التكيّفات الفسيولوجية والتشوّهات التشريحية الطارئة على بعض المكونات الفيزيائيّة والبنائيّة للجهاز التنفسي للعلاجيم القاطنة في البيئة الملوثة لنهر الكارون

تاريخ الاستلام : 2014/11/11 تاريخ القبول :2015/1/21

عبد الصمد عليوي حسن

اختصاصي فسيولوجيا الأنسجة/ كلية العلوم/ جامعة المثنى

الخلاصة *Abstract*:

كشفت نتائج البحث الحالي عن وجود تغييرات تشريحية على المستوى التصميمي في أنوف العلاجيم الإيرانية المتأثرة بالبيئة الملوّثة لنهر الكارون وما ترتّب عليها من إحداث تكيّفات فسيولوجية خضعت لمعادلات فيزيائية– حياتيّة ثابتة بغية حفظ الأستتباب الداخلي والحياتي لهذه الحيوانات. فقد أظهرت إحدى نتائج الدراسة الراهنة أن أنصاف أقطار فتحات أنوف الضفادع اتسعت بمقدار 0.068-0.07 ملم وبشكل شبه متدرج على طول هذه الأنوف القصيرة. من جهة ثانية تمحورت التعديلات الفسيولوجية للضفادع في زيادة حجم وضغط الغازات الداخلة عبر الممرات المتحوّرة بما يسهم في موازنة نسبة الأوكسجين الناقصة في بيئة النهر مع تغيّر في قيم ثوابت المعادلات ذات العلاقة بهذه الحالة.

يستنتج من محصّلة هذه الدراسة أن الضفادع الأيرانية التي تعدّ دوليّاً فريدة من نوعها، عانت بعض التشوهات التشريحية التي ساهمت بدورها الى حدّ ما في تعويض النقص الحاصل في نسبة الأوكسجين الضروري للفعاليات الحيوية ضمن بيئة النهر موضع الدراسة وهذا ما سيفتح الباب أمام دراسات مشابهة في الأنسان وغيره من الكائنات الحية لمعرفة تأثرهم بالبيئة الملوّثة لمياه الأنهر وما سيطرأ على أعضاؤهم من تكيّفات بفعل هذه التلوّث.

كلمات مفتاحية: الضفادع والعلاجيم، نهر الكارون، الجهاز التنفسي، التكيفات والتغيرات الفسلجية والنسيجية، التلوث.

Physiology Classification QP1- (345)

المقدمة *Introduction*:

تصنّف الضفادع والعلاجيم *frogs & toads* (الحيوانات قيد الدراسة الحالية) كبرمائيات تقع ضمن رتبة اللاذيليات *anura* أو القافزات كما يبدو لنا تسميتها أحياناً. ومن أهم المميزات التشريحيّة لهذا الحيوان هي جسمه القصير وأطرافه المكففة وعيونها البارزة وغياب ذيولها. كما صممت أجسادها من الناحية الهندسية لتلائم وظيفة القفز التي تمارسها دائماً، أضف الى أن جلودها النفاذة جعلتها تقطن الأماكن الرطبة ناهيك عن أنها تضع بيوضها في البرك والبحيرات، ويرقاتها أو كما تدعى بالشراغف *tadpole*، تتطور فيها الخياشيم وتعيش في المياه. أمّا بخصوص أهم صفاتها البيولوجية فأن غذائها في الغالب يكون حيوانياً، وهي تضمّ من ناحية التنوع أكثر من 5000

نوع بعضها نشأ قبل أكثر من 250 مليون سنة واليوم ينحدر بعضها نحو الانقراض بالفعل وبعضها قد إنقرض. ومن أهم مايميز الضفادع هو أنها ثنائية الجنس وتتكاثر بوضع البيوض التي تنمو فيما بعد الى شراغيف تكمل مسيرة حياتها في المياه والبر[1].

تعدّ عملية التنفس *respiration* فعالية فسلجيّة ضروريّة ومقوّمة لحياة العلجوم قيد الدراسة الحاليّة. وبما إن هذا النوع من المخلوقات يعدّ حيواناً برمائياً من الناحيتين التطورية والفعليّة، لذا توجّب إمتلاكه أكثر من وسيلة واحدة ليتمكن من خلالها مواكبة البيئتين اللتين يتنقل بينهما. فجلد الضفدع *skin* يكون رقيقاً ومجهّزاً بعدد كبير من الأوعية الدمويّة الشعريّة بما يجعله نفاذاً للأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون، وبذا فأن بمقدوره التنفس داخل الماء. والوسيلة الأخرى هي الرئتين *lung* عندما يقفز الحيوان الى الحياة البريّة، وهذه العضو يبدو مشابهاً لذلك الذي في الإنسان عدا أنها تسند بواسطة حركات الدفع الأنتشاري المعتاد. بعض الأبحاث المتقدمة وجدت أن جزءاً آخر وهو بطانة الفم نفسها تكون موقعا لعملية التنفس وتبادل الغازات قبيل التطوّر الكامل لرئة الضفدع. على العموم فأن عملية التنفس من الناحية الفسلجيّة تعتمد على توافر غازات التنفس بشكلها المتكافئ ومناسيبها المتوازنة إذ أن أي خلل في قيم وتراكيز هذه الغازات في البيئات المتعددة التي تحكم هذا الحيوان سيفضي بدوره الى مشاكل متعلقة بهذه العملية تلقي بضلالها على حياة هذا الحيوان[2].

يعتبر نهر الكارون (موقع الدراسة الحالية) من الأنهر الأيرانية التي تعجّ بمعظم النفايات السائلة المضرّة، وهو حالياً يستخدم للملاحة فقط. طوله 590 ميلا (950 كم)، ينبع من جبال زردكوه في حي بختياري في نطاق زاغروس، وتلقي العديد من الروافد محتواها فيه، مثل كوهرانج وديز قبل أن يمر عبر عاصمة مقاطعة خوزستان في إيران، مدينة الأهواز ويستمر في الأتجاه نحو مياه الخليج، حيث يتفرع إلى فرعين في المقام الأول ضمن دلتاه وهما؛ باهمانشير والحفار الذي سيلتحق بدوره بشط العرب في العراق. ومن الناحية الجغرافية والطوبوغرافية يعدّ هذا النهر كمجرى مائي طبيعي، من المفروض أن تكون مياهه عذبة، ويصبّ بالتالي في محيط أو بحيرة أو بحر أو نهر آخر. والنهر هو جزء من الدورة الهيدرولوجية البيئية، حيث يتم جمع المياه في النهر من خلال احواض الصرف ومياه الأمطار ومصادر أخرى مثل المياه الجوفية والينابيع، والإفراج عن المياه المخزونة في الجليد الطبيعي وركامات الثلج (على سبيل المثال، من الأنهار الجليدية). كما تتواجد في هذا النهر الكثير من الأحياء التي إنتشرت منذ فترات بعيدة لتستوطن فيه أو تنتقل عبره كونه أعتبر سلفاً من أنهار المياه العذبة ويزخر بالعديد من النباتات واللافقريات التي تستخدمها تلك الحيوانات كغذاء تقتات عليه يوميّاً[3،4،5].

