استخدام الصيغ الرياضية للسيطرة على تلوث الأنهار
منطقة الدراسة نهر ديالى داخل مدينة بعقوبة

د. ندى خليفة الركابي أ.د. حيدر عبد الرزاق كمونة
جامعة بغداد – المعهد العالي للتخطيط الحضري والاقليمي للدراسات العليا

المقدمة :

ان تلوث البيئة المائية واستنزاف المورد الطبيعية تسبب اختلال في التوازن الطبيعي لبيئة الأنهار وتساهم في تدهور الحياة فيها وقتل الكائنات الحية.

ان معظم المدن القديمة والحديثة والمراكز الحضرية أقيمت على مقربة من الأنهار لأن المياه تدخل في عصب الحياة الرئيسي وبكافة مرافقها. وان قرب المدن للانهار سبب لها مشاكل بيئية ناتجة من رمي مخلفات هذه المدن اليها بشكل كبير ومستمر،هذه المخلفات تشمل كافة استعمالات المدينة (الصناعية والزراعية والسكنية والتجارية) وغيرها.

ان تراكم هذه المخلفات داخل مياه الانهار يقتل الحياة فيها ويجعلها غير صالحة للاستخدامات المختلفة لتعفنها وعدم نقائها وعدم نظافتها، وان استعمالها لاي استعمال قد يسبب مشاكل صحية واقتصادية ، لذا لابد من العمل جاهدين لحماية الانهار من التلوث ووقايتها ، وهناك عدة طرق للقيام بذلك منها المعايير والتشريعات والقوانين والصيغ الرياضية، ونحن هنا بصدد التطرق الى الصيغ الرياضية ودورها في التعرف على تلوث الانهار والسيطرة عليه.

وبصورة عامه تعد الصيغ الرياضية احد الطرق الاساسية للسيطرة على تلوث الانهار ولكن ليست وحدها وانما بالاستعانة بباقي الطرق ،تتم هذه السيطرة لان دور الصيغ الرئيسي يكمن في اكتشاف التلوث ودرجته في الانهار.

الجانب النظري:

يعرف النهر على انه جسم من الماء المتدفق في اتجاه معين وبسرعة معينة تعتمد على هذه السرعة على درجة انحداره ومساحة مقطعه العرضي الذي يكون عمودي على اتجاه التدفق(Rich,1973,p.146)

يمثل ماء النهر مزيجاً من المياه العميقة التي تدخل النهر عند مستوى المياه الجوفية والمياه السطحية . تستمد بعض مكونات ماء النهر من املاح البحر المذابة ولكن معظمها ينتج عن تحلل التربة والصخور وتحوي مياه النهر على تراكيز عالية من البيكاربونات والسليكا المذابة ووفره نسبية من الايونات الموجبة الناتجة عن الحوض الذي يجري فيه النهر ،فالاحواض الحاوية على الكاربونات تكون انهارها غنية بايونات الكالسيوم والمغنسيوم والاحواض الحاوية على صفائح طينية تكون غنية بايونات البوتاسيوم . ونتيجة للفضلات المقذوفة في الانهار بسبب الفعاليات الانسانية كالفضلات الصناعية فأن تراكيز عديدة من المعادن والمركبات العضوية تزيد عن مستوياتها الطبيعية ،وتعد المياه السطحية الجارية غنية بالفسفور اللاعضوي وعادة تحوي هذه المياه على تراكيز قليلة من الكبريتات الاعند مرورها في تربة غنية بالكبريتات.(مقداد ،1999،ص 237)

وتتغيرتراكيز العناصر والمركبات خلال فصول السنة نتيجة للفعاليات البايولوجية بشكل اساسي ،حيث تزداد كمية النتروجين خلال فصل الشتاء وخلال فترة الفيضانات ، وتزداد المركبات الفوسفاتية خلال فصل الصيف ، وتكون تراكيز الاوكسجين المذاب في الشتاء اكثر مماهي في الصيف ،كما تتغير تراكيز بعض المركبات خلال ساعات اليوم الواحد ففي حالة الانهار الطبيعية الكثيفة النباتات يقل تركيز ثاني اوكسيد الكاربون خلال النهارويزداد خلال الليل ويصل اعلى تركيز له عند الفجر، وتتغير تراكيز الاوكسجين المذاب تبعا لتراكيز بعض

الملوثات الاخرى ،حيث ان المياه التي ترتفع فيها نسبة الملوحة يقل بها تركيز الاوكسجين المذاب والمياه الحاوية على تراكيز عالية من العناصر السامة يكون تركيز الاوكسجين المذاب فيها قليلا. (Holum,1977,p.669)

إن تركيز الأوكسجين المذاب يزداد في فصل الربيع وبداية الصيف لان العوالق النباتية تنمو بسرعة في المصادر المائية ، كما تركيزه يعتمد ايضا على آلية التبادل بين الماء والهواء من خلال عوامل خارجية مثل الرياح وعوامل خاصة بالنهر مثل سرعة الجريان والعمق وتصريف النهر ،

