مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (5) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (5) 2014

الإدارة المتكاملة للمياه الجوفية الملوثة بالنترات في سهل عكار طرطوس

الدكتور أحمد وزان *

(تاريخ الإيداع 11 / 8 / 2014. قُبِل للنشر في 21/ 9 / 2014)

□ ملخّص □

يعد تلوث المياه الجوفية بالنترات مشكلة شائعة في العديد من دول العالم وبخاصة الزراعية منها حيث ينشأ التلوث في هذه البلدان بشكل أساسي من الاستخدام الزائد للتسميد في المناطق الزراعية ومن النفايات الصناعية والصرف الصحي وروث الحيوانات، وأيضا" من التثبيت الجوي للنتروجين بواسطة النباتات، بالإضافة إلى مركبات النتروجين التي تنشأ بفعل بعض الصناعات وانبعاثات السيارات وتترسب على الأرض بشكل مواد صلبة. وتعد النترات من المركبات المسرطنة والخطرة على الصحة البشرية إذا ما وجدت بتراكيز مرتفعة، وتأتي هذه الخطورة من تحول النترات الممتص إلى نتريت بفعل بكتريا خاصة في البطن والذي يسبب بدوره ما يعرف بالميثموغلوبينيميا لدى الرضع والحوامل (مرض ازرقاق الرضع) كما يمكن أن يسبب سرطان المعدة لدى البالغين عبر تفاعله مع الأمينات والأميدات في البطن مشكلاً مواد مسرطنة (النتروزأميدات والنترزوأمينات)، لذلك يجب تطبيق أسس الإدارة المتكاملة للمياه الجوفية في منطقة الدراسة والمحافظة على مستويات منخفضة للنترات في المياه الجوفية المستخدمة للشرب وللري .

الكلمات المفتاحية: الإدارة المتكاملة ، النترات ، الميثموغلوبينيميا.

*استاذ مساعد- قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية - سورية

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (5) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (5) 2014

Integrated management of groundwater contaminated with nitrates in Akkar Tartous

Dr. Ahmad Wazzan*

(Received 11 / 8 / 2014. Accepted 21 / 9 / 2014)

□ ABSTRACT □

The contamination of groundwater with nitrates is a common problem in many countries of the world, especially the agricultural ones where the pollution originates in these countries mainly from the use of excessive fertilization in agricultural areas, industrial waste, sewage, animal dung, and the "installation of air nitrogen by plants, the nitrogen compounds that arise due to some industries and vehicle emissions which are deposited on the ground in solids.

The nitrate compounds are carcinogens and hazardous to human health If they were in high concentrations. The risk of this turning into nitrite nitrate uptake by the bacteria, especially in the abdomen which in turn causes what is known as Balmithmoglubenemea in infants and pregnant women (Infant disease blueness). It can also cause stomach cancer in adults through its interaction with amines and amides in the abdomen, forming carcinogens (Alntrozzomedat and Alentrzoaminat). Therefore, you must apply the foundations of the integrated management of groundwater in the study area to maintain low levels of nitrate in groundwater used for drinking and irrigation.

Keywords: Integrated management, nitrates, Almithmoglubenemea.

*Assistant Professor - Department of Environmental Engineering - Faculty of Civil Engineering University - Tishreen- Lattakia - Syria.

مقدمة :

تعرف الإدارة المتكاملة للموارد المائية(IWRM) على أنها مسار منهجي لأغراض التنمية المستدامة وتخصيص ومتابعة وضع الموارد المائية. وقد تمت صياغة مفهوم ومبادئ الإدارة المتكاملة للموارد المائية خلال المؤتمر الدولي حول المياه والبيئة المنعقد في دبلن عام 1992 وفي الفصل 18 من جدول الأعمال21. وهو وثيقة إجماع صادرة عن مؤتمر منظّمة الأمم المتحدة حول البيئة والتنمية (UNCED) المنعقد في ريو دي جينيرو عام 1992 أيضاً.

كما تعرف أنها : إدارة المياه والأراضي مع غيرهما من الموارد الطبيعيةالأخرى ذات العلاقة بشكل منسق، من أجل تعظيم الرفاه الاقتصادي والاجتماعي بأسلوب منصف،وبدون التضحية باستدامة النظم البيئية الأساسية. وقد سعى صانعو السياسة والمحللون والمنظمات الدولية والحكومات إلى الإجماع على مبادئ لتوجيه عملية وضع الأولويات ورسم السياسات ووضع مبادرات خاصة في مجال الإدارة المتكاملة للموارد المائية. شملت تلك **المبادئ الأساسية ما يلي:[1]**

ضرورة التعامل مع الماء على أنه سلعة اقتصادية و اجتماعية وبيئية.