إنّ تلوّث الأنهر مياه الأنهر *water pollution* يعدّ مشكلة عالميّة خطيرة ومهدّدة لمختلف أشكال الحياة فيها. ولقد حددت وكالات حماية البيئة العالميّة *world environmental protection agencies* أهم الملوّثات الرئيسيّة للأنهر والبحيرات ومصبّات الأنهار لتتمثل بالأسمدة والإضافات الزراعيّة، وإنسياب المياه من المناطق الحضرية، والعواصف الموسميّة، ومصادر النفايات البلدية والأشعة الكونيّة، أمّا ملوّثات الدرجة الثانية فتشمل المبيدات، والمعادن والنترات والمذيبات، كما أنّ بعض الظواهر الطبيعية الطارئة مثل البراكين، والطحالب، والعواصف، والزلازل تتسبب بحصول تغيرات كبيرة في نوعية المياه والوضع البيئي لتلك المياه. مهما يكن فمجرّد إعتبار تلوّث المياه مشكلة عالمية كبرى يتطلب التقييم المستمر والمراجعة لسياسة الموارد المائية

على جميع المستويات (الدولية وصولا الى المياه الجوفية والآبار الفردية)، لأنه قد اقترح أن هذا التلوّث هو السبب الرئيسي للوفيات في العالم والأمراض وأنه مسؤول عن وفاة أكثر من 14000 شخص يوميا. ويقدّر تلوث المياه عادةً بمعاينة مستوى الملوثات البشرية المؤثرة فيه أو أنه غير مؤهّل للأستخدام بواسطة الإنسان كماء صالح للشرب، أو خضوع الأنهر لعملية تحول ملحوظ في قدرتها على دعم مجتمعاتها الحيوية المكونة لها، مثل الأسماك والبرمائيات[6،7].

تتوزع الضفادع حسب نوعها بشكل تصاعدي من المناطق شبه القطبية إلى المناطق الاستوائية حيث يزداد تنوّعها مقارنة بتلك القابعة في المناطق المداريّة. وعلاقة هذا الحيوان بمياه الأنهار العذبة تعتبر علاقة أصيلة يتأثر فيها الضيف بأي متغيرات قد تطرأ سلبياً على بيئة الموقع الذي يقطن فيه أو بالقرب منه كالملوثات القاهرة سواءاً كانت أحادية أو متعدّدة المصدر والتي إن تركزت في مياه الأنهر ستؤثر بشكل سلبي فظّ على الضفادع وباقي الكائنات التي تعيش فيها. وعلى هذا الأساس تمّ تسجيل ثلث أنواع الضفادع الموجودة في العالم ضمن الحيوانات المهدّدة بالأنقراض، كما أنّه قد لوحظ تغيّر خط إنتشارها في المساحات الجغرافيّة للكرة الأرضيّة[8،9،10].

كان الهدف من دراستنا الراهنة هو التحرّي عن أهمّ التغيّرات الحاصلة على المستويين التشريحي والفسلجي في بعض أجزاء الجهاز التنفسي الرئوي في الضفادع القاطنة قرب منطقة الحفّار على الحدود العراقية والناتجة من التدهور الحاصل في الوضع الطبيعي لمياه نهر الكارون ضمن هذه البقعة نتيجة تراكم المزيد من الملوثات وتفاقم مؤثرات ظاهرة التغير المناخي.

المواد وطرق العمل ***Materials and methods:***

طريقة إستحصال الضفادع المعدّة لهذه الدراسة تمّت عن طريق الصيد المباشر بصناعة شباك ذات ثقوب صغيرة بحجم 0.3 سم^2 للثقب الواحد صمّمت خصّيصاً لهذا البحث، إضافة الى ذلك استخدمنا شبكة صيد مصنّعة محلياً من حلقة خشبيّة قطرها 11 سم ومزوّدة بذراع طوله 61 سم وعلّقت بها شبكة ذات ثقوب قطرها 0.5 سم^2.

تصنيف ومعرفة نوع العلاجيم التي تمّ التقاطها لغرض البحث الراهن إعتمدت على المفتاح التصنيفي المستنبط بواسطة Simpson في عام 1961 و Kapoor في عام 2001 والمستخدمان في تعيين نوع وفصيلة الحيوانات[11،12].

عملية حصر وتمييز الحيوانات التي تعاني من تشوّهات وتغيّرات ناجمة عن الظروف البيئية غير المواكبة تمّ من خلال البيئة التي التقطت وانتشلت منها، كما أنّ التفريق تمّ من خلال متابعة العلامات التشريحيّة والفسلجيّة لهذه الحيوانات لفترة إستمرّت خمسة سنوات من 2009 وحتى 2013 علماً أن عدد الضفادع المدروسة بلغ 833 ضفدعاً وعلجوماً منها 333 عوملت كمجموعة سيطرة.

إنّ عمليّة تقدير ومعرفة التغيّرات التشريحيّة لأنوف (مناخر) العلاجيم تضمّن معرفة التغيّر في مساحات وأقطار وحجوم فتحات ومداخل هذا التركيب وذلك باستخدام أسلوبين؛ مسطرة ڤارنير varnier ruler (صنع شركة ATICO Medical Pvt. Ltd الهنديّة) ومن جانب تأكيدي قلعت مقدّمات هذه الأجزاء وبصمت

على الكاربون الورقي (صنع شركة ICC Business Products الأمريكية) حيث قيست بنفس الأداة مارّة الذكر..أما القياس المباشر فكان مهيمناً على الدوام باستخدام مسطرة قياس ملليمترية (صنع شركة Shanghai Orientools co. Ltd الصينيّة) والمجهر التشريحي (صنع شركة Olympus Co. اليابانيّة). كما شملت الدراسة تقدير التغيرات الكميّة في أوزان أجسام ورئات الضفادع وهذا للربط بين التوسعات الصدرية الحاصلة وبين زيادة أوزان هذه الحيوانات إذ أستخدم جهاز الميزان الحساس لهذا الغرض (صنع شركة KERN & SOHN GmbH الألمانيّة).

أعتمدت آليّة الملاحظة الواقعيّة في تسجيل أهم المعاينات المتعلقة بتلبّد واكتساء جلود الحيوانات قيد الدراسة الحالية بطبقات من الوان وملوثات متعدّدة ألقت بظلالها على تأثر الضفادع بالبيئة المحيطة، إذ دوّنت الملاحظات ضمن إرشيف البحث.

فيما يخصّ عمليّة تقدير قيم الأوكسجين في دماء الضفادع قيد التجربة فقد أستخدم جهاز تحليل غازات الدم البيطري VETStat, Electrolyte and Blood Gas Analyzer (صنع في IDEXX Laboratories, Inc. الأمريكية) والذي يعتمد مبدئه الفنّي على قياس الوميض البصري (الضوئي) بواسطة متحسّسات منفصلة تدعى بالأقطاب الضوئيّة.

ابتكرنا في هذه التجربة طريقة خاصّة لتقدير حجم الأوكسجين في رئات الضفادع. ويعتمد هذا الإبتكار على مبدأ الوعاء الذي نصّ عليه Emilio سنة 1974[13] إلاّ أنّ الإضافة الجديدة عليه هي القاعدة الهزّازة لهذا الوعاء. وإعتمد الأسلوب العملي لهذا الأبتكار على مبدأ إستهلاك الأوكسجين بتقنيّة الفقاعات إذ صمّم الجهاز من ماصّة وإسطوانة وقطب واحد. وظيفة الماصّة هي لقياس التغيّر في حجم الغاز ضمن الجهاز المبتكر، أمّا الإسطوانة فتملأ بالماء لغرض تجديد الهواء في الفقاعة وقياس التغيّرات في حجم الرئة، أمّا القطب الوحيد فمهمّته لقياس حجم غازي الأوكسجين في الماء، أما القاعدة صمّمت ليستند عليها الوعاء المبتكر وتحرّكه بلطافة.

بالنسبة لكميّة وحجم الدم في جسم الضفدع محطّ البحث فتمّ حسابها بواسطة الاسطوانة المتدرجة والمخصّصة لقياس السوائل، إذ تمّ سحب الدم وفقاً لما تمّ تطبيقه بواسطة Baranowski-Smith و Smith في سنة 1983[14] حيث تمّ تخدير الحيوان قيد الدراسة ومن ثمّ طعن في قلبه ليستخرج منه الكمّ الأقصى من الدم، بعدها تمّ صبّه في اسطوانة القياس صغيرة الحجم وسجّلت القراءة ودوّنت النتائج. إضافة الى هذا تمّ قياس معيار كريات الدم الحمر باستخدام جهاز تحليل الدم البيطري Coag Dx Analyzer (صنع في IDEXX Laboratories, Inc. الأمريكية) حيث قرئت النتائج مباشرةً.

فيما تعلّق بالتحضيرات النسجيّة لبعض أعضاء الضفدع تمّ إتّباع الأسلوب الذي وضعه Bankroft و Cook في سنة 1984[15] إذ طبّقوا حينها سبعة خطوات هي التثبيت والتجفيف والترويق والطمر والتقطيع والصبّ والصبغ لأجل الحصول على مقاطع نسجيّة واضحة.

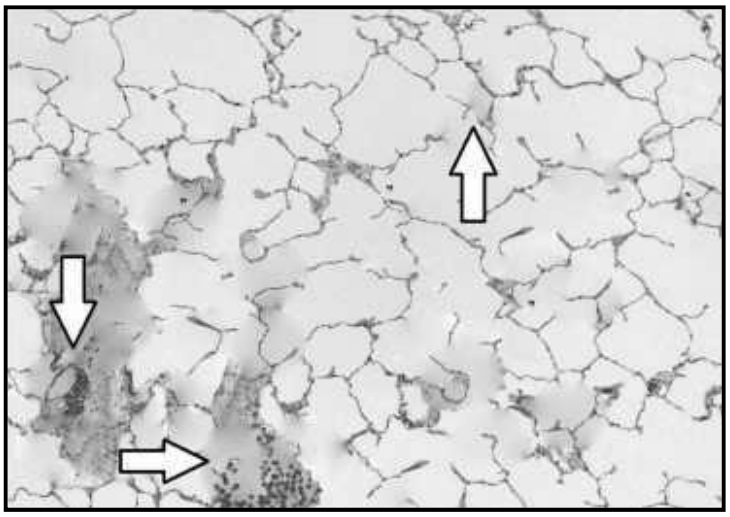
كذلك تمّ قياس بعض المتغيّرات البيئية في مياه النهر موضع البحث، إذ تمّ التقصّي عن نسبة الأوكسجين إعتماداً على طريقة Winkler[16] التي تستند على مبدأ لوني يتكشّف من تفاعل كبريتات المنغنيز مع عيّنة الماء ويلحق بإضافة ايوداید البوتاسيوم الى الخليط. وتضّمنت التحاليل النهريّة أيضاً معرفة أهمّ الملوثات الكيميائيّة في النهر إذ تمّ إستخدام جهاز مطياف الأمتصاص الذرّي

المخطّط graphite furnace atomic absorption spectrometry (صنع شركة Analytik Jena AG الألمانيّة) والذي يعتمد مبدأه الفنّي على قياس الطول الموجي للمادّة المبخّرة إعتماداً على كثافة الضوء الممتص.

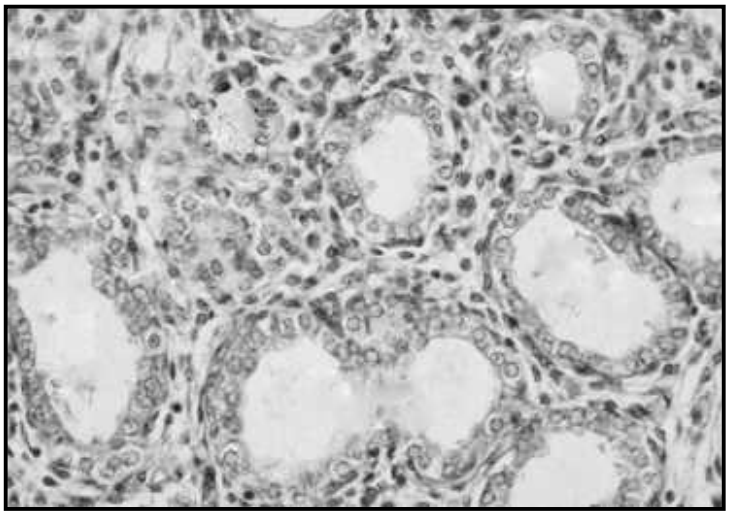
وبعد إستكمال الحصول على النتائج وإدراجها وجدولتها حلّلت إحصائيّاً بتطبيق مربع كاي وتوزيع الطالب تي ومربع كاي[17].

النتائج *Results*:

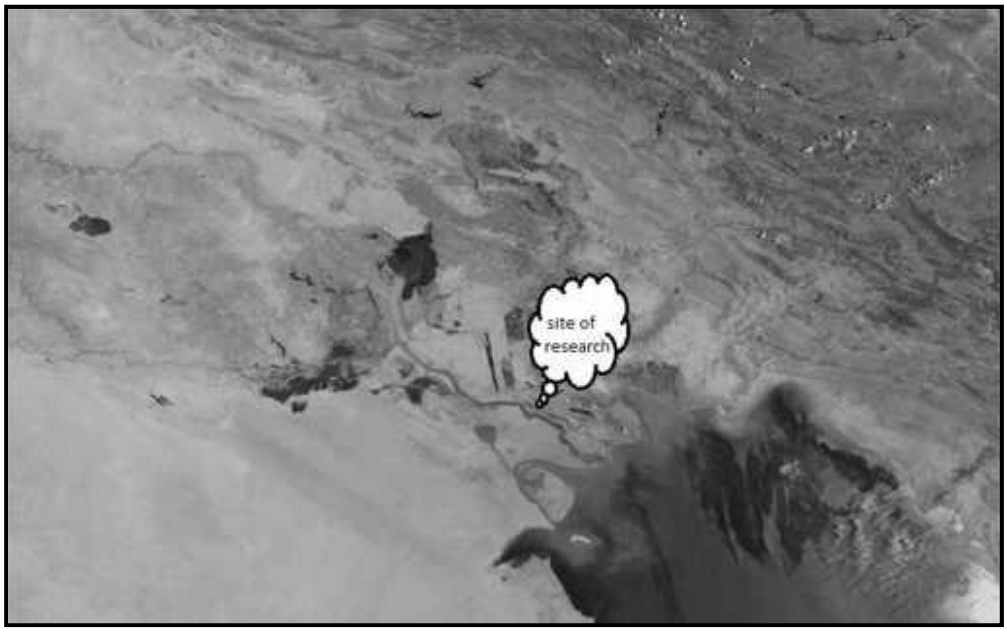
أوضحت مشاهدات المقاطع النسجيّة لرئات الضفادع قيد الدراسة الراهنة أنّها بدت كغرامة الدانتيل بفعل إنتشار الحويصلات الهوائيّة الرقيقة الجدران ضمنها، كما أبانت عمليّات الفحص المجهري الدقيق لتلك الشرائح أنّ الحويصلات الهوائيّة الموجودة تكوّنت من طبقة وحيدة لنسيج طلائي حرشفي بسيط، ويتخلّل المسافة بين الحويصلات رقاقة رابطة مزوّدة بشعيرات دمويّة بطّنت بنسيج طلائي حرشفي بسيط. والصورتين في أدناه توّضحان ما قد تمّ بيانه سلفاً. أنظر الصورتين رقم 1 و 2 في أدناه.



صورة رقم-1: مقطع نسيجي لرئة ضفدع ويبدي ظاهرة غرامة الدانتيل والأغشية الرقيقة. الصبغة المستعملة هيماتوكسلن-آيوسن. قوة التكبير X 100.



صورة رقم-2: مقطع نسيجي لرئة ضفدع يوضّح الجدران الرقيقة والحويصلات الهوائيّة وبعض الشعيرات الدمويّة. الصبغة المستعملة هيماتوكسلن-آيوسن. قوة التكبير X 300.



صورة رقم-3: موقع الدراسة الحالية في منطقة الحفار التقطت عبر الأقمار الصناعية ووضعت علامة الهدف بطريقة الكترونية

نتائج عمليّات القياس والميزان تمخضّت عن حضور زيادة واضحة في وزن رئة الضفادع على مستوى الاحتمالية القياسي، إذ سجّل متوسّط معدّل وزن الرئة قيمة مقدارها 0.91% من الوزن الكلّي لجسم الضفدع حيث تراوحت قيم الأوزان الكليّة لهذه الأعضاء بين 0.7 %- 0.99 % غم من أوزان عينات الضفادع الكليّة التي أخذت منها الرئات التي تمّ وزنها مع ملاحظة تركز معظم هذه الأوزان حول القيم العليا من حيث الترتيب. وفي نفس السياق، أظهرت قياسات أبعاد أقطار مناخر العيّنات رهن البحث الحالي زيادةً معنويّة واضحة إذ سجّلت قراءة متوسّطها قيمة مقدارها 0.0695 ملم.

لقد سجّل معيار كريات الدم الحمرإرتفاعاً واضحاً بلغ 1.01×10^6 في وقت كانت النسب الطبيعيّة لهذا المعيار 0.9×10^6، إذ تزامن هذا الإرتفاع في القيم الكميّة لمكوّن الدم هذا مع لإرتفاع منسوب الدم الحجمي والذي بلغ 2.2 غم من وزن الجسم والبالغ 30 غم.

أضحت نتائج تحاليل المعايير المعبّرة عن تلوّث مياه نهر الكارون متجاوزةً في مناسيبها الحدود المفترض قبولها من الناحيتين البيئيّة والصحيّة، إذ إنخفض بحدّة معدّل غاز الأوكسجين الذائب في النهر ليصل الى 2 ملغم/لتر مسجّلاً إنخفاضاً معنويّاً واضحاً وباحتمالية $p < 0.05$. فيما أمست قيم معايير العناصر والمركّبات الأخرى كالفوسفات والنترات والمغنسيوم والبيكاربونات تفوق المعدلات الطبيعيّة وبمستوى معنويّة $p < 0.05$ أيضاً. والجدول رقم 1 أدناه يبيّن أهم العناصر التي تمّ قياسها والقيم المتحصّلة بعد التحاليل.

الجدول رقم-1: المعايير الكيمياوية التي تمّ قياسها في مياه نهر الكارون/ الحفّار 2010-2013

المعيار	القيمة القياسيّة mg/l	القيمة المتحصّلة mg/l	مستوى المعنويّة
الاوكسجين المذاب	6.5	2	0.05 >
الفوسفات	1	1.3	0.05 >
النيتروجين	0.3	1	0.05 >
النيكل	0.3	0.85	0.05 >
الكالسيوم	13.4	13.8	0.05 >
المغنسيوم	3.4	3.9	0.05 >
الكروم	1	1.8	0.05 >
الكوبلت	0.01	0.09	0.05 >
الصوديوم	5.2	7.8	0.05 >
البوتاس	1.3	1.95	0.05 >
الكلورايد	5.8	8.3	0.05 >
الكبريت	8.3	11.5	0.05 >
الرصاص	0.02	0.04	0.05 >

ما يخصّ نتائج القياسات الكميّة والنسبيّة المتعلّقة بالأوكسجين في هذه الدراسة بيّنت أن مقدار الأوكسجين المحتوى داخل الرئة ارتفع ليعلو 9 ± 1.9 مل.100 غم$^{-1}$، وبزيادة معنويّة ملحوظة $p < 0.05$ عمّا سجلته النسب الطبيعيّة والبالغة 7.7± 3.1 مل.100 غم$^{-1}$. في حين وصلت كميّة غاز الأوكسجين في دماء الضفادع التي تمّ فحصها نسبة مقدارها 70-95 ملم زئبق مع حضور فرق معنوي ضعيف $p \geq 0.1$ في قبال مقادير السيطرة التي تراوحت بين 87-109 ملم زئبق.

المناقشة *Discussion*:

إنّ الغرض من إنتقاء دقيق للعلاجيم غير المصابة بأسقام وأمراض وعلل أو متعرّضة الى حالات إجهاد ثانويّة غير تلك التي تمحورت حولها فكرة البحث يهدف الى حصر الحالات ذات العلاقة المرتبطة بهذه الفكرة لكيلا يحصل تداخل يفضي الى خطأ علمي فادح أو حتّى إعطاء نتائج ربما تنقض بسبب هذا التداخل إن وجد وهذا مطابق لمعايير نقاوة البحث العلمي الذي أشارت إليه منظمات الجودة العالميّة[18].

يعود سبب إنتشار الضفادع والعلاجيم الخضر في مساحات شاسعة من العالم ومنها العراق الى تكيّفها للبيئات الخارجيّة المتغايرة حولها على طول خطّ توزّعها بالإضافة الى عمليات الترويض المكتشفة. وعلى هذا الأساس أوجدت هذه الحيوانات آليّات وطرق حيويّة خاصّة بالتكيّف والتعوّد والتأقلم على الظروف البيئيّة الطارئة تمثّلت باتساع التحمّل لفروقات درجات الحرارة اليوميّة وكثرة الإعتماد على الجهاز التنفسي الرئوي وزيادة قدرة الجهاز الهضمي على التعامل مع أنواع مختلفة من المدخلات الغذائيّة، وهذا ما أثبت مسبقاً بواسطة Ilaria وزملاؤها[19] و Kariakopoulou [20] و keith وزملاؤها[21].

نتائج عمليات التشريح والمقارنة للحيوان قيد الدراسة مع غيره من الضفادع أثبتت أنّ العيّنات المستخدمة في التجربة الراهنة باتت من العلاجيم الخضر العربية *Buvo viridis arabicus* بعد تحديدها على الأسس المظهريّة الخارجيّة إضافة الى الصفات التشريحيّة المتوفّرة وطبقاً للتعريف الجيني بأستخدام العروة الإستبداليّة حيث كانت الصيغة هي 2N VI و 2N VII .

لقد أدّى تقهقر نسبة الأوكسجين في مياه منطقة حقار الكارون بالتزامن مع تعاظم مقادير العناصر الكيميائيّة الملوّثة في نفس النهر محلّ الدراسة الى نفوق الكائنات البحرية أو هجرتها. وكان الفاعل الأساسي وراء هذا التدنّي الواضح هو حضور عدة عوامل (منها الطبيعية) غير أنها تعدّ ملوثة على العموم، وهذا الحضور بالتلازم مع ظاهرة التغذية يسهم في تشجيع نمو وازدهار العوالق النباتية التي تقوم تقليص نسبة التشبّع بغاز الأوكسجين. وعندما تموت خلايا الهائمات، فأنها تنجذب نحو قعر النهر حيث يتم تحلّلها بواسطة البكتريا، إذ تعدّ هذه العملية اكثر إستنفادا للأوكسجين[22،23]. وبالترابط مع هذا النقص البيئي الحاصل في نسبة الأوكسجين، شهدت القيم الحيويّة لهذا الغاز علوّاً ملموساً من الناحيتين الكميّة والنسبيّة في كل من الرئتين ودماء العلاجيم على التوالي، وهذا برهان على أنّ نقص الأوكسجين *hypoxia* في مياه نهر الكارون كنتيجة للتلوّث الطاريء عليه وبغضّ النظر عن الفصل السنوي قد أدّى بالفعل الى زيادة مستوى التهوية الرئويّة ومستوى إلتقاط ذرّات الغاز Mo2 بالتتابع[24] كما أنّ هذا أدّى الى الإعتماد على التهويّة

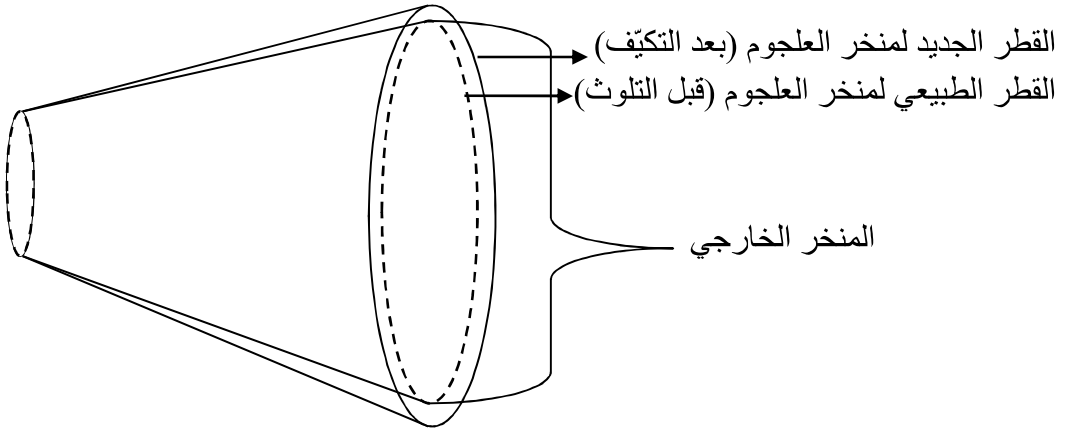
الجويّة الهوائيّة على جميع مراحل هذه العلاجيم[25] وهذا ماأثبتته النتائج من خلال الزيادة الواضحة في تعداد كريات الدم الحمر التي تحتوي بدورها على اليحمور الأساسي لحمل الأوكسجين الى باقي أنحاء الجسم وما دعم هذا الإفتراض هو الزيادة المعقولة في حجم دم جسم العلاجيم والتي تعني أنّ هناك تكيّفاً قد حصل مهمّته الحفاظ على الإستتباب وهو نتج عنه زيادة في إنتاج الدم لغرض تعبئة أكبر عدد من الكريات الحمر لمواكبة النقص الحاصل في كميّة أوكسجين الجسم.

تعلل الزيادة في نسبة الكبريتات والنترات والفوسفور والنتروجين وبقيّة الآيونات في مياه الأنهر محل البحث الحالي الى تزايد مقذوفات معامل الصابون وفضلات معامل المعادن والستيل وقمامة معامل الجبس بالإضافة الى الملوّثات العضويّة ذات الفعل البشري وغيره من الأحياء[26،27،28]، حيث أفضى تراكم هذه العناصر والمركّبات والعناصر بقيم مفرطة الى حصول تفاعلات محليّة واضحة بالإضافة الى تأثيرات مرضيّة جهازية منتشرة في جميع أجسام الحيوانات النهريّة على حدّ السواء والضفادع بشكل خاص[29،30،31،32،33]، وذلك لأنها ترتبط مع بعض المكونات الحيوية مكونة مواد سرطانية أو يؤدّي تراكمها على الجهاز الغطائي للعلاجيم الى إنسداد غلاصم وفتحات أنوف بعضها[34،35].

إنّ النشاطات البشريّة المنشأ المتمثّلة بالصناعات المختلفة ومفرزاتها بالإضافة الى الفضلات المتسرّبة من المجاري المسلّطة على هذه الأنهر وكذلك الأوساخ المنزليّة وبعض النواتج القبيحة للتنقلات التجاريّة المائيّة ناهيك عن دور الرواسب الجويّة وتكوّن منحدرات لتجمّع المواد الكيميائيّة المعدنيّة جميعها ساهمت بالفعل في تجمّع المعادن الثقيلة والعناصر المرتشمة وزيادة كميّاتها في موقع الحقار قيد الدراسة الراهنة[36،37،38] العديد حيث أدّى تراكم هذه العناصر وترسّبها في الترب والطين وبقاؤها بشكل كامن وغير قابل للتفسّخ في حصول العديد من الأضرار البيئيّة والحيويّة التي أثرت سلباً في حيوية الحيوانات النهريّة[39،40] إذ يكون الفعل الملوّث لهذه المعادن والعناصر الثقيلة من خلال تداخل أيوناتها مع بقية المواد والآيونات الضرورية للعملية الأيضية في الجسم بما يؤدي الى تأيّنها وتآصرها بشكل معقد وذلك يعرقل الأداء البيولوجي المنتظم في الجسم، ويؤدي الى حصول أمراض متداخلة تؤدي الى النفوق أسوة بالكائنات الأخرى. كما أن تراكمها داخل الجسم يغلق معظم الثقوب والفتحات الحيوية الضرورية لعمليات التنافذ والنقل والترشيح[41،42].

يعزّى سبب الزيادة الملموسة في أوزان رئات العلاجيم قيد الدراسة الراهنة الى فرط التنسّج المقترن بالأتزان البدني الفسيولوجي والهادف الى تعويض نسبة الأوكسجين الضرورية لأستمرار الفعاليات الحيويّة والتي قد فقدت بشكل كبير عندما كانت توازن عن طريق الجلد قبل أن تنسدّ مساماته بواسطة المواد الملوّثة من جهة، ومن جهة أخرى أثرت عمليّة توسّع مناخر الأنفين على زيادة حجم الرئتين بنسبة طرديّة بسبب دور هذه الفتحات المتوسّعة في قطرها على زيادة نسبة الأوكسجين المدخل الى الرئتين وهذه الفكرة تتطلّب وعاءاً يتّسع لهذه الزيادة المطردة في حجم الغازات المدخلة وهذا ماخلق زيادة محسوسة ومسجّلة في حجوم رئات الضفادع الخاضعة للدراسة الحاليّة. ويمكن بيان هذا التلازم الفسيولوجي النسجي بالأستناد على المخطط الهندسي المجسّم لمخروط الأنف المفتوح من الجهة المقابلة، إذ يبدو المخروط المنقط في الداخل كتعبير عن الحجم السابق والطبيعي لمناخر العلاجيم قبل التلوّث، بينما يكون المخروط غير المنقط معبّراً عن التغيّر الشكلي والنسجي والتوسّع الحاصل في قطر وطول هذا المنخر من جهة المدخل في وقت لم تشهد

قاعدة المنخر (المخروط الأنفي) تغيّراً واضحاً أو من الممكن التعبير عنه بأنه طفيف.



وبناءاً على هذا الشكل المخروطي، يخضع التكيّف والتغاير الشكلي الجديد الى قانون المخروط والذي ينصّ على أن الحجم يساوي حاصل ضرب النسبة الثابتة في مربع نصف القطر في الإرتفاع مقسوماً على ثلاث $V = \pi r^2 \frac{h}{3}$. وبما أنّه إتّضح أن التغيّر الشكلي كان على مستوى المناخر الخارجيّة بشكل أعظم، لذا فإن الصيغة الرياضيّة ستتغيّر لتصبح كما يلي $V = \pi r^2 \frac{4}{3}$ وبالتالي إزداد حجم هذا المخروط ليصبح 1.23 تقريباً بعدما كان 1.03 وذلك ليحوي كميّة أكبر من الهواء والغاز الداخل عمّا كان عليه سابقاً في إشارةٍ لحالةٍ تعوضيّة عن المسارات التنفسيّة الأخرى، لاسيما الجلد[44،43].

إنّ الفعاليّة الجوهريّة الرامية الى زيادة مقدار الأوكسجين في حيّز الرئتين مقارنة بإنخفاض طفيف في قيمته في مجرى الدم ناجمة عن التوسّع الحاصل في أقطار المنخرين والذي يعبّر عن تحوّر تشريحي نسجي في هذا العضو من جسم الضفادع المتأثرة بالتلوّث، كما إن الزيادة المطردة في أوزان وأحجام الرئتين أوجد حيّزاً إضافيّاً لأستيعاب المزيد من كميّات غاز الأوكسجين تبعاً للقانون الفيزيائي $V_1P_1 = V_2P_2$ ، إلاّ إن إنخفاض محتوى هذا الغاز في الدم عبّر عن عدم إستيعاب الرئتين للخلل الحاصل في الضفادع بسبب تلوث مياه نهر الكارون، فمهما زادت سعة الرئتين من نواحي الحجم والوزن والكم فأن هذا لايؤدّي إلاّ الى تعويض بسيط للغاز المحتاج في الفعاليات الحيوية لأجسام الضفادع[47،46،45].

من خلال المحصّلة الواقعيّة لهذه الدراسة يستنبط إستنتاجاً جليّاً وهو أن ما حدث للبرمائيات قيد الدراسة الراهنة من تشوّهات وتكيّفات فسيولوجية ونسيجيّة ليست إلا بسبب التلوّث الذي ألمّ بنهر الكارون جراء الفعاليّات الحكوميّة والأهليّة الإيرانيّة وماتبعها من سياسات في قطع المياه وتجفيف النهر والتي أدّت الى هذه النتائج الحتميّة والسلبيّة، وذلك ما حدا بالحكومة العراقيّة الى إعلانها كارثة بيئيّة محتملة وبعيدة المدى[52،51،50،49،48].

References:

1- Chris Mattison (2007). 300 Frogs: A Visual Reference to Frogs and Toads from Around the World. (1 st Edn). Firefly Books; Canada. ISBN: 978-1554072460.

2- William E. Duellman and linda trueb (1994). Biology of Amphibians. (1 st Edn). JHU Press;USA. ISBN: 9780801847806.

3- Kiyanoosh Kiyani Haftlang (2003). The Book of Iran: A Survey of the Geography of Iran. (1st edn.). Alhoda UK. ISBN: 9789649449135.

4- V. V. Bartold (1984). An Historical Geography of Iran. (1 st Edn). Books on Demand; berlin. ISBN: 9780608033167.

5- Cyrus Alai (2005). General Maps of Persia 1477 – 1925. (1 st edn). Brill Academic Pub; Netherlands. Isbn: 978-9004147591.

6- Agarwal S. K. (2005). Water Pollution. (1 st edn). APH Publishing; delhi. Isbn: 9788176488327.

7- Laws, Edward A. (2000). Aquatic Pollution: An Introductory Text. New York: John Wiley and Sons. p. 430. ISBN 978-0-471-34875-7.

8- W. Ronald Heyer (1994). Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. (1 st edn). Smithsonian Institution Press; Michigan. Isbn: 9781560982708.

9- Claude Gascon (2007). Amphibian conservation action plan : proceedings IUCN/SSC Amphibian Conservation Summit 2005. (1 st edn). IUCN; Switzerland. Isbn: 9782831710082.

10- Mattison, C. (2011). *Frogs and Toads* of the World. (1 st edn). Princeton University Press; usa. Isbn:9780691149684.

11- George Gaylord Simpson (1961). Principles of Animal Taxonomy. (1 st edn). Columbia University Press; newyork. Isbn: 9780231024273.

12- V. C. Kapoor (2001). Principles and Practices of Animal Taxonomy. (2 nd edn). Science Pub Inc; usa. Isbn: 978-1578081967.

13- Emilio. M. G. (1974). Gas exchanges and blood gas concentrations in the frog *Rana ridibunda* . J. Exp. Biol. , 60, 901-908.

14- Baranowski-Smith, L.L., and C.J.V. Smith. 1983. A simple method for obtaining blood samples from mature frogs. Laboratory Animal Science 1983:386-387.

15- John D. Bancroft, Harry Charles Cook (1984). Manual of histological techniques. (1 st edn). Churchill Livingstone; London. Isbn: 9780443028700.

16- Lajos Winkler (1888). "Die Bestimmung des in Wasser Gelösten

Sauerstoffes". Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft 21 (2): 2843–2855.

17- Bernard Rosner (2010). Fundamentals of Biostatistics. (7 th edn). Cengage Learning; usa. Isbn: 978-0538733496.

18- Karapetrovic, S., D. Rajamani and W. Willborn (1998). ISO 9001 quality system: an interpretation for the university. Int. J. Engng Ed. Vol.14, No.2, pp. 105-118.

19- Ilaria Bernabòa, Antonella Bonacci a, Francesca Coscarelli a, Manuela Tripepi b, Elvira Brunelli (2013). Effects of salinity stress on Bufo balearicus and Bufo bufo tadpoles:Tolerance, morphological gill alterations and Na+/K+-ATPase localization. Aquatic Toxicology. Vol. 132–133. pp. 119–133.

20- Kyriakopoulou-Sklavounou, P. (2000). Adaptations of some amphibian species to Mediterranean environmental conditions. Belg. J. Zool., 130 (Supplement 1): 109-113.

21- Keith D.A., Mahony M., Hines H., Elith J., Regan T., Baumgartner J.B., Hunter D., Heard G.W., Mitchell N.J., Parriss K.N., Penman T., Scheele B., Simpson C.C., Tingley R., Tracy C.R., West M. and Akçakaya R. (2014) Detecting extinction risk from climate change by IUCN Red List criteria. *Conservation Biology* DOI: 10.1111/cobi.12234.

22- Mousavi, S.A., M. Soltani, A. Kamali, and M. Shamsaei (2014). Phytoplankton Diversity and its relation to Season and some physicochemical Parameters in Karoon 4 Reservoir (Iran). Bull. Env. Pharmacol. Life Sci., Vol 3 (3) February 2014: 193-200.

23- Soltani, Sh., E. Ghatrami, M. Rouzbahani (2013). Review of diversity, density and abundance of Karun River's phytoplankton (summer and winter 2012). Report and Opinion; 5 (9).

24- Pinder, A.W. and W. W. Burggren (1986). Ventilation and partitioning of oxygen uptake in the frog *Rana pipiens:* effects of hypoxia and activity. J. exp. Biol. 126, 453-46.

25- Feder M.E. (1983). Responses to acute aquatic hypoxia in larvae of the frog *Rana beriandieri*. J. exp. Biol. 104, 79-9.

26- Dadolahi-Sohrab, Ali and Arjomand, Farshid (2011). Water quality index of Karoon River as indicator of Khorramshahr Soap Factory sewage effects. Oceanography; Vol.1, No.4, pp:/1/3-3.

27- N. Jafarzadeh , S. Rostami , K. Sepehrfar , A. Lahijanzadeh (2004). Identification of the Water Pollutant Industries in Khuzestan Province. Iranian J Env Health Sci Eng, Vol.1, No.2, pp.36-42.

28- E. Raeisi, M. Zare, J.A. Aghdam (2013). Hydrogeology of gypsum formations in Iran. Journal of Cave and Karst Studies, v. 75, no. 1, p. 68–80.

29- Bando,R (1976). Heavy metal concentrations (chromium,copper, manganese and lead) in tadpoles and adults of *Rana esculenta*(l.). *Institute Ital Idrobiol. Dolt. MarcoMarchi* 33: 325-244.

30- Brooks, J.A. 1981 Otolith abnormalities in *Limnodynastes tasmaniensis* tadpoles after exposure to the pesticide dieldrin. *Environ. Pollution* 25(1): 19-25.

31- A. Afkhami, M., M. Shariat, N. Jaafarzadeh, H. Chadiri, and R. Nabizadeh (2007). Developing a water quality management model for Karun and Dez rivers. Iran.J.Environ.Health.Sci.Eng.; Vol.4, No.2, pp.99-106.

32- Dorchin A. and U. Shanas. (2010). Assessment of pollution in road runoff using a *Bufo viridis* biological assay. Environmental Pollution;Volume 158, Issue 12, Pages 3626–3633.

33- Barron,M. G.,T. Podrabsky,S. Ogle and R.W. Ricker (1999). Aromatic hydrocarbons the primary determinant of petroleum toxicity to aquatic organisms. Aquat. Toxicol.,46 : 253–268.

34- Reylea R.A and Jones D.K. (2009). The toxicity of Roundup Original MaxH to 13 species of larval amphibians. Environmental Toxicology and Chemistry Vol 29 pp 2004-2009.

35- A. Venturino, Rosenbaum E, Caballero de Castro A, Anguiano OL, Gauna L, Fonovich de Schroeder T, Pechen de D'Angelo AM. (2003). Biomarkers of effect in toads and frogs. Biomarkers. ;8(3-4):167-86.

36- Zarel, N.H., N.Saadati, H.Hassonizade, P.Barati, M.Ahmadi, Z.Nazari (2011). Determination of heavy metals levels in water of Karun river at Ahvaz city , Khuzestan province, Iran. Unpublished data.

37- Diagomanolin, V. , M. Farhang , M. Ghazi-Khansari , N. Jafarzadeh (2004). Heavy metals (Ni, Cr, Cu) in the Karoon waterway river, Iran. Toxicology Letters 151 ,63–68.

38- Abdullah, Enaam J. (2013). Quality Assessment for Shatt Al-Arab River Using Heavy Metal Pollution Index and Metal Index. Journal of Environment & Earth Science; Vol. 3 Issue 5, p:114.

39- Karami, M., Pouneh Ebrahimi, and Samaneh Mortazavi –moghadam (2014). Determination of heavy metals calcium (CA), chloride (CL) ions as salt of the water by graphite furnace atomic absorption spectrometry in the Tajan water way river,

Iran. The *Experiment, Vol. 20(1), 1384-1389.*

40- Albaji, A., Parisa z., Roohollah Sh. (2013).Mercury and Lead Contamination Study of Drinking Water in Ahvaz ,Iran. International Journal of Farming and Allied Sciences; Vol., 2 (19): 751-755.

41- Lee, Y. H. and R. B. Stuebing (1990). Heavy metal contamination in the River Toad,*Bufo juxtasper* (Inger), near a copper mine in East Malaysia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology; Volume 45, Issue 2, pp 272-279.

42- Kumari K, Sinha RC. 2006. Effects of carbaryl and lindane on sonme biochemical constituents of the blood, liver, kidney and brain of the frog, Rana tigarina. 17: 55-65. In: Pro.Inter.Conf. Poll. Asses. pp.278–297.

43- Lang, S. (1998). Basic Mathematics. (1 st Edn). Springer; Berlin. ISBN: 978-0387967875.

44- Birkhoff G. D. and R. Beatley (1999). Basic Geometry. (3 rd Edn). Amer Mathematical Society; USA. ISBN: 978-0821821015.

45- Singh, Singh Kongbam Chandramani (2009). Basic Physics. (1 st Edn). PHI Learning Pvt. Ltd.; India. ISBN: 9788120337084.

46- K. K. Mohindroo (1997). Basic Principles of Physics. (1 st Edn). Pitambar Publishing; India. ISBN: 9788120901995.

47- Davidovits, P. (2012). Physics in Biology and Medicine. (4 th Edn). Academic Press; USA. ISBN: 978-0123865137.

48- وزارة الموارد المائيّة العراقيّة (2011). حوار لوزير الموارد المائيّة بخصوص أزمة المياه في العراق. مجلة عطاء الرافدين. 2011/7/5.

49- سليم، إيهاب (2009). نهر الون وسيروان وقارون وعاء الضغط الإيراني. وكالة الأخبار العراقيّة 2009، www.iraq4allnews.dk.

50- التميمي، عبد المالك خلف (2008). المياه العربية: الإستجابة والتحدي: فصل المياه المشتركة بين العراق وايران. دار الوحدة العربية، بيروت.

51- أنباء فرانس برس أ ف ب (2009). العراق يتهم ايران بإحداث كارثة بيئيّة كبرى في شط العرب. البصرة، الجمعة 2009/9/4.

52- جاسم، صباح (2009). أزمة المياه في العراق: جفاف وتصحّر وتلوّث بيئي غير مسبوق. شبكة النبأ للمعلوماتيّة، 2009/6/24.

Physiological adaptations and anatomical distortions occurred at some respiratory system physical & architectural components in the frogs affected by the nasty environment of Karun river

Hassan, A-S, U.

Received :11/11/2014 **Accepted : 21/1/2015**

Histophysiologist/ Science College /Muthanna university

Keywords: toad and frog, karoon river, respiratory parameters, histophysiological adaptations, pollution.

Abstract:

The current search results revealed the presence of anatomical changes on the architectural levels in the noses of Iranian frogs affected by the polluted environment of Karun river which led to subsequent events of physiological adaptations subjected to biophysical equations previously approved in order to save the life of internal stability (homeostasis) and life of these animals that were affected by the polluted water in the Karun River along the Iraqi border. Results showed that radii slots of frog's noses widened by 0.068-0.07 mm and almost step-by-step along this short noses. On the other hand the physiological adaptations of these animals focused on increasing the volume and pressure of gases within the fading waterways in order to balance the ratio of oxygen deficient environment in the contaminated river with change in the values of the constants of equations related to this case.

Conclusion of this research proves that Iranian frogs that are internationally unique were suffers from anatomical defects that had, in turn, contributed to a somewhat equivalent lack of oxygen needed for vital events within the studied river environment and this will lead to similar studies in humans and other organisms that affected by the polluted environment of rivers and what may happen to them regarding the conformations and modifications from these pollutants.