تأثير النقل التدريجي للتراكيز الملحية المختلفة في نسبة البقاء وتركيزي أيوني الصوديوم والبوتاسيوم في تراكيز بلازما الدم لاسماك الكارب الشائع *Cyprinus carpio L.*

حسن علي حسين* محمد شاكر الخشالي**

الملخص

أجريت الدراسة الحالية لتسليط الضوء على تأثير ارتفاع الملوحة في نسبة البقاء وتركيز ايوني الصوديوم والبوتاسيوم في دم أسماك الكارب الشائع ***Cyprinus carpio* L.**، إذ تم تعريض الأسماك بصورة تدريجية للتراكيز الملحية **5**، **10** و**15** غم/لتر فضلاً عن معاملة السيطرة (**0.1** غم/ لتر) لمدة **90** يوماً بواقع مكررين لكل معاملة. وزعت **80** سمكة عشوائياً على ثمانية احواض زجاجية بواقع **10** سمكات/حوض بمعدل وزن **15** ±**3** غم. غذيت الأسماك اثناء التجربة على عليقة تجارية (بروتين **32** %)، بينت نتائج تجربة نسب البقاء لمدة **96** ساعة بلغت قيمة التركيز القاتل لنصف العدد من الأسماك **17** غرام /لتر، وفيما يخص تأثير الملوحة في نسبة أيوني البوتاسيوم والصوديوم فقد كان هناك ارتفاع الملوحة التدريجي إلى **5**، **10** و **15** غرام /لتر أدى إلى ارتفاع مستويات الصوديوم لأعلى تركيزاً له في البلازما عند ملوحة **15** غرام/لتر (**194.14**ملي مول/لتر) وبلغ **172.22** و**179.77** ملي مول /لتر في التركيزين **5** و**10** غرام/لتر على التوالي مقارنةً بتركيزه في عينة السيطرة (**130.42** ملي مول/لتر)، وحدث الأمر ذاته بخصوص أيون البوتاسيوم الذي سجل أعلى ارتفاعاً له (**14.90** ملي مول/لتر) في ملوحة **15** غم/لتر اما في التركيزين **5** و**10** غرام/لتر فقد ارتفعا الى **11.83** و**13.59** ملي مول/لتر على التوالي مقارنةً بعينة السيطرة (**7.12** ملي مول/لتر). استنتج من الدراسة الحالية بأن النقل التدريجي للتراكيز الملحية المختلفة أدت إلى ارتفاع تراكيز أيوني الصوديوم والبوتاسيوم بالإضافة إلى انخفاض نسبة البقاء بارتفاع التراكيز الملحية.

المقدمة

تؤدي تربية الاحياء المائية عملا مهماً في حل أزمة المجاعة وسوء التغذية في أرجاء العالم من خلال توفير الأسماك والاحياء المائية الأخرى الغنية بالبروتين المحتوية على الفيتامينات والمعادن والأحماض الأمينية ، وقد أدى التطور السريع لتربية الأحياء المائية في العالم الى إنتاج اكثر من **123** نوعاً من الأسماك في أنظمة الاستزراع المختلفة، ومن اجل تحقيق معدلات نمو جيدة في تربية الأحياء المائية لابدَ من مراعاة ان تكون الأسماك ذات صحة جيدة ومقاومة للأمراض فضلاً عن توفر نوعية المياه الجيدة (**17**). إن نوعية وكمية العلف غير كافية للحصول على إنتاج عالٍ من الأسماك، إذ أن للعوامل البيئية عملا حيوياً من أجل الحصول على إنتاج وفير وتُعد الملوحة إحدى هذه العوامل المهمة مع درجة الحرارة والاوكسجين ولها تأثير مباشر في نمو الأسماك (**35**).

تتعرض المياه الداخلية العراقية إلى ارتفاع مستمر في مستويات الملوحة ويعود ذلك لأسباب عديدة منها شحة الاطلاقات المائية لنهري دجلة والفرات وتأثير مياه المبازل المالحة الداخلة في العراق وتجفيف مناطق واسعة من الاهوار وقلة الامطار وانحسار الأنهار (**1**).