ضرورة أن تركز السياسات المائية على إدارة المياه ككل متكامل وأن لا تقتصر على مجال توفير الماء.

ضرورة أن تقوم الحكومة بتسهيل وتمكين التنمية المستديمة للموارد المائية من خلال توفير سياسات مائية متكاملة وأطر تنظيمية.

ضرورة أن تتم إدارة الموارد المائية على المستوى الأدنى المناسب.

ضرورة الإقرار بدور المرأة المركزي في توفير وإدارة وحفظ المياه.

أما أهداف الإدارة المتكاملة للموارد المائية فهي:

تأمين المياه الكافية والنظيفة فئات المجتمع المدني والريفي كافة.

تأمين المياه لتلبية الاحتياجات الغذائية، في ضوء النظام العالمي للتجارة الدولية.

تأمين المياه لتلبية متطلبات التنمية الاجتماعية والاقتصادية.

التعامل المرن والشامل لمتغيرات موارد المياه في الزمان والمكان، ضمن صياغة وتطبيق السياسات والاستراتيجيات .

تحقيق التعاون والتنسيق والتكامل بين وعبر القطاعات والمؤسسات والمجتمع.

تحسين إدارة المياه من المخاطر، وذلك لمعالجة مشاكل التلوث، والفيضانات، والجفاف، والنزاعات، والإرهاب

تفعيل دور العزيمة السياسية، وذلك لإعطاء دور للمياه في جميع الأنشطة التنموية.

تعزيز دور التوعية المائية والمشاركة الشعبية في إدارة المياه.

تعزيز دور التعاون في فض النزاعات المائية.[2]

على الرغم من أن شاردة النترات N03 غير فعالة كيميائياً ، إلا أنها يمكن أن تكون فعالة ميكروبياً وتتحول لتعطي شاردة نتريت NO2 تكون فعالة كيميائياً .

وتكمن خطورة النترات في تحوله إلى نتريت والذي بدوره يسبب أثاراً صحية خطيرة تكمن في مرض (ازرقاق الأطفال) والمعروف علمياً Methemoglobinemia وسرطان المعدة Gastric Cancer وبشكل عام حوالي 5% من النترات الممتص تتحول إلى نتريت[3] .

أهمية البحث وأهدافه :

إن الإدارة المتكاملة للمياه الجوفية تتضمن دراسة تقييم الخطر البيئي للنترات الذي يصف العلاقة بين مستويات التعرض للنترات في مياه الشرب ومدى خطورة الآثار الناجمة عن هذا التعرض ، وكذلك توصيف العلاقة بين الجرعة والاستجابة ، وحساب الخطر السرطاني وخطر الميثموغلوبينيميا ، وإعطاء قيم ومؤشرات عن الآثار الصحية والبيئية الناجمة عن زيادة تراكيز النترات في المياه الجوفية للمنطقة المدروسة ، وتحديد المناطق الأكثر عرضة للضرر الصحي ، والاعتماد على هذه النتائج في اتخاذ القرار البيئي الفعال في حماية مصادر المياه الجوفية من التلوث ، ويهدف البحث إلى تطوير عملية إدراة المياه الجوفية من خلال تطويرعملية تقييم الخطر البيئي للنترات في المياه الجوفية وتحديد مستويات الخطر على السكان وبالتالي إعطاء المصداقية للقرار البيئي المتخذ في حماية مصادر المياه الجوفية ، وتوفير المنهجية الملائمة لذلك وتطبيقها لاحقاً على ملوثات المياه الجوفية الأخرى بما يضمن إدارة متكاملة وفعالة في حماية المياه الجوفية للمنطقة المدروسة .

طرائق البحث ومواده :

إن عملية الإدارة المتكاملة للمياه الجوفية الملوثة بالنترات تتضمن في البداية دراسة الخطر البيئي والذي يتم من خلال :

حساب مستويات التعرض للنترات: إن تقييم التعرض للنترات هو عمليات تحديد وتعريف المصدر وكمية ملوثات النترات ، وحساب معدل وحجم حركة النترات وتقدير حجم السكان المعرضين للنترات ، ويمكن أن يحصل تلوث المياه الجوفية بالنترات من مصادر نقطية وغير نقطية [4]. وسيتم الاعتماد هنا على تراكيز النترات التي تم الحصول عليها عبر التحليل المخبري للمياه الجوفية في المنطقة المدروسة [5] .

حساب خطر الميثموغلوبينيميا:

إن حساب الآثار الصحية غير المسرطنة مثل (الميثموغلوبينيما) الناتج عن التعرض للكيماويات ، تعتمد على ما يسمى الجرعة المرجعية RFD والتي تعرف حسب وكالة حماية البيئة الأمريكية USEPA أنها حساب التعرض اليومي الذي لا يتوقع أن يسبب أثارا صحية عكسية على مدى الحياة ويعطى بالصيغة التالية[3] :

$$RFD = \frac{NOAEL * DW}{UF} \qquad (1)$$

حيث :

NOAEL يعرف على أنه المستوى الذي يسبق العتبة على منحني الجرعة – الاستجابة والتي تعتبر فيه الجرعات الكيميائية آمنة ، أي لم تحدد أي تغيرات مورفولوجية ، أو وظيفية على الصحة البشرية ، ويعطى (mg/l).

DWهو التناول اليومي للمياه الحاوية على نترات من قبل الرضع l\d–infant .

UF عامل عدم تأكد يتراوح من (1–1000) ويؤخذ هنا (1) [6] .

ويؤخذ وزن جسم الرضع الوسطي 4kg .

وبسبب العلاقة التابعية بين جرعة النترات والاستجابة المحتملة للميثموغلوبينيما ، يتم حساب بمؤشر خطر الميثموغلوبينيما والذي يعطى كنسبة (معدل) جرعة النترات المحسوبة اليومية ADD مقسوماً على RFD :

$$HI = ADD \setminus RFD \qquad (2)$$

وتعطى جرعة النترات الوسطية اليومية ADD بالعلاقة التالية :

$$ADD = C * DW \qquad (3)$$

حيث : C هو تركيز النترات mg\l الموجود في المياه المستخدمة للشرب

DW معدل التناول اليومي للمياه من قبل الرضع l \kg–d

وعندما تكون HQ≤1 هذا يعني أن الأخطار مقبولة وذلك للمواد غير المسرطنة[7] .

ومن أجل توضيح حالات عدم التأكد يقدم HI كرقم ضبابي لتوضيح الحدود الممسوحة للنترات في المياه المستخدمة للشرب وفق الاستجابة المحتملة الميثموغلوبينيميا [8] .

وقد بينت وكالة حماية الأمريكية USEPA العوامل في تحديد خطر الميثموغلوبينيميا بالشكل التالي [9] :

NOAEL=10mg\l–NO3–N؛

DW = كمية المياه التي يستهلكها الرضع يومياً l\d مقسوماً على الوزن الوسطي للرضع kg

$$DW = \frac{0.64\ l \setminus d}{4kg} = 0.16\ \ l \setminus kg - d$$

UF=1

وبما أن كل 1 ملغ من النترات يساوي 4.4 ملغ نترات كنتروجين فان :

NOAEL mg/l =10*4.4=44

$$RFD = \frac{NOAEL * DW}{UF} = \frac{44 * 0.16}{1} = 7.04 \quad mg/kg - d$$

حساب الخطر السرطاني :

بسبب النقص في المعطيات الخاصة بالأثر السرطاني للبشر العائد للنترات في المياه المستخدمة للشرب ، وذلك لصعوبة إجراء التجارب المخبرية على الاستجابة للسرطان على البشر ، يتم الاستعانة بنتائج الاختبارات والتجارب المخبرية التي تتم على الفئران [10] .

ووفق المراجع فإن العلاقة بين جرعة النترات للبشر والاستجابة المحتملة للسرطان تعطى بالصيغة النهائية التالية [6]:

$$1 \setminus [1 + \exp(Z1)] \le Y \ge 1 \setminus [1 + \exp(Z2)]$$

حيث: Z1,Z2 تعطى **بالصيغة التالية :**

$$Z1 = 3.331 - 3.429\ (\log X) + (1-h)(1.138 + 0.881\,|\log X|)$$

$$Z2 = 3.331 - 3.429(\log X) - (1-h)(1.138 + 0.881|\log X|)$$

حيث :

– X هي الكمية الكلية للنترات الممتصة من قبل البشر g\d وتعطى بالعلاقة التالية :

$$X = NW + NF$$

– NW هي كمية النترات الموجودة في مياه الشرب g\d .