ويعتمد تلوث النهر على كمية وتركيز الملوثات الداخلة له اضافة الى كمية وتركيز الملوثات فيه (فاضل ،1996،ص215)

$$C= \frac{QrCr + QpCp}{Qr + Qp} \quad \text{.....1}$$

حيث ان :

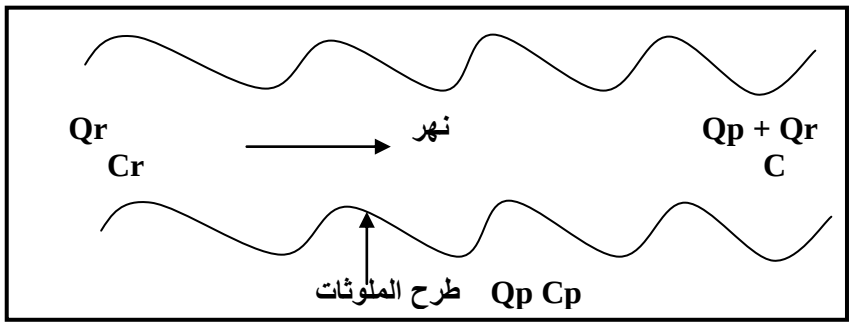
Cr, Qr = تصريف النهر وتركيز الملوثات فيه، على التوالي م3 / ثا و ملغم / لتر

Cp,Qp = التصريف الداخل الى النهر وتركيز الملوثات فيه، على التوالي م3 / ثا و ملغم / لتر

C = تركيز الملوثات في النهر بعد الامتزاج التام، ملغم / لتر

شكل (1)

طرح الملوثات الى النهر



المصدر(فاضل، 1996، ص216)

1- *التنقية الذاتية*

لابد ان نبين ميكانيكية التنقية الذاتية التي يتم العمل على انجازها بشكل فعال وبمدة زمنية قصيره من خلال النموذج الرياضي . بالبداية نعرف التنقية الذاتية "وهي اعادة سيطرة المياه على الملوثات العضوية المطروحة فيها بواسطة كائنات مجهرية اضافة الى الاكسدة الكيميائية والترسيب الفيزيائي"(فاضل، 1996، ص215)

ويستفاد من الطيور المائية وبعض الاسماك في التنقية الذاتية وتزداد فعالية التنقية الذاتية بزيادة الجريان بسبب زيادة سرعة التخفيف وتبادل الغازات كالاوكسجين فالانهار افضل من البحار مثلا في تنقية المياه من الملوثات. ويؤدي توفر الهائمات النباتية الى وفرة الاوكسجين وبالتالي زيادة التنقية ولكنها تستهلك الاوكسجين ليلا ،ونتيجة لترسيب الاخباث في قعر الانهار فأن تحللها سيؤدي الى استهلاك الاوكسجين من الطبقات العميقة وخاصة في الانهار ذات السرعة البطيئة ،لذلك فأن الطبقات العالية من هذه الانهار تحوي اوكسجين مذاب اعلى من الطبقات السفلى .وتتصف المياه الجيدة النوعية بوجود اعداد من الكائنات الحية دون تغلب نوع على اخر .(فاضل،1996،ص214)

أما الملوثات مثل المواد العضوية فعند دخولها مياه الانهار فأنها ستتحلل بواسطة البكتريا الى امونيا ونترات وكبريتات وثاني اوكسيد الكاربون التي تستهلك بدورها من قبل النباتات والطحالب لذا فأن ارتفاع تراكيز النتروجين ومركباته باشكالها المختلفة مثل النترات التي تساهم كما اسلفنا في نمو الطحالب التي بدورها تعمل على استهلاك الاوكسجين من المياه بسرعة وبالتالي تدهور نوعية المياه علما ان ارتفاع نسب تراكيز مركبات النتروجين يكون سببه وجود ملوثات تصرف الى النهر وبشكل مستمر. ومن هذا نستنتج ان التنقية الذاتية لمياه الانهار تساعدها بشكل كبير وجود الكائنات الحية الدقيقة الهوائية والتي لاتستهلك الاوكسجين .

2- *استخدام النماذج الرياضية*

لأجل تحديد صلاحية مياه الأنهار للاستعمال ومعرفة درجة تلوثه وكمية التصاريف المؤثرة عليه والمسافة المناسبة التي تؤمن تنقية مياهه من الملوثات يتم اللجوء إلى النماذج الرياضية التي تسمح لنا بمعرفة هذه المعلومات، ولكي تعطي هذه النماذج نتائج ملموسة نحتاج إلى بيانات من النهر نفسه وهذه البيانات تختلف من نموذج إلى أخر وتختلف أيضا تبعا لدقة النموذج والغرض منه ،علما إن نوع البيانات المطلوبة والمتوفرة تحدد لنا نوع النموذج المراد استخدامه سواء نماذج خطية التي تمثل الحالة المستقرة أو نماذج لاخطية وهي تمثل الحالة غير المستقرة وأيضا نماذج التوازن الكتلي إن من نماذج جودة مياه الأنهار الرياضية ما يلي : (Stiff,1980,p.224-227)

انواع النماذج الرياضية

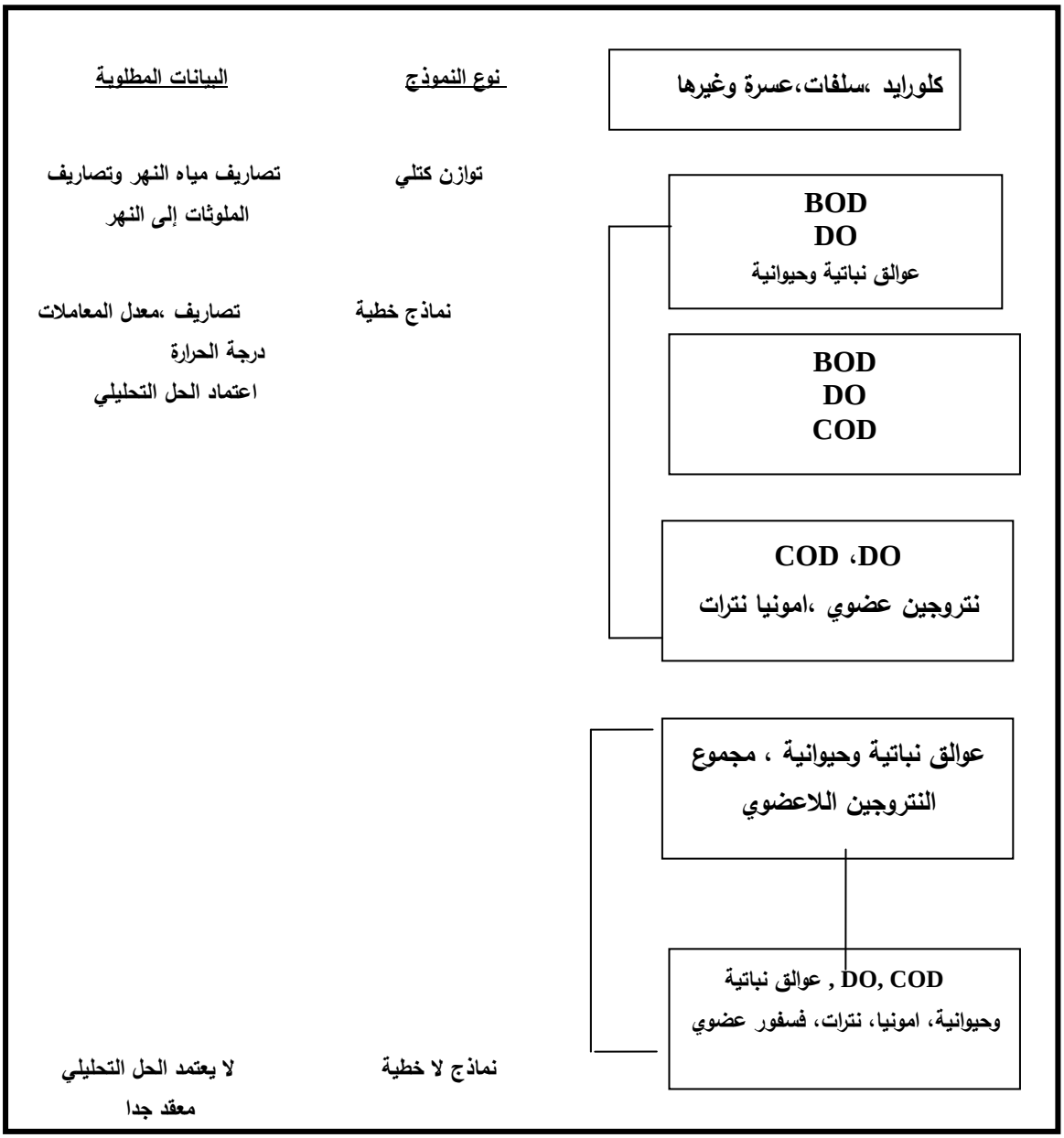
تقسم النماذج الرياضية الى نوعين النماذج التطبيقية ونماذج الادخال والاخراج .ان نماذج جودة المياه التطبيقية تأخذ بالحسبان معرفة العمليات الكيميائية والطبيعية التي تحدث في النظام المعني ، هنالك تنوع كبير في نماذج جودة المياه الرياضية تتراوح مابين التوازن الكتلي للمواد (الكلورايد،الكبريتات،العسرة)والتي تتضمن التخفيف فقط والى النماذج البيئية المعقدة.

