 2000,"Impacts of irrigation on shallow ground water in Eastern province , saudi Arabia" , water Resources Deoelopment,vol.16, No.3, PP.369-390.(a) .

2- Abderrahman ,W.A.,2000, "Urban water management in developing Arid Countries" ,Water Resources Development, vol.16 ,No.1, PP.7-20,(b).

3- Al- Rashed, M., M.N.Al-Senafy , M.N.Viswanathan& A.Al-sumait , 1998,"Groundwater utilization in Kuwait: some proplems and soulution", Water Resources Development , vol.14, No.1, PP.91-105 .

4- Al- Sakkaf , R.A., Yongxiao & Michael , J.H., 1999, "Astrategy for controling ground water depletion in Sadah plain , Yemen " Water Resources Development , vol.15, No 3, PP.349-365 .

5- Beaumont, P., 2002, "Water policies for the Middle East in the 21st century: the new economic realities", Water Resources Development, vol. 18, No.2, PP.315-334 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

6- Bruce, B.W.,1996, "Shallow ground - water quality beneath a major urban center : Denver , Colorado , USA" , Journal of Hydrology , vol.186 , PP.129-151 .

7- El - Fadel , M., M. Zeinati, & D. Jamali , 2000, "Water resources in lebanon : Characterization, water balance - and constraints" , water Resources Development , vol. 16, No.4, PP615-638 .

8- El - Maghraby , M.M.,2001, "Evaluation of ground water quality of south AL - madinah AL- munawarah city , saudi Arabia" , 5th inter . conf. On Geochemistry , Alex . univ ., Egypt, 12-13, sept. , PP. 213-222.

9- Al - Saaran, N.A.,2000, "Optimal interpolation and isarithmic mapping of groundwater salinity in Tebrak area, Central Saudi-Arabia" , J.king Saud univ., vol.12, Arts (2), PP. 49-58.

10- Guerrero , A.O.,J.A.Cherry & R.Aravena, 1997, "Origin of pore water and salinity in the lacustrine aquitard overlying the regional aquifer of Mexico city", Journal of Hgdrology, vol.197, PP.47-69 .

11- Jeong, C.H., 2001, "Effect of land use and urbanization on hydrochemistry and contamination of groundwater from Taejon area, Korea", Journal of Hgdrology , vol. 253, PP.194-210 .

12- Larson , K.,J.,H. Basagaoglu & M.A. Marion , 2001, "Prediction of optimal safe ground water yield and land subsidence in the los Banos - Kettleman City area , California , using a Calibrated unmerical simulation model, "Journal of Hydrology, vol.242, PP. 79-102 .

13- Nativ, R.E.Adar, O.Dahan , & I.Nissim, 1997, "water salinization in arid regions - observations from the Negev desert" , Journal of Hydrology, vol. 196, PP. 271-296 .

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة