

## التطهير الذاتي (التنقية الذاتية) لمياه نهر الفرات في محافظتي بابل وكربلاء

علي حسن حمادي\* , احمد هاتف سال , د. اباد حميد عباس  
المركز الوطني لادارة الموارد المائية , وزارة الموارد المائية , بغداد  
\*المؤلف المراسل: [alihassan197949@yahoo.com](mailto:alihassan197949@yahoo.com)

### الملخص

إن مجاري الأنهار والبحيرات أكثر عرضة للتلوث من مصادر المياه الأخرى لأنها على تماس مباشر مع النشاطات المختلفة للإنسان تحديداً منها الزراعية والصناعية. إن الهدف الرئيسي من هذا البحث هو نمذجة تأثير موقعين لتصريف مياه مخلفات الصرف الصحي على نهر الفرات لمعرفة المسافة التي يتطلبها الجريان للوصول الى حالة التطهير الذاتي. في هذه الدراسة تم التحري باستعمال معادلة ستريتر فيليبس (Streeter-Phelps) عن تأثير موقعين يطرحان الملوثات الى نهر الفرات وهما: موقع مجاري الهندية وموقع مجاري طويريج. تم اختيار عدة سيناريوات لتصريف نهر الفرات وهي 150، 170، 200، 315 م<sup>3</sup>/ثانية عند ملتقى مجاري الهندية- فرات و150، 170، 200 م<sup>3</sup>/ثانية عند ملتقى مجاري طويريج- فرات، وكذلك عدة سيناريوات لتصريف مخلفات الصرف الصحي وهي 5، 6، 8، 10 م<sup>3</sup>/ثانية لكل تصريف. بينت النتائج ان المسافة التي يقطعها الجريان للوصول الى حالة التطهير الذاتي عندما يكون تصريف النهر 150 م<sup>3</sup>/ثانية وتصريف مخلفات الصرف الصحي لمجاري الهندية 5 م<sup>3</sup>/ثانية هي 143 كم بينما كانت المسافة التي يقطعها الجريان للوصول الى حالة التطهير الذاتي عندما يكون تصريف النهر 150 م<sup>3</sup>/ثانية وتصريف مخلفات الصرف الصحي لمجاري طويريج 5 م<sup>3</sup>/ثانية هي 65 كم وتقل هذه المسافات بازدياد تصريف النهر.

**الكلمات المفتاحية:** التطهير الذاتي لنهر، نهر الفرات، الملوثات، منحني التدلي للاوكسجين

# Self-Purification of Euphrates River in Babylon and Holly Karbala

Ali H. Hommadi\*, Ahmed H.Salim, Ayad H.Abbas

National Center for Water Resources Management, Ministry of Water Resources, Baghdad, Iraq.

\*corresponding author's email: [alihassan197949@yahoo.com](mailto:alihassan197949@yahoo.com)

## Abstract

The stream of rivers and lakes are more susceptible to pollution than other water sources because they are in direct contact with various human activities, specifically agricultural and industrial ones. The main aim of this paper is to simulate the effect of two positions discharged sewage water to Euphrates River to determine the distance that river reach to self-purification. In this study the effect of two sites that discharge pollutants into the Euphrates River was investigated using the Streeter-Phelps equation: al-Hindiya and Twerij. Four scenarios were chosen for the drainage of the Euphrates River: 150, 170, 200, 315 m<sup>3</sup>/sec at the al-Hindiya-Euphrates junction and 150, 170, 200 m<sup>3</sup>/sec at the Twerij-Euphrates junction. In addition, four scenarios for the disposal of sewage waste which: 5, 6, 8, 10 m<sup>3</sup>/sec for each discharge. The results demonstrated that the distance traveled to self-purification was 143 km at discharge 150 m<sup>3</sup>/sec and al-Hindiya discharge is 5 m<sup>3</sup>/sec. While the distance was 65 km at discharge is 150 m<sup>3</sup>/sec and Tuwaireej discharge is 5 m<sup>3</sup>/sec. these distances decrease with the increase in the discharge of the river.