ان تطور النماذج الوصفية تمثل في تقديم التفاعل للطلب الحيوي للاوكسجين BOD والاوكسجين المذاب DO وذلك من قبل ستريتر وفليبس Streeter&Phelps ،فيما بعد امتدت النماذج وتطورت حيث اخذت في الحسبان متغيرات اخرى مثل النتروجين والامونياوالنترات والفوسفات وعمليات مثل التركيب الضوئي والتنفس ،اما في السنوات الاخيرة فقد تم التأكيد على المواد المغذية مثل العوالق النباتية والحيوانية.

إن زيادة التعقيد في النماذج الرياضية تتطلب كم اكبر من البيانات وأما نماذج التوازن الكتلي فتحتاج فقط تصاريف النهر وتصاريف الملوثات الملقاة فيه(بيانات التدفق والتصريف) (www.cwa.gov sec.5, 1999, p.4) والمخطط (2) يوضح ذلك.

شكل (2)

أنواع هياكل النماذج الرياضية



المصدر: (Stiff, 1980, p.225)

انواع النماذج الرياضية والتي يمكن تطبيقها على حالتنا الدراسية هي نماذج تطبيقية وكما يلي:-

1- نموذج Streeter&Phelps

2- نموذج Thomas

3- نموذج Churchill

نموذج (Streeter&Phelps) فيحتاج معلومات حول سرعة التدفق ودرجة الحرارة وأبعاد النظام مع ثوابت زوال الوكسجين والتهوية وهي ما تسمى ثوابت الاضمحلال والانتعاش ،اما النماذج الاكثر شمولية فهي معقدة اكثر وتحتاج الى بيانات اكثر حول المتغيرات المختلفة مثل تفاعلاتها وتصاريفها وتاثيرات درجة الحرارة عليها ،اما في النماذج البيئية المعقدة يتم جمع معلومات حول العوالق النباتية والحيوانية ويتم تحديد عدد اكبر من الثوابت التي تزيد عنما هو عليه في النماذج الأبسط. (**James,1978**,p.**144-146**)

اما عن طريقة توماس فقد طورت محاكات مفيدة لمعادلات فيلبس لحساب سعة النهر على اساس مقدار النقص بالاوكسجين المذاب وباستخدام الرسم البياني.بينما تستخدم طريقة جرجل معادلات فيلبس ولكن لعدد محدد من العينات.

وما يهمنا في هذا الصدد هو نموذج (Streeter&Phelps) وهويمثل الطريقة التي تصف اسلوب وفعاليات النهر الملوث و يعد نموذج لتفاعل الطلب الحيوي للأوكسجين والأوكسجين المذاب ويعتمد على افتراض ان عمليتين فقط هما المسيطرتان على سلوك النهر الملوث وهما اعادة التهوية وانتقال الاوكسجين الى السطح reaeration واستهلاك الاوكسجين من deoxygenating BOD

ان اعادة التهوية هي انتقال او حركة الاوكسجين بين الهواء والماء . وعندما يكون النهر ذا سرعة عالية وذا عمق قليل (ضحل) ومضطرب اي كثير الحركة فأن اعادة التهوية تكون اكثر فعالية فيه من نهر بطيء الحركة وعميق.(**Stiff,1980,p.232**)

وهذا يعني ان زيادة مساحة السطح المائي الملامس للهواء يساعد على اعادة التهوية بشكل جيد ، وان زيادة القاء المخلفات الى الانهار يزيد العبء على هذه العملية وتعد عمليتا التهوية واستهلاك الاوكسجين عمليتين متعاكستين كما في الشكل (3) ويمكن ان ندرج هذا النموذج من خلال المعادلات التالية :

For BOD

$BOD_t = Lo\ (1-10^{(-K_1 t)})$ ..... (2)

For tc:

$$tc = \frac{1}{k2-k1} \times \ln[\ 1-\left(\frac{k2}{k1}\right) \times \frac{Di(k2-k1)}{k1Lo}\ ]\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (3)$$

حيث ان :

BOD_t = تركيز الـBOD عند اي درجة حرارة (ملغم /لتر)

Lo = تركيز الـ BODالأقصى **ultimate** (ملغم /لتر)

t = **الوقت** (باليوم)

K_1= ثابت فقدان الاوكسجين (/يوم)

K_2 = ثابت التهوية (/يوم)

Di = العجز بالأوكسجين **deficit** (ملغم /لتر) ويقاس من المعادلة:

Di = saturation DO-initial DO ..... (4)

t_c= الوقت الحرج الذي يصل فيه تركيز الاوكسجين المذاب الى اوطأ مستوى له (باليوم)

ولقياس المسافة الحرجة التي يصل فيها الاوكسجين المذاب الى ادنى مستوى له (بالكم)

$$Xc = t_c * v \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

حيث إن :

V= سرعة النهر (بالكم /يوم)