- NF كمية النترات الممتصة من المصادر الأخرى وتقدر ب 0.17g\d
- Y الفترة التقديرية لتطور السرطان البشري .
- h درجة العضوية $o \le h \le 1$ والتي تستخدم لحساب الاستجابة Y عند درجات عضوية مختلفة تؤخذ هنا 0.5 قيمة وسطية [10] .

النتائج والمناقشة :

منطقة الدراسة :

تعد المنطقة الساحلية منطقة الحياة والبيئة في سوريا حيث إن معظم الأراضي الزراعية تتوضع في هذه المنطقة، لذلك تعد الأرض والمياه ذات قيمة كبيرة من منطق الحفاظ على استمرارية الزراعة وبالتالي الغطاء النباتي كعنصر أساسي في الحفاظ على البيئة، كما تتصف المنطقة الساحلية بكثافة سكانية كبيرة ومعتمدة في أغلبها على الزراعة كمصدر للدخل الفردي والقومي حيث يعتمد الإقتصاد القومي في سوريا اعتماداً رئيسياً على المنتجات الزراعية، وتتركز معظم الزراعات في منطقة سهل عكار في طرطوس، والذي يعد من أهم وأخصب الأراضي الزراعية في سورية وهو المجال الحيوي الوحيد للتوسع بزراعة الحمضيات إضافة إلى ملائمة مناخه وأرضه لجميع المزروعات والمحاصيل والأشجار المثمرة وكذلك النباتات الطبية والعطرية والتجميلية، وتبلغ المساحة الإجمالية للأراضي الواقعة منه في سورية حوالي 26625.5 هكتارا منها 18640.3 هكتارا في محافظة طرطوس و 7985.2 هكتارا في محافظة حمص والأراضي القابلة للزراعة من مساحة السهل 22321 هكتارا.

ويعاني السهل من مشاكل متعددة وبالغة الخطورة كالتشبع المائي والغدق في بعض المواقع ومن الضروري إيجاد الأساليب المناسبة لتجفيف وصرف المياه الفائضة منه وحماية الأراضي المنخفضة من الغرق عن طريق إقامة شبكات صرف مطمورة في الأماكن المناسبة لها وتطوير شبكات الصرف المكشوفة وإقامة شبكات ري مطمورة تناسب عملية التحول إلى الري الحديث مع تطوير شبكة الطرق القائمة وتوسيعها والعمل على رفع المستوى الاجتماعي والاقتصادي للسكان، ومن أهم المشكلات التي ظهرت في سهل عكار هي ارتفاع نسبة النترات في المياه الجوفية للآبار المستخدمة في الشرب والري في تلك المنطقة ويعود ذلك إلى كثرة التسميد واستخدام المبيدات الحشرية بكثرة وتوزع مصبات الصرف الصحي العشوائية وتربية الحيوان في تلك المناطق ومن هنا تأتي أهمية دراسة ارتفاع نسبة النترات في المياه الجوفية لهذه المنطقة الحيوية في طرطوس [11].

مصادر المياه في سهل عكار:

يوجد في منطقة السهل مجموعة من الأنهار منها الكبير الجنوبي والأبرش والعروس وخليفة وأبو الورد، ومن السدود الأبرش وخليفة وتل حوش، إضافة إلى 4184 بئراً منها 3743 في محافظة طرطوس و 441 في محافظة حمص وقد توقفت معظم هذه الآبار عن العمل مما زاد من نسبة والغدق وارتفاع مستوى التشبع المائي في السهل.

أما بالنسبة لتركيز النترات في المناطق المدروسة فإن الجدول التالي يبين أهم نتائج تحاليل النترات (أعلى تركيز) في منطقة سهل عكار خلال فترة عام كامل :

الجدول رقم (1) يبين القيم العظمى للنترات في المناطق المدروسة خلال الفترة من شباط 2010 وحتى آذار 2012

المنطقة	تركيز النترات mg/l
الصفصافة	45.04
دير الحجر	62.92
كرتو	96.36
سهل ميعار شاكر	36.7
ميعار شاكر	42.68

حساب خطر اليمثموغلوبينيميا في مناطق الدراسة :

حساب قرينة الخطر HI في منطقة الصفصافة :

ADD=45.04 * 0.16= 7.2064 mg/kg-d HI= 7.2064/7.04=1.023

حساب قرينة الخطر HI في منطقة دير الحجر :

ADD= 62.92*0.16=10.067 mg/kg- d HI= 10.067/7.04=1.43

حساب قرينة الخطر HI في منطقة كرتو :

ADD= 96.36*0.16=15.417 mg/kg- d HI=15.417/7.04= 2.18

حساب قرينة الخطر HI في منطقة ميعار شاكر :

ADD=42.68*0.16= 6.82 mg/kg- d HI=6.82/7.04= 0.97

حساب قرينة الخطر HI في منطقة سهل ميعار شاكر :

ADD= 36.7*0.16=5.872 mg/kg-d HI= 5.I873/7.04= 0.834

وفقاً للدراسات المخبرية في وكالة حماية البيئة الأمريكية USEPA تبين أنه عند تركيز نترات في المجال (15mg/l-NO3-N - 20 mg/l-NO3-N) ظهر مستوى متأرجح للميثموغلوبينيميا في المجال التالي(0.5-2%) في الدم أي أنه كلما اقترب تركيز النترات من القيمة 20mg/l-NO3-N كلما زادت مستويات الميثموغلوبينيميا وبالتالي تم اعتبار أن الحد الأعلى للنترات المسموحة في المياه المستخدمة للشرب هي 15mg/l-NO3-N وبالتالي تكون قرينة الخطر عندها HI=15*0.16/1.6=1.5 وبالتالي تصبح الحدود المسموحة لقرينة الخطر $1 \prec HI \prec 1.5$ أي إنه عندما يكون HI أصغر من 1 لا تحدث أبدا آثارا للميثموغلوبينيميا عند الرضع [10] .

وتبدأ مستويات الميثموغلوبينيميا بالظهور عندما يزداد HI ولكنها تبقى ضمن المجال المسموح طالما أن HI اصغر من 1.5 ،

ومن خلال ما سبق يمكن أن نحدد التراكيز المسموحة للنترات في المياه الجوفية وفق ما يلي:

عندما تكون تراكيز النترات في المياه الجوفية المستخدمة للشرب أصغر أو تساوي 44mg/l عندها تكون قرينة الخطر HI ≤1 وهذا المستوى هو المستوى الآمن صحياً لأن أثر الميثموغلوبينيميا تكون في أدنى حالاتها .

عندما تتراوح تراكيز النترات في المياه الجوفية المستخدمة للشرب ضمن المجال: mg/l[66-44] بالتالي تكون قرينة الخطر تتراوح ضمن المجال التالي : $1 < HI < 1.5$ وهذا المجال مقبول إلى حد ما لأن آثار الميثموغلوبينيميا الصحية من خلال التجارب المخبرية بقيت ضمن الحدود المسموحة.

عندما تزداد تراكيز النترات في المياه الجوفية وفق الصيغة التالية $C \geq 66mg/l$ وتكون قرينة الخطر عندها مساوية للصفر $HI=0$ وهذا هو المستوى غير المقبول إطلاقا في المياه الجوفية [10].

وبناء على ما سبق فإن الجدول رقم (2) يثبت مؤشرات خطر الميثموغلوبينيميا في منطقة الدراسة

الجدول رقم (2) مؤشرات خطر الميثموغلوبينيميا في مناطق الدراسة

المنطقة المدروسة	تراكيز النترات mg/l	ADD mg/kg-d	HI	مستوى HI	ملاحظات
ميعار شاكر	42.68	6.82	0.97	HI < 1	مستوى الأخطار جيد ولا يوجد آثار محتملة للميثموغلوبينيميا
سهل ميعار شاكر	36.7	5.87	0.834	HI < 1	مستوى الأخطار جيد ولا يوجد آثار محتملة للموغلوبينيميا
الصفصافة	45.04	7.206	1.02	1 < HI <1.5	مستوى الأخطار مقبول ويتراوح مستوى الميثموغلوبينيميا ضمن مجال مقبول هو [0.5-2%]
كرتو	96.36	15.41	2.18	HI > 1.5	ارتفاع مستوى النترات وظهور مستوى خطير للميثموغلوبينيميا خلال فترة الدراسة
دير الحجر	62.92	10.05	1.43	1 < HI <1.5	مستوى الأخطار مقبول مستوى الميثموغلوبينيميا هو [0.5-2%]