**Key word:** self-purification, Euphrates, pollutants, Sag curve

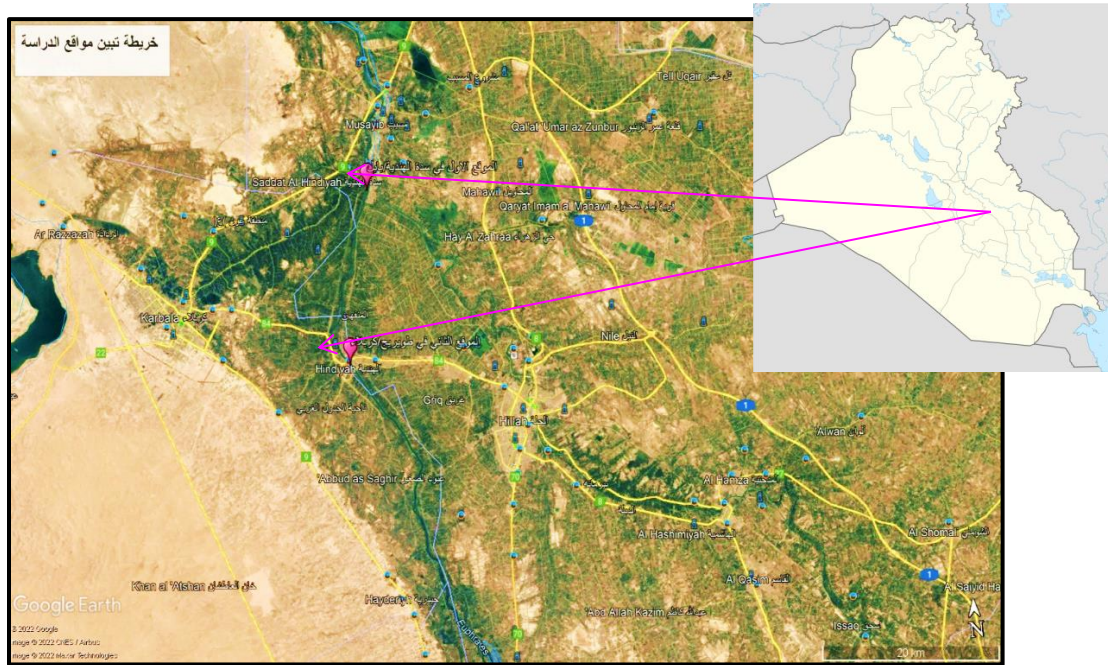
## 1. المقدمة

ان تأثير الملوثات ومياه المجاري والمبازل وما تحملها من ملوثات تؤثر سلبا على كمية ونوعية النهر لذلك يحتاج تحديد مناطق التي يعيد بها النهر نفسه وحياته و عملت عدة بحوث لعدة انهر منها نهر ديالى ونهر دجلة وسوف نتطرق في بحثنا لمنطقة من ضمن نهر الفرات تقع بين سدة الهندية في محافظة بابل الى منطقة طوريج التابعة الى محافظة كربلاء المقدسة. يمكن أن تؤثر العوامل الفيزيائية والكيميائية والانشطة البشرية بشكل كبير على الأنهار (Adlan and Al-Abbawy, 2022) لذلك فمن الضروري الاهتمام بالدراسات المتعلقة بنوعية المياه. (AL KINDI, et.al., 2021) استعملوا تطبيق نموذج QUAL2K لمحاكاة الطلب على الأكسجين الحيوي الكيميائي (BOD<sub>5</sub>)، والأكسجين المذاب (DO)، والتوصيل، ودرجة الحرارة، والقلوية، وملامح الأس الهيدروجيني لنهر دجلة على امتداد 22 كم من جامعة بغداد الى ملتقى نهر دجلة بنهر ديالى، كانت نتائج محاكاة CBOD<sub>u</sub> أقل من 5 مجم / لتر في يناير وانخفضت إلى أقل من 2.7 مجم / لتر في أبريل. (Ismail, et.al., 2022) عملوا محاكاة لسلوك تشتت الملوثات لنهر ديالى وهو رافد من روافد نهر دجلة واستخدموا نموذج رياضي ثنائي الابعاد وتم اجراء الحساب الرياضي للعمل بواسطة برنامج (computational fluid dynamic) وتم الاعتماد على طريقة الحجم المحدد للسماح للسطح بالتداخل بحرية حيث أظهرت نتائج المحاكاة الرياضية توافق جيد مقارنة مع البيانات المرصود وقد توصلوا في دراستهم الى سيناريو مناسب في ادارة جودة المياه لنهر ديالى. (Whitehead & Lack, 1982) عرفوا تلوث المياه بشكل عام على أنه أي اختلاف سواء كان طبيعياً أو صناعياً يغير من جودة المياه ويخل أو يدمر توازن النظم البيئية والمصادر الطبيعية، بحيث: يتسبب في مخاطر على الصحة العامة، ويقلل من كفاءة الرفاهية للإنسان ومجتمعاته، ويضعف الاستفادة من استخدامات المياه. (Rabeea, et.al., 2021) ذكر بان نهر الفرات يمتلك قابلية جيدة لتنقية من الملوثات التي تأتي من عيون حجلان في منطقة حديثة التابعة الى محافظة الانبار نتيجة سرعة مياه النهر في تلك المنطقة تساعد في التنقية الذاتية لنهر. اضافة الى ذلك وجود الطحالب والاشنات والنباتات المائية ساعدت على تنشيط وزيادة قيم الاوكسجين المذاب بسبب التنقية الذاتية للنهر. ذكر (Al Bomola, 2011) ان نقصان معدل التصريف لنهر الفرات وزيادة في تركيز الملوثات على طول و عبر النهر وهذا يحدث لكثير من الاسباب منها اعادة ماء الري وطرح مياه الصرف الصحي غير المعالجة والصرف الصناعي غير المعالجة ايضا وزيادة عدد السكان ساعدت على جعل التنقية الذاتية لنهر بطيئة وليست فعالة، تعد قدرة التنقية الذاتية لمياه النهر مؤشراً أساسياً للنهر. تم اجراء دراسة من قبل (Zubaidah, et.al., 2019) على انهر بانجرماسين في اندونيسيا لدراسة قابليتها على التنقية الذاتية وكذلك توزيع تلوث مياه النهر في مدينة بنجرماسين وتحديد نقاط التنقية الذاتية حيث قاموا بتحليل تركيز المعلمات لربطها بمدى التلوث حتى يتمكنوا من تحديد توزيع التلوث وتحديد مسافات التنقية الذاتية. ان الهدف من الدراسة الحالية هو معرفة تأثير موقعين لتصريف مخلفات الصرف الصحي على نهر الفرات وهما مجاري الهندية ومجاري طوريج حيث تم تطبيق معادلة ستريتر فيليبس (Streeter-Phelps) (Phelps & Streeter, 1958) لمعرفة المسافة التي يتطلبها الجريان للوصول الى حالة التطهير الذاتي للنهر.

## 2. مصادر البيانات والطريقة البحثية

### 2.1 منطقة الدراسة

يمتد نهر الفرات بعد سدة الهندية بمحافظة بابل ومحافظة كربلاء وصولاً إلى النجف ومن ثم الديوانية ومحافظة المثنى إلى محافظة ذي قار وصولاً إلى أهوار الجبايش والأهوار الوسطى منتهياً عند سدة الغلق وهدارها. طول المسافة بين العينتين هي 20 كم، وتم العمل لنهر الفرات والملوثات التي تصب فيه لعدة سيناريوهات من منطقة سدة الهندية في محافظة بابل إلى منطقة طوريج في محافظة كربلاء. يبدأ العمل من خط طول  $44^{\circ} 15' 47''$  وينتهي  $44^{\circ} 13' 31''$  شرقاً ويبدأ بخط عرض  $32^{\circ} 42' 15''$  وينتهي بخط عرض  $32^{\circ} 32' 33''$  وهي منطقة الدراسة. كما في صورة (1).



شكل (1) :مواقع اخذ العينات بالكوكل ايرث

### 2.2 منهجية وادوات البحث

تتلخص منهجية الدراسة الحالية استخدام الكوكل ايرث (Google earth) واستخدام برنامج الاكسل واستعمال معادلة سترينتر فيليبس (Streeter-Phelps) لايجاد المكان الحرج للتلوث والزمن والمسافة المطلوبة للوصول الى حالة التطهير الذاتي للنهر .

كوكل ايرث برنامج جغرافي لشركة جوجل سنة 2004 يرسم خرائط للأرض وتفاصيلها عن طريق الصور التي حصل عليها من مشاهد الأقمار الصناعية اضافة الى التصوير الجوي ونظم المعلومات الجغرافية GIS الثلاثية الأبعاد الخاصة بالكرة الأرضية.

## 3.2 المواد المستخدمة

استخدم في العمل اجهزة فحص محمولة (Portable) لقياس محتوى الاوكسجين (DO) موقعياً وكذلك دوارق لجلب العينات لقياس المتطلب الحيوي للاوكسجين (BOD) في مختبرات المركز الوطني لادارة الموارد المائية في قسم المختبرات.

## 4.2 اشتقاق معادلة تدلي الأوكسجين المذاب

الأوكسجين المذاب في الماء (DO) يعتمد على معدل نقص الأوكسجين وعلى معدل التهوية مع السطح، واعتماداً على هذا الفرض فإن هناك عمليتان رئيسيتان تحدث وهي الطلب الكيموحيوي للأوكسجين (BOD) وإزالة الأوكسجين بواسطة الأوكسدة البيولوجية للمواد العضوية، وتبادل الأوكسجين مع السطح.

معدل التغير في نسبة الأوكسجين المذاب يتناسب مع الطلب الكيموحيوي وإعادة التأكسد، ويمكن التعبير رياضياً عن ذلك كالتي:

$$\frac{dD}{dt} = K_d L - K_2 D \quad (1)$$

حيث ان:

$K_d$ : معامل نقص الأوكسجين.

$K_2$ : معامل عودة التأكسد.

$L$ : الطلب الكيموحيوي الكربوني الأقصى للنهر.

$D$ : النقصان في تركيز الأوكسجين المذاب في أي موقع.

$t$ : الزمن محسوب بداية من نقطة تصريف الملوث.

$$L = L_0 10^{-krt} \quad (2)$$

حيث ان:

$L_0$ : الطلب الكيموحيوي الكربوني الأقصى للنهر في موقع تصريف الملوث إلى النهر بعد مزج الملوثات مع مياه النهر.

$K_r$ : معامل إزالة الطلب الكيموحيوي (مجموع الإزالة بسبب الترسبات ( $K_3$ ) وبسبب الأوكسدة ( $K_d$ )). (Shammas, et.al., 2010).

بتعويض قيمة  $L$  من معادلة (2) في معادلة (3) ينتج:

$$\frac{dD}{dt} = K_d L_0 10^{-K_1 t} - K_2 D \quad (3)$$

بتكامل المعادلة أعلاه وتعويض الشروط الحدودية ( $D = D_0$  و  $t = 0$ ) حيث أن  $D_0$  هو النقصان في تركيز الأوكسجين المذاب الابتدائي، ينتج:

$$D = \frac{K_d L_0}{K_2 - K_1} (10^{-K_1 t} - 10^{-K_2 t}) + D_0 10^{-K_2 t} \quad (4)$$

تستعمل المعادلة رقم (4) في حساب النقص في تركيز الأوكسجين عند أي موقع خلال النهر، عندما لا يوجد هناك ترسيب في النهر فإن ( $K_r = K_d$ ). وعندما تكون هناك صعوبة في حساب  $K_d$  في مواقع النهر المختلفة، فإن قيمة  $K_d$  ممكن أن تساوي المرحلة الأولى لمعدل ثابت الطلب الكيموحيوي ( $K_1$ ). وبذلك فإن معادلة رقم (4) تصبح كالآتي:

$$D = \frac{K_1 L_0}{K_2 - K_1} (10^{-K_1 t} - 10^{-K_2 t}) + D_0 10^{-K_2 t} \quad (5)$$

تسمى المعادلة رقم (5) بمعادلة ستريتر فيليبس (Streeter-Phelps) التي تستخدم للتنبؤ بتركيز الأوكسجين في النهر. أن أعظم نقصان في تركيز الأوكسجين المذاب يحصل بعد زمن معين يسمى الزمن الحرج ( $t_c$ )، ويمكن استخراج الزمن الحرج بوضع المشتقة الأولى تساوي صفر ( $dD/dt = 0$ )، ينتج:

$$t_c = \frac{1}{K_1 (f-1)} \log \left\{ f \left[ 1 - (f-1) \frac{D_0}{L_0} \right] \right\} \quad (6)$$

حيث أن  $f$  هو ثابت التنقية الذاتية ويساوي النسبة بين  $K_2$  إلى  $K_1$ . يمكن استخراج مقدار النقص الأعظم في تركيز الأوكسجين المذاب ( $D_c$ ) بعد استخراج الزمن الحرج من المعادلة التالية:

$$D_c = \frac{K_1 L_0}{K_2 - K_1} (10^{-K_1 t_c} - 10^{-K_2 t_c}) + D_0 10^{-K_2 t_c} \quad (7)$$

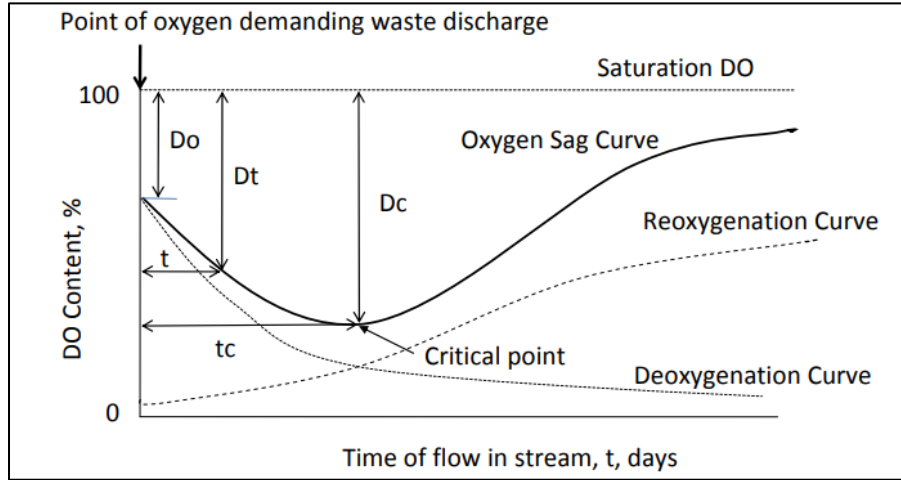
ولحساب الزمن ( $t_i$ ) الذي يحصل عنده التواء المنحني (نقطة الانقلاب في المنحني)، يتم بوضع المشتقة الثانية تساوي صفر ( $d^2D/dt^2 = 0$ )، ينتج:

$$t_i = t_c + \frac{\log f}{K_1 (f-1)} \quad (8)$$

أن مقدار النقص في تركيز الأوكسجين المذاب عند نقطة الانقلاب ( $D_i$ ) في الزمن ( $t_i$ ) يمكن حسابه من المعادلة التالية (Akoka, 2012):

$$D_i = \frac{K_1 L_0}{K_2 - K_1} (10^{-K_1 t_i} - 10^{-K_2 t_i}) + D_0 10^{-K_2 t_i} \quad (9)$$

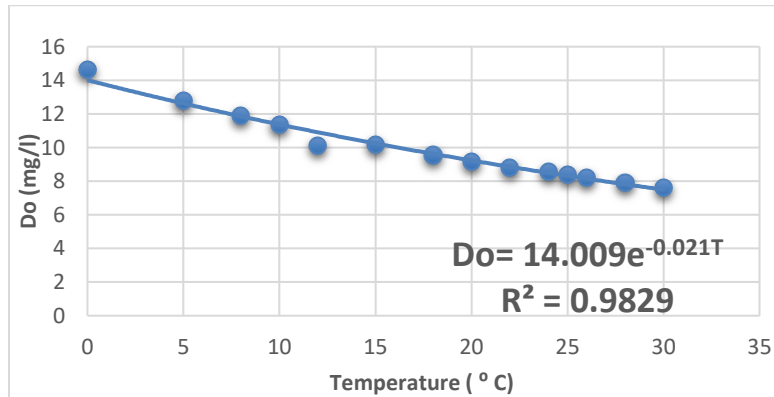
ويمثل الشكل (2) منحنى تدلي الأوكسجين المذاب في النهر.