اما عن قيم k_1, k_2 فيتم حسابه من المعادلات التالية :

$$k1 = 2.61\frac{B}{A} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

$$k2 = 2.2\frac{V}{H^{1.33}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

حيث ان :

B = ميل الخط المرسوم لـ (t/BOD) تحت الجذر الثالث مع الوقت بالايام

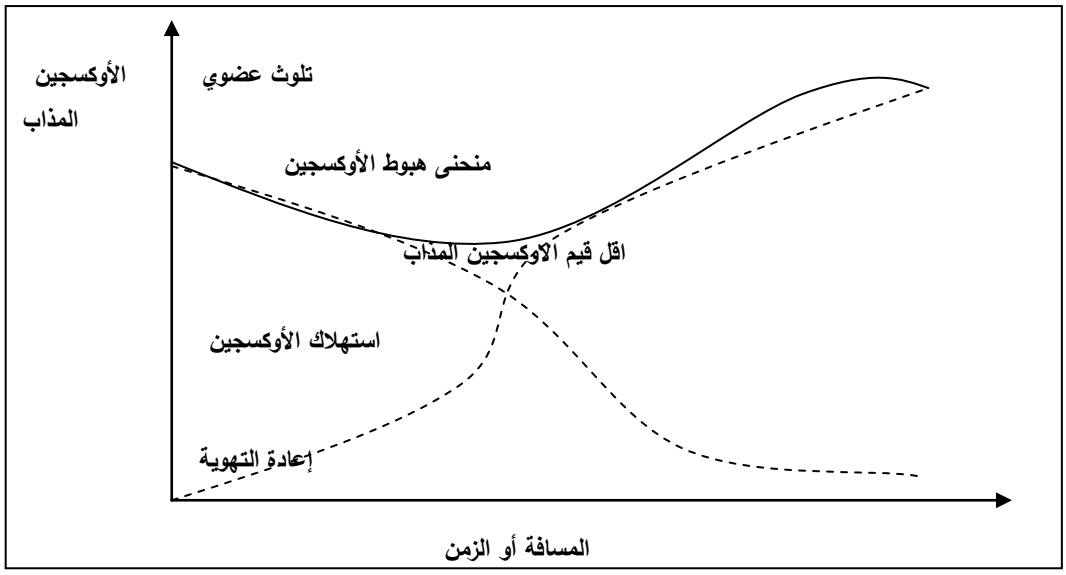
A = تقاطع الخط مع المحور الصادي

H = معدل عمق النهر بالمتر

(Hammer,1986,p.166-168)

شكل (3)

عمليتي إعادة التهوية واستهلاك الاوكسجين التي تعتمد عليها التنقية الذاتية



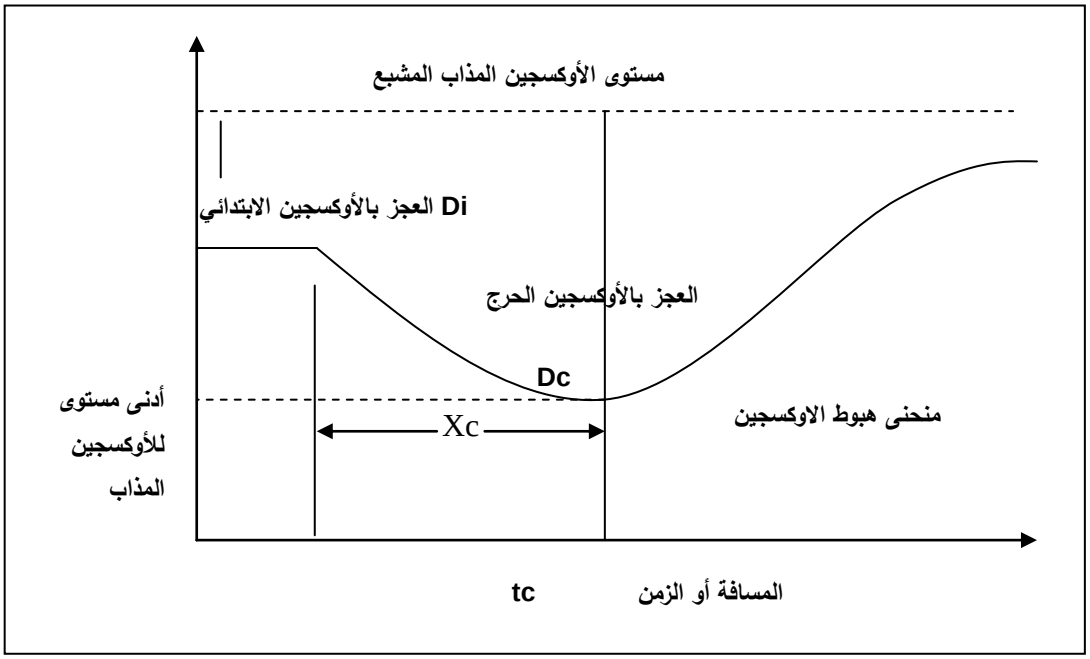
المصدر: (Nathanson, 2000, p.122)