تحديد مجال الاستجابة للسرطان وفق جرعة النترات في مناطق الدراسة :

وتعطى العلاقة بين جرعة النترات للبشر والاستجابة المحتملة للسرطان بالصيغة النهائية التالية :

$$1 \setminus [1+\exp(Z_1)] \leq Y \leq 1 \setminus [1+\exp(Z_2)]$$

$$Z_1 = d_1 + d_2(\log X) + (1-h)(\alpha_1 + \alpha_2 |\log X|)$$

$$Z_2 = d_1 + d_2(\log X) - (1-h)(\alpha_1 + \alpha_2 |\log X|)$$

حيث :

X : هي الكمية الكلية للنترات الممتصة من قبل البشر g\d وتعطى بالعلاقة التالية:

X=NW+NF

NW : هي كمية النترات الموجودة في مياه الشرب g\d .

NF : كمية النترات الممتصة من المصادر الأخرى وتقدر بحدود[0.15-0.2]g/d في المناطق التي يعتمد سكانها على الخضراوات في الغذاء [6] .

Y : الفترة التقديرية لتطور السرطان البشري .

h : درجة العضوية $o \le h \le 1$ والتي تستخدم لحساب الاستجابة (Y) عند درجات عضوية مختلفة [10].

وتعطى بارامترات المعادلات السابقة في الجدول (3).

الجدول رقم (3) بارامترات منحنيات الجرعة – الإستجابة

parameters	estimated values
d1	3.331
α1	1.138
d2	−3.429
α2	0.881

وبتعويض قيم بارامترات المنحني الضبابي من الجدول (3) نحصل على المعدلات التالية:

$$Z_1 = 3.331 - 3.429(\log X) + (1-h)(1.138 + 0.881|\log X|)$$
$$Z_2 = 3.331 - 3.429(\log X) - (1-h)(1.138 + 0.881|\log X|)$$
$$X = 0.17 + NW$$

بالاعتماد على المعادلات السابقة نحصل على الجدول رقم (4) الذي يبين مجال الاستجابة Y% للسرطان وفقاً لجرعة النترات X g/d في المناطق المدروسة :

الجدول رقم(4) يبين حدود الاستجابة Y% وفقاً لجرعة النتراتXg/d

≤Y ≤	Z2	Z1	Xg/d	NW	NO3	المنطقة
0.002 – 0.01	4.5	6.155	0.261	0.09	45.04	الصفصافة
0.0027 – 0.014	4.32	5.92	0.3	0.125	62.92	دير الحجر
0.0038 – 0.017	4	5.56	0.362	0.192	96.36	كرتو
0.002 – 0.01	4.57	6.2	0.244	0.073	36.7	سهل ميعار شاكر
0.002 – 0.0107	4.53	6.19	0.255	0.085	42.68	ميعار شاكر

من خلال ما سبق فإن خطوات الإدارة المتكاملة لمشكلة تلوث المياه الجوفية بالنترات في سهل عكار ما يلي[13]:

إدارة متكاملة لعمليات التسميد النتروجيني في المناطق الزراعية من خلال تخفيض كمية التسميد وتحديد أوقات معينة للتسميد .

إدارة متكاملة لعملية الري من خلال تكوين أنظمة ري جديدة لتقديم الكمية اللازمة من المياه للمحاصيل الزراعية لمنع عملية الارتشاح العميق لأملاح النترات (تطبيق الري بالتنقيط مثلا)؛

إدارة متكاملة للمحاصيل الزراعية من خلال تنويع المحاصيل والاعتماد على الأنواع التي لا تحتاج إلى كمية تسميد كبيرة .

تطبيق القوانين والأنظمة: هناك ثلاثة أنواع من الخطوات التي يمكن أن تتخذها الحكومات لتخفيض تركيز النترات في المياه الجوفية من خلال القوانين –العقوبات –الإعانات المالية ومن خلال برامج التوعية لخطر النترات في المياه الجوفية والتي تساهم في زيادة الوعي لدى الفلاح والمزارع وأصحاب المصانع وصناع القرار.

الاستنتاجات والتوصيات :

الاستنتاجات :

إن تراكيز النترات في المياه الجوفية للمناطق المدروسة كانت ضمن الحدود المسموحة تقريباً ما عدا منطقة كرتو لوحظ زيادة في تركيز النترات ووصل حتى 96.36mg/l .