* دائرة الثروة الحيوانية، وزارة الزراعة، بغداد،

** كلية الزراعة، جامعة بغداد، بغداد، العراق.

وبما أن الحاجة أصبحت ملحة لاستغلال المياه التي تشهد تغييراً مستمراً في التراكيز الملحية في تربية الأسماك بسبب شحة مصادر المياه العذبة وتوفر مصادر مياه الشروب **Brackish water** ذات الاستعمالات القليلة لذا وجب أقلمه الأسماك من أجل رفع قابليتها على التحمل الملحي في هذه المياه وقد وجد بالإمكان زيادة درجة التحمل الملحي للأسماك عن طريق النقل التدريجي إلى مياه ذات تراكيز ملحية متدرجة (**8**). ان الأسماك ضيقة التحمل الملحي ليس لها قدرة واسعة على التكيف وتحمل التراكيز الملحية العالية على عكس الأسماك واسعة التحمل الملحي والتي امتلكت وسائل معينة سهلت عليها التأقلم مع التغير في الملوحة و ان الأليات الفسلجية لتنظيم عملية دخول وخروج الماء والايونات تكون ضئيلة في الأسماك ضيقة التحمل الملحي (**16**). تحتاج الأسماك في المياه العذبة الى إحداث تغييرات مختلفة وذلك حسب البيئة التي تعيش فيها من أجل الحفاظ على استقرار داخلي مناسب وضغط ازموزي متوازن لكي تستطيع الأسماك التأقلم مع زيادة الملوحة لمديات معينة ولكن استمرار زيادة الملوحة يُؤدي الى تقليل نسبة البقاء (**23**). يمكن الكشف عن القدرة على التأقلم في المياه المالحة من خلال بعض التغييرات الفسلجية التي تحصل للأسماك بما في ذلك التغيير في ايونات البلازما وان الزيادة المستمرة في الملوحة قد تؤدي الى ان الاسماك تستجيب بزيادة تركيز أيونات البلازما، إذ تُعد التغييرات في الظروف البيئية تحدياً للكائن الحي من اجل الحفاظ على حالة التوازن والاستقرار الداخلي، وتُعد الملوحة واحدة من اهم العوامل التي يمكن ان تتغير بشكل كبير في الانهار ولاسيما في مصبات الانهار (**20**) وبما أن سمكة الكارب الشائع تُعد سمكة التربية الأولى في العراق وبسبب ارتفاع معدلات الملوحة في الأجزاء الجنوبية وبعض أجزاء المناطق الوسطى في العراق الامر الذي يهدد بقاء ونمو وإنتاج الأسماك، فقد هدفت الدراسة الحالية الى تقصي تأثير ارتفاع الملوحة في نسبة البقاء وتراكيز مستويي الصوديوم والبوتاسيوم لأنهما مؤشراً للكشف عن الأبعاد السلبية لارتفاع الملوحة.

المواد وطرائق البحث

أقلمه أسماك التجربة وتحضير التراكيز الملحية

تم الحصول على **300** سمكة من أسماك الكارب الشائع ***Cyprinus carpio*** بتاريخ **2015/12/20**، تراوحت اوزانها بين **12– 25**غم من إحدى المزارع السمكية جنوبي بغداد .(استخدمت احواض زجاجية ذات ابعاد **60×40×30**سم) ملئت **48** لتراً بالماء ومجهزة بالأوكسجين عن طريق مضخة هواء. غذيت الأسماك اثناء مدة الأقلمه التي استمرت أسبوعين على عليقة تجارية ذات محتوى بروتيني **32%** بواقع وجبتين يومياً وبنسبة **3%** من وزن الجسم لتعويد الأسماك على العليقة، اما اثناء التجربة التي استغرقت **90** يوماً فقد غذيت الأسماك على العليقة نفسها و بواقع **3** وجبات يومياً وبنسبة **4%** من وزن الجسم.

حضرت التراكيز الملحية المطلوبة **5**، **10** و**15** غم/لتر بإذابة وزن معلوم من ملح خشن جُلب من الأسواق المحلية علامة الشارقة في لتر ماء إسالة ، وقد أُخذت بنظر الاعتبار ملوحة ماء الإسالة وتم التأكد من ملوحة التراكيز الملحية المُحضرة عن طريق قياسها بواسطة جهاز قياس الملوحة **Salinometer** نوع **EXTECH** وبعد أقلمه الأسماك على الظروف المختبرية والتركيز الملحي **0.1** غم/لتر (ماء اسالة) فقد تم تعريضها إلى التراكيز الملحية المذكورة بشكل تدريجي، إذ يتم نقل الأسماك نفسها الى التركيز الملحي الاعلى كل اربعة أيام حتى الوصول الى التركيز الأخير، إذ مثَل كل تركيز ملحي معاملة بذاتها وكانت الأسماك تُعرَّض إلى التركيز الجديد في نهاية اليوم الرابع من تعريضها للتركيز الاوطأ ولم تحسب هذه المدة ضمن مدة التجربة ، عُدَّت الأسماك عند تركيز **0.1** غم/لتر أسماكاً للسيطرة.

تأثير الملوحة في معدل البقاء

استخدمت التراكيز الملحية: ماء إسالة (0.1)، 5، 10، 15 و20 غم/لتر لمعرفة تأثير النقل المفاجئ في الأسماك إلى التراكيز الملحية المذكورة آنفا في معدل البقاء **survival rate** وتحديد التركيز الملحي المميت لنصف العدد **Lethal concentration** (LC_{50}) من أسماك الكارب الشائع. تم استخدام 10 أحواض زجاجية مُلئت بمقدار 48 لترا ماء ضمن التراكيز المشار إليها وبواقع مكررين لكل تركيز. حضرت التراكيز الملحية المطلوبة بإذابة وزن معين من ملح خشن (ملح الشارقة) في لتر ماء إسالة وقد أُخذت بنظر الاعتبار ملوحة ماء الإسالة وتم التأكد من ملوحة التراكيز الملحية المُحضرة عن طريق قياسها بواسطة جهاز قياس الملوحة **EXTECH DO610**، وبعد أقلمه الأسماك على الظروف المختبرية وعلى ملوحة ماء الإسالة (0.1 غم/ لتر) لمدة ثلاثة أسابيع فد نقلت الأسماك بشكل مفاجئ إلى التراكيز الملحية المعدَّة مسبقاً وبواقع عشر سمكات لكل مكرر وعُدَّت الأسماك الموضوعة في ماء الإسالة عينة سيطرة (**control**). قطعت التغذية عن الأسماك طوال مدة التجربة التي استمرت 96 ساعة مع الأخذ بنظر الاعتبار المحافظة على نوعية المياه وذلك بتوفير التهوية الصناعية للأحواض وتغيير 4/1 ماء الحوض يومياً. تراوحت درجة حرارة الماء طوال مدة التجربة بين 22– 24 °م، وتراوحت كمية الأوكسجين المذاب بين 6.8–7.4 ملغم/لتر. وحددت نسب البقاء للأسماك من المعادلة التالية:

$$\text{معدل البقاء (\%)} = \frac{\text{عدد الأسماك الحية في نهاية التجربة}}{\text{عدد الأسماك الحية في بداية التجربة}} \times 100$$

بينما تم تحديد التركيز الملحي المميت لنصف العدد من الأسماك LC_{50} باتباع معادلة الخط المستقيم (36).

تركيز أيوني الصوديوم والبوتاسيوم في بلازما الدم

عند الانتهاء من قياس حجم خلايا الدم المضغوطة يُسحب بلازما الدم من الأنابيب الشعرية بوساطة محقنه طبية دقيقة **Micro syring** (حجم 250 مايكروليترا) ويخفف البلازما 100 مرة بالماء المقطر وتحفظ العينات في قناني بلاستيكية ذات حجم 12 مل تحت التجميد (12- درجة مئوية) لحين تقدير أيوني الصوديوم والبوتاسيوم Na^+ وK^+ باستخدام جهاز مطياف اللهب **Flame - photometer** موديل **AFP-100** بعد معايرته بمحاليل قياسية من كلوريد الصوديوم بالتراكيز 0.5، 1، 1.5، 2 و 2.5 ملي مول/لتر وكلوريد البوتاسيوم بالتراكيز 0.05، 0.1، 0.15، 0.25 و0.5 ملي مول/لتر وحسب الطريقة التي أشار لها **Cutler** وجماعته (10).

التحليل الإحصائي

تم استخدام البرنامج الإحصائي الجاهز **Statistical Analysis System** في تحليل البيانات (40) وفق التصميم العشوائي الكامل (**CRD**) **Complete Randomized Design** وقورنت الفروق المعنوية بين متوسطات المعاملات باستخدام اختبار دنكن متعدد الحدود **Duncan test multiple range** (13) على مستوى احتمالية ($p<0.05$).

النتائج والمناقشة

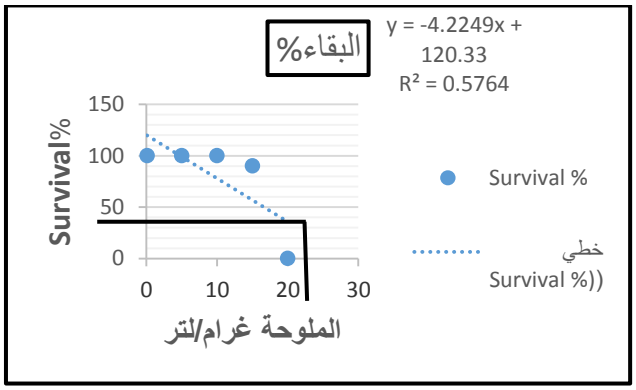
تأثير الملوحة في نسب البقاء

يتضح من جدول (1) نسب البقاء لأسماك الكارب الشائع عند النقل المفاجئ إلى التراكيز الملحية 5، 10 و15 و20 غم/لتر في أثناء 96 ساعة. يلاحظ من النتائج أن أسماك الكارب الشائع استطاعت تحمل الملوحة حتى تركيز 15 غم /لتر. إذ كانت نسبة البقاء 0% عند التركيز الملحي 20 غم/لتر و90 % عند التركيز الملحي 15 غم/لتر، و100% عند التراكيز الملحية 0.1، 5 و10 غم/لتر.

جدول 1: نسب البقاء (%) لأسماك الكارب الشائع في أثناء 96 ساعة من الزيادة المفاجئة في الملوحة.

التركيز الملحي (غم /لتر)	عدد الأسماك المستعملة	الاسماك الهالكة	النسبة المئوية للبقاء %
ماء أسالة	10	0	% 100
5	10	0	% 100
10	10	0	% 100
15	10	1	% 90
20	10	10	% 0

ويلاحظ من شكل (1) أن التركيز المميت لنصف العدد من الأسماك LC_{50} لأسماك الكارب الشائع بلغ 16.65 غم/لتر.



شكل 1: التركيز الملحي الذي يقتل 50% من أسماك الكارب الشائع (LC_{50}) أثناء 96 ساعة من النقل المفاجئ إلى التراكيز الملحية 0.1، 5، 10، 15 و20 غم/لتر

يُلاحظ من تجربة نسبة البقاء هلاك الاسماك جميها في التركيز 20 غم /لتر وهذا قد يعود الى فشل آلية التنظيم الأزموزي والايوني نتيجة ارتفاع تراكيز الأيونات خارج الجسم مقارنةً مع تركيزها داخل الجسم بشكل مفاجئ وهذا أدى الى تعطيل أو ارباك عملية التنظيم الازموزي بسبب الحمل الأيوني الحاصل داخل جسم الأسماك الناتج عن انتشار الأيونات من البيئة ذات التوتر العالي Hypertonic الى البيئة الداخلية (الجسم) ذات التوتر الواطئ Hypotonic الامر الذي سببَ زيادة الضغط الازموزي وتراكيز الايونات داخل الجسم، ثم أدى الى هلاك الأسماك جميعها نتيجة زيادة أيونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلور بصورة مفاجئة. بالمقابل استطاعت الأسماك في التراكيز الملحية 0.1، 5 و10 غم/لتر من البقاء بسبب نجاح عملية التنظيم الازموزي وقدرة اسماك الكارب الشائع على العيش في مثل هذه التراكيز دون هلاكها رغم انها أسماك ضيقة التحمل الملحي اذ ساهم فقدان الماء من داخل الجسم الى البيئة الخارجية الخاصية الازموزية الى زيادة تراكيز الايونات داخل الجسم (1). بينما حصلت هلاكات بنسبة 10% في التركيز الملحي 15 غم/لتر وهذا يعني ان الأسماك لا تستطيع تحمل الارتفاع المفاجئ بالملوحة الى

هذا التركيز لمدة طويلة وذلك لان أعضاء التنظيم الازموزي وهي الغلاصم والامعاء والكلى غير مصممة للعودة لحالة الاستقرار التي كانت عليها قبل التعرض المفاجئ للتراكيز الملحية المرتفعة خصوصاً الكلى والتي لها عمل مهم في التصفية والتخلص من الايونات عن طريق طرح البول المركز، وأن حدوث الارتفاع في نسب الهلاكات بين الأسماك بارتفاع مستويات الملوحة التي تحصل بشكل مفاجئ مقارنةً بمستوياتها الطبيعية يمكن أن يعزى إلى فشل آلية التنظيم الأيوني والأزموزي (38)، أو قد يكون بسبب ارتفاع التركيز الازموزي لبلازما الدم نتيجةً لزيادة مستويات الأيونات وعدم قدرة الأسماك على مواجهة هذا الارتفاع والعودة بتركيز هذه الأيونات إلى معدلاتها الطبيعية (9). وأثبتت العديد من الدراسات أن نقل الأسماك من المياه العذبة إلى المياه المالحة يرافقه حالات هلاك كبيرة بسبب حدوث الصدمة الازموزية، وأن ارتفاع التركيز الازموزي لبلازما الدم هو السبب الرئيسي في حصول الهلاكات (16) إذ لوحظ في دراسة قام بها Mangat وHundal (32) على 450 سمكة من اصبعيات الكارب الشائع تم تقسيمها على 5 معاملات بتراكيز ملحية 0، 1.5، 3، 6، 9، 12 غم/لتر وإذ تنقل الاسماك كل ثلاثة أيام الى تركيز جديد ولمدة ستين يوماً في خلال الفصول الاربعة كافة (الشتاء، الخريف، الربيع والصيف) ولوحظ ان نسبة البقاء كانت 100 % عند التراكيز 0–6 غم/لتر في أثناء المواسم كلها اما عند تركيز 12 غم/لترفد بلغت 100% في محصول الصيف والخريف والربيع ولكنها بلغت 50% في فصل الشتاء بدرجة حرارة 14م. انَّ النقل المباشر لأسماك البلطي *Sarotherodon mossambicus* من الماء العذب الى الماء المالح (35 غم/لتر) سبّبَ هلاكات عالية مقارنةً بالتراكيز الملحية الاخرى (4.375، 8.75، 17.5 و26.25 غم/لتر) (12). أشار الخشالي (2) الى ان نسبة البقاء انخفضت عند نقل اسماك الكارب العشبي بشكل مفاجئ الى التراكيز الملحية 8، 12 و16 غم/لتر اذ بلغت 90، 20 و0% على التوالي مقارنةً مع التركيزين 4 و0.1 غم /لتر فكانت نسبة البقاء 100%. لاحظ Küçük وجماعته (26) ان نسبة البقاء انخفضت لأسماك البلطي الأزرق *Oreochromis aureus* مع زيادة الملوحة، إذ ان نسبتي البقاء بلغتا 100 و94.4% عند الملوحتين 8 و12 غم/لتر على التوالي ولكنها انخفضت الى 72,2% عند ملوحة 16 غم/لتر والى 0% عند ارتفاع الملوحة الى 20 غم/لتر، في حين أشارت دراسة إلى ارتفاع معدلات البقاء في اليرقات المرباة في ملوحات منخفضة بالمقارنة مع تلك المرباة في الماء العذب لبعض انواع المياه العذبة (27). وذكر Fiúza وجماعته (18) في دراسة على أسماك Tambaqui *Colossoma macropomum* بعد تعرضها لماء عذب في البداية ثم رفعت الملوحة كل يوم درجة واحدة، وقد بدأ اول تأثر في نسبة البقاء عند ملوحة 11 غم /لتر وهلكت جميع الأسماك عند تركيز 20 غم/لتر . تختلف دراسة قابلية التحمل الملحي لأنواع الأسماك في نتائجها بين عديد الدراسات التي أجريت على الأنواع السمكية وهذا قد يكون تبعاً لاختلاف أعمار الأسماك و أنواعها والذي ينتج عنه اختلاف في قابليتها على التنظيم الازموزي او بسبب التغيرات الفسلجية اثناء مرحلة التطور للأسماك او التركيب الايوني للمياه التي تعرضت لها الأسماك، او الاختلاف في الإجراءات التجريبية للتجربة والوقت وكذلك وسائل احداث الملوحة ونوع الملح والتغيرات الموسمية قد تؤدي الى حدوث تباين في النتائج ايضاً، إذ أختلفت النتائج بين الاصبعيات واليرقات والاسماك بعمر سنة في الأنواع ضيقة التحمل الملحي (36). ولاحظ Kilambi وZadinak (25) إن يافعات أسماك الكارب العشبي يمكن أن تموت بتعرضها لملوحة 11 غم/لتر، وان ملوحة 10 غم/لتر أدت إلى موت صغار الأسماك الذهبية *Carassius auratus* بعد 24 ساعة من التعريض المفاجئ ربما تكون نتائج الدراسة الحالية مختلفة مع ما بينته نتائج الدراسات السابقة حول أسماك الكارب الشائع، فقد ذكر الفائز (1) حدوث هلاكات بنسبة 100% في أسماك الكارب الشائع المعرضة لأرتفاعين مفاجئين في الملوحة إلى 8 و12 غم/لتر في خلال 24 ساعة الأولى من ارتفاع الملوحة مرجحاً سبب حدوث الموت على أساس الصدمة الازموزية التي تتعرض لها الأسماك المنقولة من الماء العذب إلى الماء المالح، بينما لم يحدث موت في الأسماك المعرضة لارتفاعين مفاجئين في الملوحة إلى 4

و6 غم/لتر. وذكر Bardach وجماعته (7) إن بالغات أسماك الكارب الشائع بإمكانها البقاء بنجاح في المياه المالحة عند ملوحة فوق 9 غم/لتر. ولاحظ (6) إن تعرض أسماك الكارب الشائع إلى ملوحة 10 غم/لتر لمدة طويلة كان له تأثير سلبي في نسبة البقاء. ولوحظ إن تعريض يرقات أسماك الكارب الشائع الى ماء البحر المنخفض 10 و15 غم/لتر أدى الى انخفاض في معدلات النمو و زيادة نسب الهلاكات (3). وبينت نتائج دراسات سابقة إن لأسماك الكارب الشائع قدرة على تحمل الارتفاع المفاجئ في الملوحة لغاية 12–12.5غم/لتر (3). وذكر Maceina وShireman (28) أن التركيز الملحي المميت لنصف العدد من أسماك الكارب العشبي عند 24، 48 و96 ساعة من أقلمتها على ملوحة 8 غم/لتر كان 15.7، 15.1 و15.1 غم/لتر على التوالي، بينما لم تظهر هلاكات في الأسماك عند ارتفاع الملوحة إلى 14.0 غم/لتر في أثناء 96 ساعة. بشكل عام فأن معظم أسماك عائلة الشبوطيات تموت عند ملوحة من 14–20 غم/لتر بسبب زيادة الأيونات في البلازما بنسب غير طبيعية وهذا يؤدي الى حدوث خلل عصبي عضلي ومن ثم الجفاف ليتبعها في المرحلة الأخيرة موت الأسماك (28).

تركيز أيوني الصوديوم و البوتاسيوم في بلازما الدم

يُلاحظ من جدول (2) تركيز أيوني الصوديوم و البوتاسيوم (ملي مول/لتر) في بلازما الدم لأسماك الكارب الشائع مع زيادة الملوحة تدريجياً إلى 5، 10 و15 غم/لتر مقارنةً بتركيزهما في عينة السيطرة (ماء اسالة).

جدول 2 : تركيز أيوني الصوديوم و البوتاسيوم في بلازما الدم لأسماك الكارب الشائع في التراكيز الملحية المختلفة

التركيز الملحي(غم/لتر)	ايونات بلازما الدم (ملي مول /لتر)	
	Na^+	K^+
ماء أسالة (0.1)	^{D} 9.63±130.42	^{D}1.05 ±7.12
5	^{C} 7.74 ± 172.22	^{C} 0.84 ± 11.83
10	^{B} 10.56 ± 179.77	^{B} 0.96 ± 13.59
15	^{A} 11.24 ± 194.14	^{A} 0.66 ± 14.90

(القيم تمثل المعدل ± الانحراف المعياري)
الحروف المختلفة بين المعاملات تشير الى وجود فروق معنوية

إذ اخذ تركيز أيون الصوديوم في البلازما بالزيادة وبلغ 172.22، 179.77 و194.14 ملي مول/لتر في التراكيز الملحية 5، 10 و15 غم/لتر على التوالي مقارنةً بتركيزه في عينة السيطرة (130.42 ملي مول/لتر). وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($p\leq0.05$) في تركيز أيون الصوديوم في البلازما بين عينة السيطرة والتراكيز الملحية كافة، وكذلك وجود فروق معنوية بين جميع المعاملات المستخدمة في التجربة.

يتضمن جدول (2) تركيز أيون البوتاسيوم في بلازما أسماك الكارب الشائع الذي ارتفع الى 11.83، 13.59 و14.90 ملى مول /لتر بزيادة الملوحة إلى 5، 10 و15 غم/لتر على التوالي مقارنةً بتركيزه في عينة السيطرة (7.12 ملي مول/لتر). وأشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروق معنوية ($p\leq0.05$) في تركيز أيون البوتاسيوم بين عينة السيطرة وباقي التراكيز الملحية المستخدمة، وكانت الفروق معنوية ($p\leq0.05$) في تركيز أيون البوتاسيوم فيما بين التراكيز الملحية المستخدمة كافة.

يمكن ان تعزى نتائج الدراسة الحالية في ارتفاع تراكيز ايوني الصوديوم و البوتاسيوم مع الارتفاع التدريجي في التراكيز الملحية الى 5، 10 و15 لزيادة حمل الايونات داخلياً واختلال وظيفة التنظيم الأزموزي الناتج من تعرض الأسماك للإجهاد الملحي والتي أدت الى زيادة الطلب على أيون الصوديوم من أجل موازنة تركيزه بين خارج وداخل الجسم (39). كما إن الاختلاف في الضغط الازموزي بين الدم والبيئة الخارجية بارتفاع مستويات الملوحة يؤدي الى فقدان الماء بالانتشار عبر الغلاصم رافعاً بذلك تركيز الأيونين في البلازما ، وبشكل عام فإن قدرة الأسماك على التنظيم الازموزي يمكن التعرف عليها من خلال حصول الارتفاع في تركيز أيوني البلازما وان ارتفاعها في هذه الدراسة يؤكد ان

أسماك الكارب الشائع تحاول جاهدة للوصول الى حالة الاستقرار الداخلي من خلال التنظيم الايوني والازموزي بين البيئتين الداخلية والخارجية وأن هذه الزيادة قد تكون نتيجة زيادة نشاط أنزيم Na/K/ATPase (41)، ومن التفسيرات الأخرى أن زيادة تراكيز الايونين في المحاليل الملحية 5، 10 و15 غم /لتر التي وضعت فيها الأسماك سببت انتقال جزء من هذين الايونين الى داخل جسم السمكة من التركيز العالي للواطئ بواسطة خاصية الانتشار مما يزيد الحمل الأيوني الداخلي يقابله انخفاض كمية الماء داخل جسم السمكة وفي البلازما الذي يسبب انتقال جزء منه الى المحيط الخارجي بفعل الخاصية الأزموزية مما يزيد من تركيز أيوني الصوديوم والبوتاسيوم في بلازما الدم.