وعند التطبيق تعطي المعادلة (3) الزمن الحرج لوصول الاوكسجين المذاب لاوطأ مستوى له والمعادلة (5) تعطي **المسافة الحرجة** التي يصل فيها الاوكسجين المذاب الى ادنى مستوى له وكما موضح بالشكل (4)

وقد طبق هذا النموذج في عدة مناطق وفي عدة انهار في العالم ومنها نهر الراين حيث تم احتساب معدلات الـ DO, BOD ومقارنتها بالمعيار المطلوب لتبيان مدى التجاوز عليه ولغرض تحديد المسافة الحرجة والزمن الحرج الذي يحتاجه النهر لكي يسترد عافيته (اي المسافة المطلوبة او الوقت المستغرق لاتمام التنقية الذاتية) لنهر تعرض للتلوث .

شكل (4)

منحنى الأوكسجين لعملية التنقية الذاتية ونلاحظ الوقت الحرج عند ادنى مستوى للاوكسجين



المصدر:(Nathanson, 2000, p.123)

الجانب العمـــــــلي:

يتعرض نهر ديالى الى التلوث من مصادر مختلفة (محلية وزراعية وصناعية) وعلى طول مسافة جريانه داخل مدينة بعقوبة وعلى جانبيه علما ان حدود المدينة شمالا تبدأ من جسر الشهداء وتنتهي جنوبا عند الحدود الادارية لناحية بهرز وعلى مسافة 500 م من مصب مبزل سارية .

وصف لملوثات النهر :

1-الفضلات الزراعية وتشمل :

أ- مبزل النهروان يبلغ طوله 14,240 كم ،والمساحة التي يخدمها هذا المبزل 2848 دونم تقع ضمن اراضي مشروع الخالص ويصب هذا المبزل في نهر ديالى وعلى جانبه الايمن شمال المدينة وبتصريف مقداره 1170 لتر/ثانية.

ب-مبزل ساري الشمالي ويبلغ طوله 32,800 كم ويخدم اراضي زراعية بمساحة 6560 دونم ويصب في نهر ديالى عند جانبه الايسر وعلى مسافة 16,7كم من جسر الشهداء وبواقع تصريف مقداره 6000لتر /ثانية.

2- الفضلات المحلية وتشمل فضلات المحلات السكنية والنشاطات العامة مثل المستشفيات:

أ- محلة السوامرة:تبلغ مساحة هذه المحلة 9,500 هكتار وكثافة السكان فيها 268,2 شخص/هكتار ويبلغ تصريف فضلات هذه المحلة من الفضلات السائلة 40 لتر /ثانية تصب في نهر ديالى وعلى جانبه الايسر عند مسافة 10,48 كم من جسر الشهداء شمالي المدينة.

ب- محلة 7 نيسان: تبلغ مساحة هذه المحلة 64,4 هكتار وكثافة سكانها 136,1 شخص /هكتاراما تصاريف فضلاتها السائلة فتصب بنهر ديالى عند جانبه الايمن بواقع تصريف 42,4 لتر/ثانية.

ج- محلة حي المعلمين: مساحة هذه المحلة 86,7 هكتار وكثافة سكانها 247,3 شخص /هكتاروتصب فضلاتها السائلة بنهر ديالى عند جانبه الايمن وعلى مسافة 14,200كم من جسر الشهداء وبواقع تصريف مقداره 170 لتر/ثانية.

د- مستشفى عام بعقوبة :يقع هذا المستشفى وسط المدينة وعلى مسافة 1 كم من نهر ديالى وتبلغ مساحته 53,33 دونم ، تحمل شبكة المجاري الخاصة به فضلاته المعالجة جزئيا الى نهر ديالى عند جانبه الايمن وبتصريف مقداره 95,4 لتر/ثانية وعلى مسافة 6,8كم من جسر الشهداء.

هـ- مستشفى البتول للولادة:تبلغ مساحة هذا المستشفى الكلية 5,81 دونم وتقع على نهر ديالى حيث تصب فضلاتها فيه وعلى الجانب الايمن وبواقع تصريف مقداره 29,5 لتر/ثانية وعلى مسافة 11,73 كم من جسر الشهداء.

3- الفضلات الصناعية

وتمثل فقط معمل بعقوبة لتعليب الاغذية والتمور المحدودة وتبلغ مساحته حاليا 25 دونم ويبعد عن النهر مسافة 250 متر لذا تصرف فضلاته السائلة الى النهر وبتصريف مقداره 130 لتر/ ثانية وعلى جانبه الايمن .