إن مستوى قرينة الخطر HI لمرض الميثموغلوبينيميا كان ضمن الحدود المسموحة لمعظم المناطق وتراوح ضمن القيم $1 \prec HI \prec 1.5$ ، ولكن لوحظ زيادة في هذا المؤشر في منطقة كرتو HI=2.18 وبالتالي هناك احتمال كبير بزيادة مستوى الميثموغلوبينيما إلى 2% لدى الرضع الذين يتناولون هذه المياه .

إن الاستجابة المحتملة للسرطان البشري وفق جرعة النترات المعتبرة في المناطق المدروسة وصلت حتى 1% في معظم المناطق وكانت أعلى استجابة محتملة في منطقة كرتو 1.7% .

التوصيات :

ضرورة التحكم بكميات السماد النتروجيني المطبقة في سهل عكار ودراسة الكميات المطبقة فعلياً أثناء فترة الدراسة حيث لا توجد حتى الآن دراسة فعلية لهذه الكميات .

ضرورة المحافظة على المياه الجوفية في سهل عكار ومراقبتها بشكل دوري من خلال التحاليل المخبرية وتنظيم وجود مصبات الصرف الصحي وعمل مزارع تربية الحيوانات التي تكثر في هذه المنطقة .

متابعة الدراسة والبحث في آلية انتقال الملوثات النتروجينية ضمن التربة ووصولها إلى المياه الجوفية وتحديد المصادر النقطية وغير النقطية لهذه الملوثات .

متابعة البحث والدراسة لطرق التحكم وإزالة النترات من المياه الجوفية واقتراح أفضل طريقة من خلال دراسة فائدة وسلبيات كل طريقة معتمدة .

تطبيق الخطوات الأساسية في عملية إدارة المياه الجوفية من خلال :

إنجاز البيئة (الظروف) يتم فيها تقييم الخطر البيئي (مياه جوفية ، نهر ،هواء.).

تعريف المصادر الكامنة للخطر البيئي (منتجات كيماوية ملقاة في نهر، أسمدة زائدة ...).

- توقع تكرار الحدث والنتائج المرتبطة بهذا التكرار خلال فترة زمنية .
- القيام بعملية الإدارة المتكاملة بشكل نهائي وفق النتائج التي تم الحصول عليها.

المراجع:

[1]- JOHN, E. B. *Environmental Reauthorization and Regulatory* , National Library for Environment, U.S.A. 96-949, 1998.

[2]- UN . *Environment and Development*. Rio De Janeiro, 1992, 54.

[3]- GEORGE, M. *Dose – Response Relationship : Principles of Environmental Toxicology*. University of Idaho , U.S.A. 2002, 1-32.

[4]- WHO . *Mercury in Drinking Water , Background Document of Guidelines for Drinking Water Quality*. WSH, U.S.A. 2005, 18.

[5]- CURTIS, A. B. *Health risk analysis of groundwater nitrate contamination*. PHD research , university of Nebraska Lincoln, U.S.A. 2002, 66-143.

[6]- USEPA. *Guidelines for Development Toxicity Risk Assessment : Risk Assessment Forum*. USEPA, EPA\600\, 2002, 1-41.

[7]- UN. *Sustainable Development*. Johnsperg , 2003, 67.

[8]- USEPA . *Guidelines for Human Health Risk Assessment , Risk Assessment Forum*. USEPA, Washington, EPA\630\, 2003, 150.

[9]- Awad, A. *Evaluating Hazardous Environmental Pollution's Risk to Humans*. AL Feker World Magazine. Vol. 31, N^{o} .1, 2003, 155-182.

[10]- DARABA, R. M; ELJARRAT, E. D. *How to Measure Uncertainties in Environmental Risk Assessment* . Journal of Environmental Management ,U.S.A. Vol. 73, N^{O}.3,2005, 125-132.

[11]- SALEH, A. *Environmental Management System Standard, ISO 14000*. MDPC, Damascus, 2004, 1-16.

[12]- USEPA. *Guidelines for Carcinogenic Risk Assessment , Risk Assessment Forum*. USEPA, Washington, EPA\630\, 2003, 166.

[13]- عادل عوض، أحمد وزان، وحنان شيخ يوسف : تقيم الخطر البيئي للنترات في المياه الجوفية لسهل عكار في طرطوس باستخدام المنطق الضبابي . مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات الهندسية (سلسلة العلوم الهندسية)، المجلد 24، العدد6 ، 2010، ص 129-145 .