شكل (2) : منحنى التدلي للأوكسجين المذاب (Sag Curve)

## 5.2 العلاقة بين تركيز الأوكسجين المشبع ودرجات الحرارة

ان كمية الأوكسجين الذائب في مجرى مائي أو بحيرة تعد مؤشرا على صحة المجرى وقدرته على دعم نظام إيكولوجي مائي متوازن. ويأتي الأوكسجين من الغلاف الجوي بالذوبان ومن التمثيل الغذائي الذي تقوم به النباتات المائية. ويطلق على أقصى كمية يمكن أن تكون ذائبة في المجرى بتركيز التشبع، وترتبط بدرجة الحرارة فعندما ترتفع درجة الحرارة تقل كمية التشبع. كما ويتسبب طرد المخلفات العضوية في المجاري المائية في زيادة الطلب على الأوكسجين في المجرى، فإذا كانت هناك كمية مفرطة من المادة العضوية فإن البكتريا تستهلك الأوكسجين بمعدل أسرع من معدل تجده عن طريق أكسدة المخلفات. والشكل (3) يوضح العلاقة بين تركيز الأوكسجين المشبع ودرجات الحرارة.



شكل (3): العلاقة بين محتوى الأوكسجين المشبع ودرجات الحرارة

### 3. النتائج والمناقشة

تم دراسة تأثير موقعين لتصريف مخلفات الصرف الصحي على نهر الفرات وهما مجاري الهندية ومجاري طويريج، حيث تطبيق معادلة ستريتر فيليبس (Streeter-Phelps) لمعرفة المسافة التي يتطلبها الجريان للوصول الى حالة التطهير الذاتي للنهر (نقطة التواء المنحني). تم اختيار عدة سيناريوات لتصريف نهر الفرات وهي 150، 170، 200، 315 م<sup>3</sup>/ثانية عند ملتقى مجاري الهندية- فرات و150، 170، 200 م<sup>3</sup>/ثانية عند ملتقى مجاري طويريج- فرات. كذلك تم اختيار عدة سيناريوات لتصريف مخلفات الصرف الصحي وهي 5، 6، 8، 10 م<sup>3</sup>/ثانية لكلا الموقعين.

#### 3.1 تأثير مجاري الهندية على نهر الفرات

الجدول (1) يوضح قيم درجات الحرارة، BOD، Do، ومعدل السرعة بين الملتقى (بعد المزج). بينما يوضح الجدول (2) قيم الزمن الحرج التي يكون عندها النهر بأعظم نقصان في تركيز الاوكسجين المذاب وكذلك زمن التواء المنحني وتركيز الاوكسجين المذاب عند الالتواء (تعافي النهر) بعدة سيناريوات. بينما الاشكال (4، 5، 6، 7) توضح منحنى التدلي للأوكسجين المذاب لعدة سيناريوات من التصريف ولعدة سيناريوات لتصريف مخلفات الصرف الصحي. تقع المجاري خلف محطة الوقود في ناحية السدة وكثير من المجاري الملحقة قبلها وتطرح المخلفات الى نهر الفرات عن طريق انبوب قطره متر واحد وبالاحداثيات (x= 430917, Y = 3618055).

جدول (1) قيم درجة الحرارة، الاوكسجين المذاب، الاحتياج البيولوجي للأوكسجين ، معدل السرعة والتصريف لملتقى مجاري الهندية- الفرات لعدة سيناريوات.

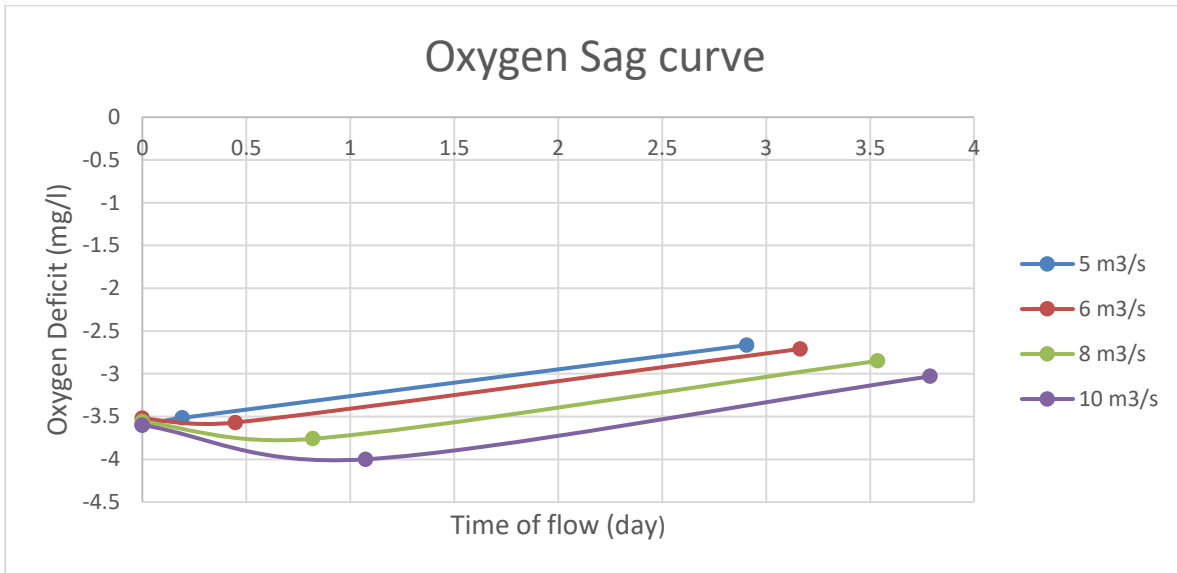
Av. Velocity (m/s)	Do (mg/l) (mix)	BOD (mg/l) (mix)	Temperature Water (°C) (mix)	تصريف مجاري سدة الهندية (m <sup>3</sup> /s)	تصريف نهر الفرات
0.57	4.16	6.03	28.75	5	150
0.57	4.14	6.52	28.76	6	
0.57	4.1	7.47	28.78	8	
0.57	4.05	8.4	28.8	10	
0.57	4.18	5.74	28.74	5	170
0.57	4.16	6.17	28.75	6	
0.57	4.12	7.02	28.77	8	
0.57	4.08	7.86	28.78	10	
0.57	4.19	5.41	28.73	5	200
0.57	4.17	5.78	28.74	6	
0.57	4.14	6.51	28.76	8	
0.57	4.11	7.23	28.77	10	



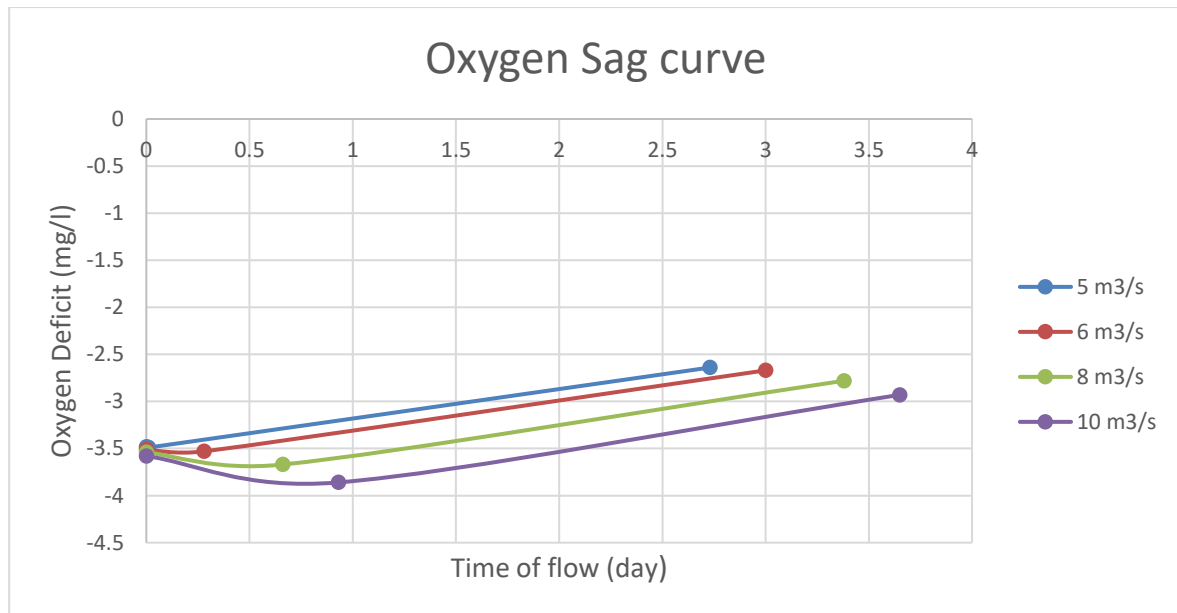
0.57	4.22	4.72	28.72	5	315
0.57	4.21	4.96	28.73	6	
0.57	4.19	5.44	28.74	8	
0.57	4.17	5.91	28.75	10	

جدول (2) قيم التصريف، الزمن الحرج، النقص الأعظم في تركيز الأوكسجين المذاب، زمن التواء المنحني وتركيز الأوكسجين المذاب عند الالتواء في ملتقى مجاري الهندية- الفرات ولعدة سيناريوهات.

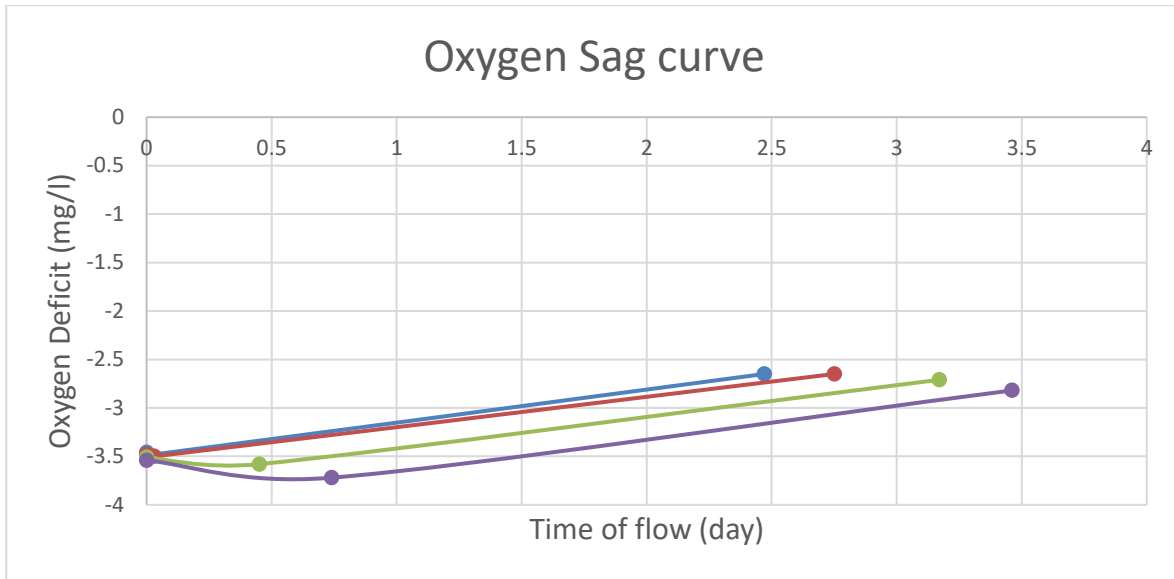
Di(mg/l)	ti(day)	Dc(mg/l)	tc(day)	تصريف مجاري سدة الهندية (m <sup>3</sup> /s)	تصريف نهر الفرات (m <sup>3</sup> /s)
2.67	2.91	3.52	0.19	5	150
2.71	3.16	3.58	0.45	6	
2.86	3.54	3.77	0.82	8	
3.03	3.79	4	1.07	10	
2.64	2.73	3.49	0.01	5	170
2.67	3.00	3.53	0.28	6	
2.78	3.38	3.67	0.66	8	
2.93	3.65	3.86	0.93	10	
2.65	2.47	3.49	0	5	200
2.65	2.75	3.5	0.03	6	
2.71	3.17	3.58	0.45	8	
2.82	3.46	3.72	0.74	10	
2.75	1.7	3.63	0	5	315
2.69	2.02	3.55	0	6	
2.64	2.5	3.49	0	8	
2.65	2.84	3.5	0.12	10	



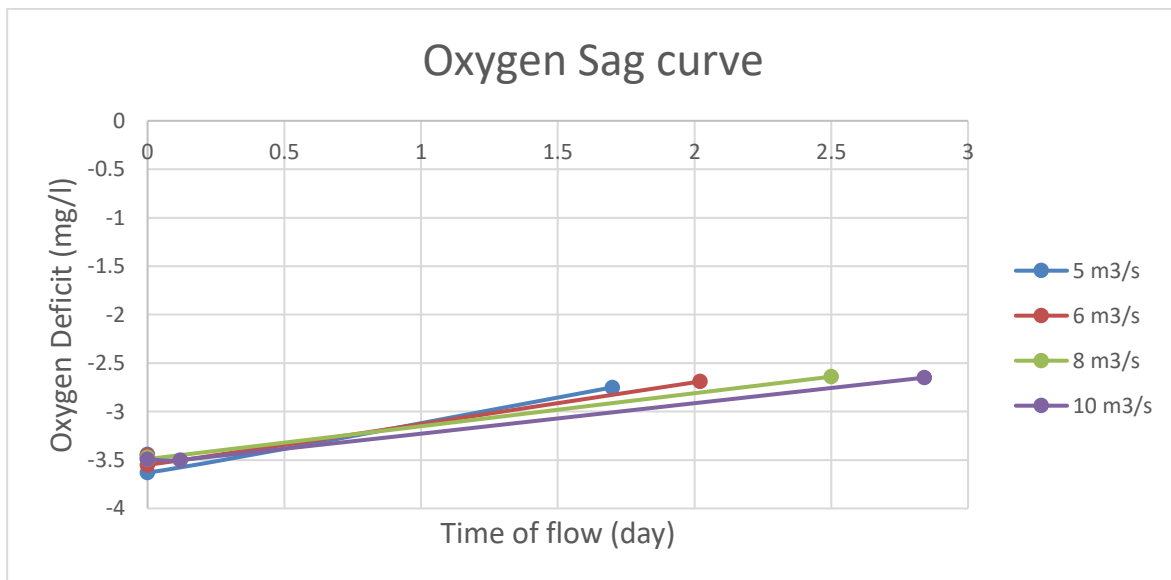
شكل (4) : منحنى التمدلي للأوكسجين المذاب لتصريف 150 م<sup>3</sup>/ثانية لعدة سيناريوهات لتصريف مخلفات الصرف الصحي.