تم اخذ عينات من مياه النهر عند نقاط تصريف الملوثات اعلاه اليه وتم قياس قيمة الاوكسجين المذاب موقعيا مع درجات الحرارة لغرض تطبيق النموذج الرياضي وكماتم حساب قيم الBOD مختبريا.وعند تطبيق النموذج الرياضي وحسب المعادلات المذكوره سابقا تم التوصل الى النتائج المذكورة في جدول رقم (1)

<u>بعد تطبيق المعادلات الخاصة بالنموذج الرياضي نجد مايلي :</u>

1- بالنسبة للمسافة الحرجة التي يصل بها الاوكسجين المذاب الى اقل مستوياته Xc فقد كانت هذه المسافة الاعلى لملوثات مستشفى الولادة حيث بلغت 123,790 كم تليها ملوثات محلة 7 نيسان حيث كانت المسافة الحرجة لها 115,288 كم ثم ملوثات محلة السوامرة وتليها ملوثات مبزل سارية الشمالي زملوثات معمل بعقوبة والمستشفى العام ومحلة حي المعلمين واخيرا مبزل النهروان كانت مسافته الاقل لان كمية المواد العضوية التي يحملها اقل من باقي المواقع وكما موضح بالجدول (1)

2- اما عن تركيز الاوكسجين المذاب في النهر فقد تم قياسه قبل دخول الملوثات اليه عند نقطة دخوله مدينة بعقوبة (تحت جسر الشهداء) وكانت 7,5 ملغم/ لتر وهو اكثر من المعيار العراقي لمياه الانهر(حيث ينص القانون العراقي رقم 25 لسنة 1967 بان الاوكسجين المذاب ينبغي ان يكون اكثر من 5 ملغم /لتر)

وعند تطبيق معادلة ايجاد الاوكسجين المذاب للنهر DOr وجدت 7,02 ملغم/لتر لفضلات مبزل النهروان أي انه ساهم بتقليل الاوكسجين المذاب بمقدار 0,48 ملغم /لتر وهكذا بالنسبة لباقي المواقع الملوثة وكما بالجدول رقم (2)

وبذلك تكون هذه المواقع الملوثة قد ساهمت بتقليل كمية الاوكسجين المذاب للنهر من 7,5 الى 4,34 ملغم/لتر أي بحوالي ((3,16 ملغم/لتر)) وعلى طول مسافة جريانه داخل مدينة بعقوبة.

اما نسبة تاثير الاستعمالات على تلوث نهر ديالى فيمكن حسابها من خلال النسب المئوية لكل ملوث ساهم بتقليل الاوكسجين المذاب للنهر وكما موضح بالجدول رقم (2) وكما يلي:-

1- الفضلات المحلية ساهمت بنسبة 53,17 % من عملية تلوث النهرمن خلال 3 محلات سكنية ومستشفتين حيث بلغت النسب (المحلات السكنية 32,51% والمستشفتان 20,66%) ان اعلى نسبة كانت من حصة محلة حي المعلمين والسبب كبر مساحتها وكثرة سكانها تليها المستشفى العام ،

2- الفضلات الزراعية ساهمت بنسبة 42,72 % وتشمل مبزلي سارية والنهروان حيث كانت مساهمة مبزل سارية الاعلى بسبب تصاريفه العالية وكونه يمر بمحلات سكنية كثيرة قبل ان يصب بالنهر وهذه المحلات تصرف فضلاتها بشكل عشوائي اليه وباستمرار،علاوة على ذلك ان النهر عند هذه النقطة بالذات وهي اخر موقع ملوث داخل المدينة مثقل بالملوثات التي يحملها من 6 مواقع سابقه قد أثرت عليه كثيرا واستنزفت اوكسجينه المذاب .

4- الفضلات الصناعية وكانت نسبتها الاقل (4,11) لان المصدر الملوث ذو تصاريف قليله وان تاثير ملوثاته تداخل مع تاثير ملوثات محلة حي المعلمين الذي يبعد موقع تصاريفها عن موقع تصريف فضلات المعمل مسافة 400 متر.

جدول (1)

نتائج تطبيق النموذج الرياضي Streeter&Phelps

ت	المواقع	المسافة الحرجةXc (كم)	الوقت الحرج Tc (باليوم)	Do للنهر بعد مسافةx من المصب (ملغم/لتر)
1	مصب مبزل النهروان	95,225	2,2	7,02
2	مصب مستشفى العام	97,812	2,26	6,497
3	مصب محلة السوامره	114,972	2,66	6,28
4	مصب مستشفى الولادة	123,790	2,86	6,15
5	مصب محلة 7 نيسان	115,288	2,67	5,90
6	مصب شركة بعقوبة للتعليب	99,091	2,29	5,83
7	مصب محلة حي المعلمين	97,162	2,25	5,21
8	مصب مبزل سارية الشمالي	100,296	2,32	4,34

جدول رقم (2)