يتطلب الانتقال من المياه العذبة الى المياه المالحة العديد من التغييرات الفسلجية مثل منع فقدان الماء والتحول من حالة امتصاص الايونات الى طرح الأيونين نتيجة الزيادة الحاصلة في تركيزهما، وتتطلب عملية التأقلم على الزيادة في الملوحة مدة من الزمن يتم أثنائها تنظيم التناضح وتنقسم هذه المدة الى مرحلة أولية، إذ تحدث التغييرات الفسلجية فيها بسرعة تليها مرحلة الاستقرار وإثنائها تحدث العمليات الفسلجية بصورة بطيئة، إذ أن تعرض الأسماك للمياه المالحة يحفزها على شرب كميات من الماء فوراً من أجل منع فقدان الماء وتنظيم عملية التناضح (8) وان المياه المالحة التي تقوم الأسماك بشربها تحفز عملية انتقال أيوني الصوديوم والبوتاسيوم بفعل نشاط إنزيم ATPase المسؤول عن تنشيط هذا الانتقال إلى مجرى الدم يقابله انخفاض في معدل الترشيح الكبيبي Glomerulus Filteration rate (GFR) في الكلى و ويترافق ذلك مع تغيير نفاذية الماء في الكلى مما يؤدي الى زيادة دخول الماء أثناء عملية الترشيح الكبيبي وحصول تغييرات في الأمعاء ومع ذلك فأن كمية ألأيونين في بلازما الدم تكون أكبر فتعمل اسماك المياه العذبة على المحافظة على الازموزلية ضمن نطاق ضيق من (290–340 ملي اوزمول/كغم) بغض النظر عن الملوحة (33). وان الانحراف عن هذه الازموزلية في بلازما الدم يؤدي الى مشاكل اذا استمر لمدة طويلة وبذلك فأن تحديد مستويات الأيونين في البلازما مفيدة من اجل التعرف على فعالية عملية التنظيم الازموزي، إذ كشفت الدراسات التي اجريت على الأسماك التي انتقلت الى المياه المالحة عن حدوث هذا التغير في ايوني البلازما (30).

تحصل خلال المرحلة الاولى من التأقلم زيادة كبيرة في تركيز ايوني الصوديوم والبوتاسيوم في بلازما الدم فتحاول الأسماك شرب الماء من اجل التعديل في التنظيم الأزموزي وبذلك تدخل الايونات الى داخل جسم السمكة وأنسجتها وهذا يؤدي الى زيادة في طرح الايونين في مرحلة الاستقرار الداخلي من اجل وصول السمكة الى حالة من التوازن الداخلي، بالمقابل تُفرز الأيونات الصوديوم والكلور في الغلاصم ويتم تنظيم تركيزهما في بلازما الدم وان هذا التنظيم يمكن ان يؤدي الى عودة تراكيز الأيونين نفسهما عندما كانت الاسماك في المياه العذبة او قد يكون أعلى بقليل وأن اجمالي طول هذه المدة يختلف بين الانواع فقد تستغرق ساعات او أيام او اسابيع او شهور وان عدم القدرة على تنظيم الأيونين قد يؤدي الى الجفاف والذي يعتقد انه السبب الاساس للهلاكات خلال مدة التأقلم على المياه المالحة (23). وان هاتين المرحلتين وجدت في أسماك البلطي بعد انتقالها الى المياه المالحة مباشرةً ، إذ حدث لها الجفاف وإنَ درجة الجفاف هذه تعتمد على مدى التغير في التركيز الملحي (8). وقد لاحظ Robinson وStephan (37) حصول ارتفاع في تركيز أنزيم Na^+/K^+/ATPase عند توزيع 75 سمكة من الكارب الشائع على خمسة تراكيز ملحية 0، 3، 6، 9 و12 غم/لتر لمدة 21 يوم ونقلت الأسماك للتركيز الجديد بعد 3 أيام، إذ ارتفعت تراكيز الايونات بشكل مشابه لما في الدراسة الحالية (0.1، 5، 10 و15 غم/لتر). عندما تواجه أسماك المياه العذبة تغييرات في ملوحة البيئة فان كل من ازموزية البلازما وتركيز الأيونين فيها يعكسان بصورة مباشرة قدرتها في المحافظة على الاستقرار الداخلي للسوائل الخلوية Intracellular fluids (11)، إذ ان التغيير في تركيز أيوني البلازما الذي تعانيه الأسماك بتغيير الملوحة يوضح الإرباك في وظيفة التنظيم الازموزي، وإن كمية الأملاح المنقولة ضد