شكل (5) منحنى التمدلي للأوكسجين المذاب لتصريف 170 م<sup>3</sup>/ثانية لعدة سيناريوهات لتصريف مخلفات الصرف الصحي.



شكل (6) منحنى التبدل للأوكسجين المذاب لتصريف 200 م<sup>3</sup>/ثانية لعدة سيناريوهات لتصريف مخلفات الصرف الصحي.



شكل (7) منحنى التبدل للأوكسجين المذاب لتصريف 315 م<sup>3</sup>/ثانية لعدة سيناريوهات لتصريف مخلفات الصرف الصحي.

### 3. 2 تأثير مجاري طويريج على نهر الفرات

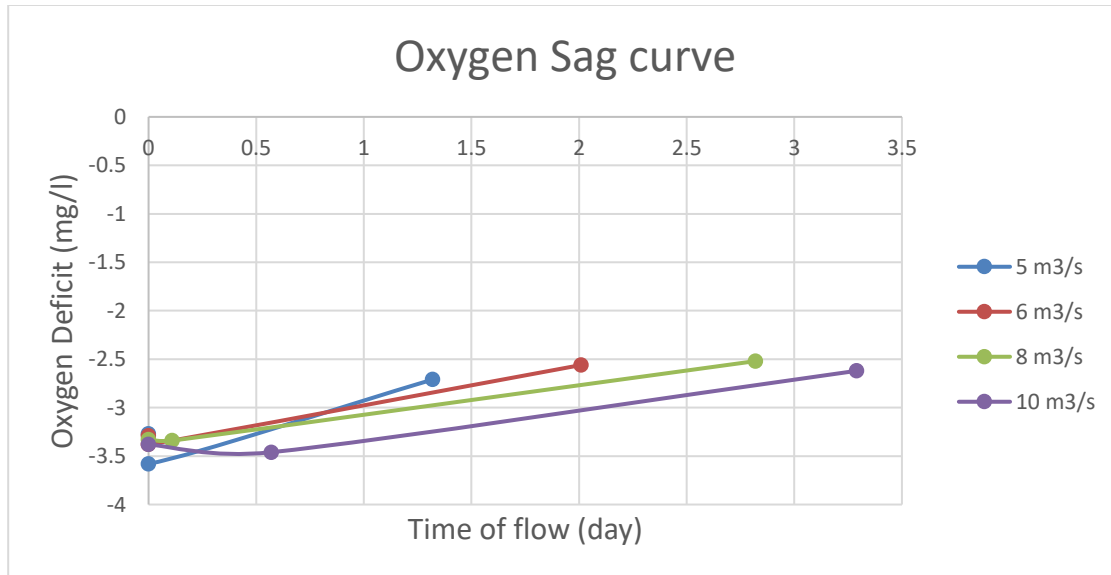
الجدول (3) يوضح قيم درجات الحرارة، BOD، DO، ومعدل السرعة بين الملتقى (بعد المزج). بينما يوضح الجدول (4) قيم الزمن الحرج التي يكون عندها النهر بأعظم نقصان في تركيز الاوكسجين المذاب وكذلك زمن التواء المنحني وتركيز الاوكسجين المذاب عند الالتواء (تعافي النهر) بعدة سيناريوات. بينما الاشكال (8،9،10) توضح منحنى التدلي للأوكسجين المذاب لعدة سيناريوات من التصريف ولعدة سيناريوات لتصريف مخلفات الصرف الصحي. ان المجاري تقع بين جسر طويريج القديم وجسر طويريج الجديد وتطرح مخلفاتها الى نهر الفرات عن طريق انبوب يقع بالاحداثيات (x= 427600, Y= 3600193).

جدول (3): قيم درجة الحرارة، الاوكسجين المذاب، الاحتياج البيولوجي للأوكسجين ، معدل السرعة والتصريف لملتقى مجاري طويريج- الفرات لعدة سيناريوات.

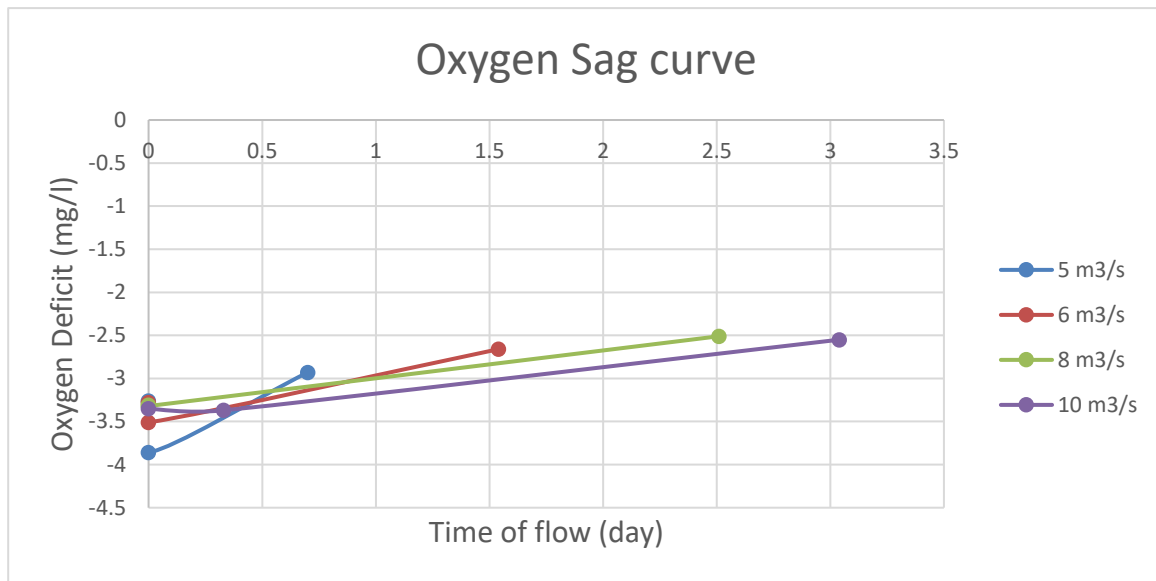
Av. Velocity (m/s)	Do (mg/l) (mix)	BOD (mg/l) (mix)	Temperature Water (°C) (mix)	تصريف مجاري طويريج (m <sup>3</sup> /s)	تصريف نهر الفرات
0.57	4.41	4.27	28.6	5	150
0.57	4.4	4.72	28.61	6	
0.57	4.35	5.62	28.62	8	
0.57	4.3	6.5	28.64	10	
0.57	4.42	4	28.58	5	170
0.57	4.4	4.4	28.6	6	
0.57	4.37	5.2	28.61	8	
0.57	4.33	5.98	28.63	10	
0.57	4.44	3.69	28.57	5	200
0.57	4.42	4.04	28.58	6	
0.57	4.39	4.72	28.6	8	
0.57	4.36	5.4	28.61	10	

جدول (4): قيم التصريف، الزمن الحرج، النقص الأعظم في تركيز الأوكسجين المذاب، زمن التواء المنحني وتركيز الأوكسجين المذاب عند الالتواء في ملتقى مجاري الهندية- الفرات لعدة سيناريوهات.

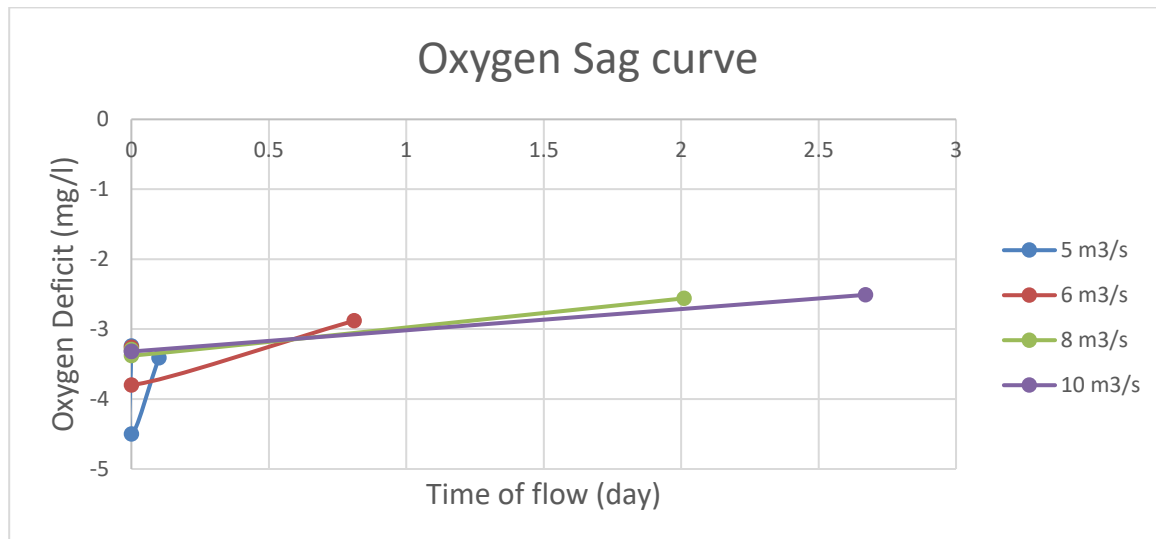
Di(mg/l)	ti(day)	Dc(mg/l)	tc(day)	تصريف مجاري طويريج (m <sup>3</sup> /s)	تصريف نهر الفرات (m <sup>3</sup> /s)
2.71	1.32	3.58	0	5	150
2.56	2.01	3.38	0	6	
2.52	2.82	3.33	0.11	8	
2.62	3.29	3.46	0.57	10	
2.93	0.7	3.86	0	5	170
2.66	1.54	3.51	0	6	
2.51	2.51	3.32	0	8	
2.55	3.04	3.37	0.33	10	
3.41	0	4.5	0	5	200
2.88	0.81	3.8	0	6	
2.56	2.01	3.38	0	8	
2.51	2.67	3.32	0	10	



شكل (8) : منحني التذلي للأوكسجين المذاب لتصريف 150 م<sup>3</sup>/ثانية لعدة سيناريوهات لتصريف مخلفات الصرف الصحي.

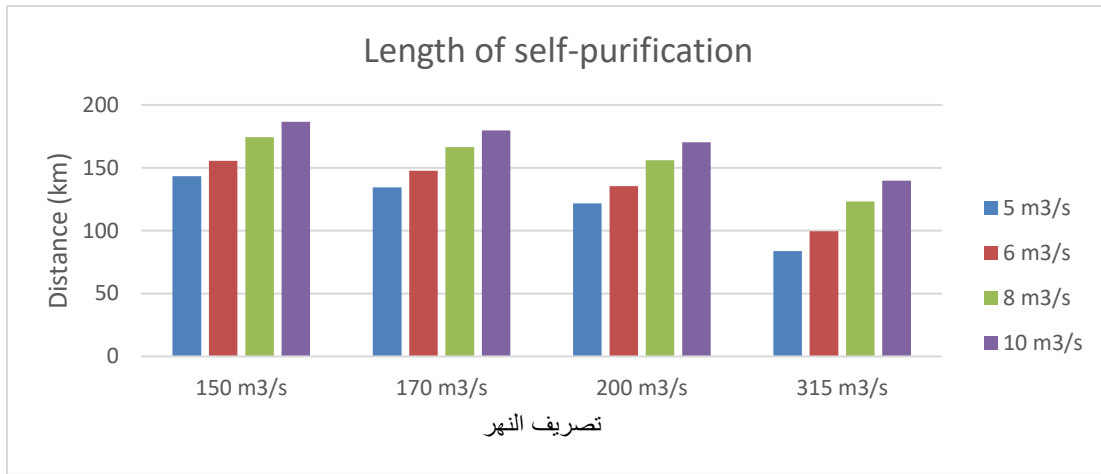


شكل (9) : منحنى التمدلي للأوكسجين المذاب لتصريف 170 م<sup>3</sup>/ثانية لعدة سيناريوهات لتصريف مخلفات الصرف الصحي.

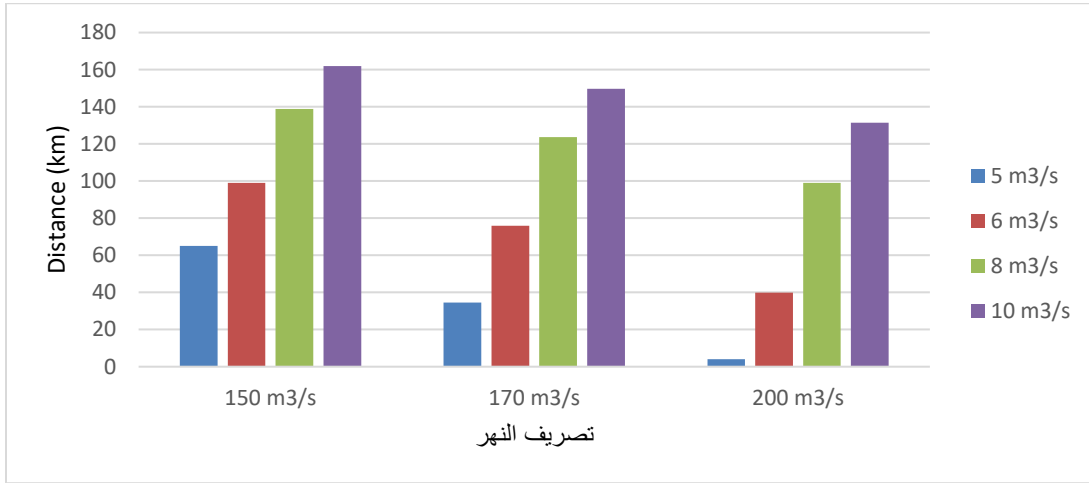


شكل (10) : منحنى التمدلي للأوكسجين المذاب لتصريف 200 م<sup>3</sup>/ثانية لعدة سيناريوهات لتصريف مخلفات الصرف الصحي.