نسبة تاثير الاستعمالات على تلوث نهر ديالى

ت	المواقع	المسافة X(م) عن موقع التصريف	الاوكسجين المذاب للنهر على مسافة x من التصريف ملغم/لتر	النسبة المئوية لتاثير مصدر ملوث على تقليل الاوكسجين المذاب للنهر
1	مصب مبزل النهروان	2350	7,02	%15,19
2	مصب مستشفى العام	3900	6,497	%16,55
3	مصب محلة السوامره	1250	6,28	%6,87
4	مصب مستشفى الولادة	420	6,15	%4,11
5	مصب محلة 7 نيسان	1650	5,96	%6,02
6	مصب شركة بعقوبة للتعليب	400	5,83	%4,11
7	مصب محلة حي المعلمين	2500	5,21	%19,62
8	مصب مبزل سارية الشمالي	500	4,34	%27,53

علما ان تركيز الاوكسجين المذاب للنهر قبل تصريف الملوثات اليه 7، ملغم/لتر لهذا فان النقص في تركيزهبعد دخول الملوثات الى النهر (3,16) ملغم/لتر

الاستنتاجات:

1- ان تطبيق النماذج الرياضية يعطي صوره واضحة عما يحصل للنهر من قلة اوكسجينه المذاب وبالتالي يمكن تشخيص مشكلته ووضع حلول لها

2- ان المسافة الحرجة Xc كبيرة جدا لكل المواقع الملوثة والسبب كثرة تصاريف الملوثات العضوية .

3- ان قيمة الاوكسجين المذاب DO للنهر عند اخر موقع بلغت 4,34 ملغم/لتر وهي اقل من الحدود المسموح بها ضمن المحددات الجديدة لنظام صيانة الانهار من التلوث رقم 25 لسنة 1967 و حدد ب(5 ملغم/لتر او اكثر).

4- ان تأثير الفضلات العضوية التراكمي على طول النهر ادى الى انخفاض قيمة الاوكسجين المذاب للنهر بمقدار 3,61 ملغم/لتر.

5- بعد استخراج النسب المئوية للتلوث لكل استعمال نجد ان النسبه الاكبر كانت من حصة الفضلات المحلية وهذا يعني ان تاثير الفضلات المحلية (سكنية وعامة) تفوق تاثير الفضلات الزراعية والصناعية مجتمعة حيث بلغت 53,17% في حين توزع باقي التاثير على الفضلات الزراعية والصناعية والسبب يعود الى ان حجم التلوث الذي تسببه الفضلات المحلية اكبر من حجم التلوث الناتج من الفضلات الزراعية بالرغم من ان تصريف الفضلات الزراعية اكبر بكثير.

التوصيات:

1- تحويل مياه المبازل الى بحيرات الانحلال لغرض التخلص من التاثير الكبير لتصاريفها العالية الملقاة الى النهر، تحويل مجرى مبزل النهروان الى منخفض قريب منه لغرض تبخير

مياهه على ان تكون مساحة هذا المنخفض حوالي 10 كم مربع على اساس تبخير يومي قدره 10 ملم، اما مبزل ساريه فيحول مجراه ليرتبط بمبزل ساريه الجنوبي ليصب في هور العطارية والمربوط بهور الشويجة بمبزل طوله 20 كم.

2- انشاء شبكة مجاري للمياه الثقيلة منفصلة عن شبكة مياه الامطار للمدينة وتنتهي هذه الشبكة بمحطة لمعالجة المياه الثقيلة تقع خارج حدود التصميم الاساس بمسافة اكم او اكثر وتحاط بحزام اخضر كثيف .

3- الزام ادارة المستشفيات والمعامل الغذائية في المدينة باقامة وحدات معالجة متكاملة وسد منافذها على النهر وتحويل فضلاتها الى فضلات صلبة يسهل نقلها او استخدامها كاسمدة وتحت اشراف دوائر البيئه المباشر ومع المتابعة الدورية وحسب القانون العراقي الخاص بالبيئة النهرية

المصادر العربيه:-

1- د.فاضل حسن احمد ، " هندسة البيئة "، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا، 1996

2- د.مقداد حسين وخليل ابراهيم محمد "السمات الأساسية للبيئات المائية" ، دار الشؤون الثقافية العامة، بغداد، 1999

3- نظام صيانة الانهار من التلوث رقم 25 لسنة 1967 والمحددات الجديدة

المصادر الاجنبيه:-

1. **Nathenson, jerry A," Basic environmental technology "water supply waste management &pollution control, New Jersey,USA,third edition,2000**
2. **Holum John R.," Topics & terms in Environmental Problems",USA,1977**
3. **M.J. Stiff, "River pollution control ", WRA, USA, 1980**
4. **"Assessment of water quality &quantity "sec.5,St.Marys River Basin plan, 1999 www.cwa.gov**
5. **J. Hammer, Mark "Water & Wastewater technology ", 2nd edition USA, 1986.**
6. **A. James, "Mathematical modes in water pollution control", UK, 1978**
7. **Linvil G. Rich, "Environmental System Engineering ", international student ed, Mc Graw-hill,Tokyo,1973**