تبين النتائج اعلاه ان المسافة المطلوبة للوصول الى حالة تعافي النهر تقل بازيد تصريف النهر. بينما تزداد المسافة بازيد تصريف مخلفات الصرف الصحي ضمن تصريف معين. حيث كانت المسافة التي يقطعها الجريان للوصول الى حالة التطهير الذاتي عندما يكون تصريف النهر  $150 \text{ م}^3/\text{ثانية}$  وتصريف مخلفات الصرف الصحي لمجري الهندية  $5 \text{ م}^3/\text{ثانية}$  هي  $143 \text{ كم}$  بينما كانت المسافة  $186 \text{ كم}$  عندما يكون تصريف المخلفات  $10 \text{ م}^3/\text{ثانية}$  وضمن تصريف النهر نفسه. في حين تقل هذه المسافات بازيد تصريف النهر وصولا الى السيناريو الرابع ذو التصريف  $315 \text{ م}^3/\text{ثانية}$ . بينما كانت المسافة التي يقطعها الجريان للوصول الى حالة التطهير الذاتي عندما يكون تصريف النهر  $150 \text{ م}^3/\text{ثانية}$  وتصريف مخلفات الصرف الصحي لمجري طويريج  $5 \text{ م}^3/\text{ثانية}$  هي  $65 \text{ كم}$  بينما كانت المسافة  $162 \text{ كم}$  عندما يكون تصريف المخلفات  $10 \text{ م}^3/\text{ثا}$  وضمن تصريف النهر نفسه. الشكل (11) يوضح المسافات المطلوبة للوصول الى حالة تعافي النهر لعدة سيناريوهات من تصريف نهر الفرات ولعدة سيناريوهات من تصريف مخلفات الصرف الصحي لمجري الهندية. بينما يوضح الشكل (12) المسافات المطلوبة للوصول الى حالة تعافي النهر لعدة سيناريوهات من تصريف نهر الفرات ولعدة سيناريوهات من تصريف مخلفات الصرف الصحي لمجري طويريج.



شكل (11): المسافات المطلوبة للوصول الى حالة التطهير الذاتي للنهر ولعدة سيناريوهات موقع مؤخر سدة الهندية.



شكل (12) : المسافات المطلوبة للوصول الى حالة التطهير الذاتي للنهر ولعدة سيناريوهات موقع الفرات في طويريج.

#### 4. الاستنتاجات

تم استخدام معادلة ستريتر فليبس (Streeter-Phelps) للتحري عن النقطة الحرجة (Critical Point) التي يكون عندها النقص في تركيز الاوكسجين اعظم ما يمكن، وكذلك نقطة الالتواء (Inflection Point) التي يبدأ عندها النهر بالتعافي ويعود تدريجيا الى حالته الطبيعية. حيث بينت النتائج ان اعظم نقص في تركيز الاوكسجين هي 4 mg/l عندما كان تصريف نهر الفرات 150 m³/s وتصريف مجاري سدة الهندية 10 m³/s، بينما كان اعظم نقص 4.5 mg/l عندما كان تصريف نهر الفرات 200 m³/s وتصريف مجاري طويريج 5 m³/s، كذلك بينت نتائج الدراسة الحالية ان مسافة التطهير الذاتي المطلوبة تقل كلما ازداد تصريف النهر وتزداد كلما ازداد تركيز وتصريف الملوث. حيث كانت المسافة التي يقطعها الجريان للوصول الى حالة التطهير الذاتي عندما يكون تصريف النهر 150 م³/ثانية وتصريف مخلفات الصرف الصحي لمجاري الهندية 5 م³/ثانية هي 143 كم وتقل هذه المسافات بازياد تصريف النهر وصولا الى السيناريو الرابع ذو التصريف 315 م³/ثانية. بينما كانت المسافة التي يقطعها الجريان للوصول الى حالة التطهير الذاتي عندما يكون تصريف النهر 150 م³/ثانية وتصريف مخلفات الصرف الصحي لمجاري طويريج 5 م³/ثانية هي 65 كم بينما كانت المسافة 162 كم عندما يكون تصريف المخلفات 10 م³/ثا وضمن تصريف النهر نفسه.

#### 5. التوصيات

1. معالجة مياه المجاري والمبازل قبل طرحها الى مجرى النهر.
2. متابعة تصارييف الملوثات وتصارييف النهر بشكل دوري لمعرفة مدى تأثير الملوث في النهر.
3. تنصيب محطات اسالة المياه على مسافة ابعد من نقطة تعافي النهر (نقطة الالتواء).



4. عدم جعل مصبات الملوثات قريبة من بعضها ليتمكن النهر من اعادة نشاطه ووضعها ضمن اسس بيئة محددة من قبل وزارة البيئة.

#### المصادر

Adlan, N.H. and Al-Abbawy, D.A., Changes in Physicochemical Characteristics of Water along Shatt Al-Arab River.

Akoka, Y., 2012. Re-aeration coefficient modeling: a case study of river Atuwara in Nigeria. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(10), pp.1237-1243.

Al Bomola, A., 2011. Temporal and spatial changes in water quality of the Euphrates river-Iraq. *TVVR11/5013*.

Al kindi, g.y., hussain, t.a. and abed, a.n., 2021. Application of a one-dimensional steady state model for simulation the water quality in tigris river. *Journal of Engineering Science and Technology*, 16(6), pp.4638-4649.

Ismail, A., Shareef, M., Hussein, H., Salman, H., Kadhim, N., Salim, A. and Matar, A., 2022. Two-dimensional simulation of pollutant dispersion at the confluence of Diyala river with Tigris river using CFD technique. *Journal of Water Resources and Geosciences*, 1(2), pp.85-100.

Phelps, E.B. and Streeter, H.W., 1958. *A study of the pollution and natural purification of the Ohio River*. US Department of Health, Education, & Welfare.

Rabeea, M.A., Al-Heety, A.J., Mohammed, M.I., Fayydh, A.M. and Elhag, M., 2021. Impact of Hijlan Creek springs on water quality of the Euphrates River and the hydrochemical characterization of the contamination plumes. *Environmental Earth Sciences*, 80(15), pp.1-15.

Shammas, N.K. and Wang, L.K., 2010. *Fair, Geyer, and Okun's, Water and Wastewater Engineering: Water Supply and Wastewater Removal*. John Wiley and Sons.

Whitehead, P.G. and Lack, T. eds., 1982. *Dispersion and Self-Purification of Pollutants in Surface Water Systems: A Contribution to the International Hydrological Programme* (Vol. 99). United Nations Educational.

Zubaidah, T., Karnaningroem, N. and Slamet, A., 2019. The self-purification ability in the rivers of Banjarmasin, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 20(2).