التدرج الأيوني تحفز بفعل إنزيم **ATPase** وهذا يعني زيادة متطلبات الطاقة (**16**). يمتلك أيون الصوديوم أهمية كبيرة في دراسة التنظيم الازموزي على الرغم من الدور المهم لبقية الأيونات ذلك بأنه يمثل الأيون الأوسع انتشاراً في السوائل خارج الخلوية **Exatracellular fluids**، ويختلف تركيز أيون الصوديوم في بلازما الاسماك تبعاً للفعاليات المختلفة مثل التغذية والسباحة والإجهاد وغيرها (**27**). وعلى أية حال فأن تركيز أيون الصوديوم في بلازما الدم سيعتمد على معدلات أخذ الصوديوم وفقدانه وعلى معدلات دخوله وخروجه من الغلاصم والتي تمثل المؤشر الرئيس في تحديد تركيز أيون الصوديوم في البلازما (**15**). أما تنظيم أيون البوتاسيوم فيتم بأساليب مختلفة أثناء تغيير ملوحة البيئة بسبب وجود جزء كبير منه داخل الخلية، وبذلك لا يوجد أي إرباك في تنظيم أيون البوتاسيوم مقارنة مع أيون الصوديوم (**34**)، فقد أشار **Folmer** و**Dickoff** (**19**) إلى أن أيون البوتاسيوم في بلازما الدم يبقى محافظاً على مستواه نوعاً ما بغض النظر عن تركيزه في الوسط المائي وان كفاءة التعديل العالي مرتبطة مع أهميته في تصنيع البروتين وتصنيع كل من **DNA** و **RNA**.

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسات سابقة بينت حدوث زيادة في تركيز أيوني الصوديوم والبوتاسيوم في البلازما بارتفاع ملوحة الوسط الخارجي، إذ ذكر الخشالي (**2**) حصول ارتفاع في تركيز ايوني الصوديوم والبوتاسيوم في بلازما الدم لأسماك الكارب العشبي المعاملة بتراكيز ملحية تدريجية **4**، **8** و**12** غم /لتر اذ بلغت تراكيز الصوديوم **130.08**، **154.16** و**162.31** ملي مول/لتر على التوالي مقارنةً بتركيزه في عينة السيطرة (**122.14** ملي مول/لتر) بينما ازدادت أيضا تراكيز أيون البوتاسيوم في بلازما أسماك الكارب العشبي إلى **10.22**، **14.64** و**19.78** ملي مول /لتر عند زيادة الملوحة تدريجياً إلى **4**، **8** و**12** غم/لتر على التوالي مقارنةً بتركيزه في عينة السيطرة (**7.76** ملي مول/لتر). وأشار **Karşi** وجماعته (**24**) إلى حدوث زيادة معنوية في كل من أيوني الصوديوم و البوتاسيوم في أسماك البلطي النيلي ***Oreochromis niloticus*** المعرضة لملوحة **18** غم/لتر، مقارنةً بمستوياتهما في الماء العذب. وذكر **Yavuzcan-Yildiz** و**Kirkavgaç-Uzbilek** (**43**) أن أسماك الكارب العشبي المعرضة لإجهاد ملحي نتيجة ارتفاع الملوحة إلى **10** غم/لتر، وقد عانت من زيادة كبيرة في تركيز أيون الصوديوم بعد **48** ساعة من ارتفاع مستويات الملوحة. وبين **Maceina** و **Shireman** (**28**) أن تعرض أسماك الكارب العشبي إلى زيادة في الملوحة إلى **10** غم/لتر أدى إلى حدوث زيادة معنوية في تركيز أيون الصوديوم في البلازما (**167** ملي مول/لتر) وفي تركيز أيون البوتاسيوم (**9.4** ملي مول/لتر)، مقارنةً بتركيزهما في الماء العذب (**132** ملي مول/لتر و**6.2** ملي مول/لتر). ولاحظ **SAS** (**40**) إن الارتفاع المفاجئ في الملوحة إلى **12.5** غم/لتر الذي عرضت له أسماك البني (***Barbus sharpeyi***) أدى إلى حدوث زيادة كبيرة في مستويات كل من أيون الصوديوم (**160.2** ملي مول/لتر) وأيون البوتاسيوم (**16.4** ملي مول/لتر)، مقارنةً بمستوياتهما في الماء العذب **122.3** ملي مول/لتر و**13.6** ملي مول/لتر على التوالي. ولاحظ **Madsen** و**Bern** (**30**) أن نقل أسماك ***Salmo trutta*** من الماء العذب إلى الماء المالح قد سبب ارتفاعاً في مستوى أيون البوتاسيوم في بلازما الدم بعد مرور **48** ساعة من النقل إلى ماء البحر . وقد سَبب الانتقال إلى ماء بحر لمدة أسبوعين ارتفاعاً في تركيز أيون البوتاسيوم في بلازما الدم لأسماك البلطي (**44**).

المصادر

1- الفائز، نورس عبد الغني؛ عامر عبد الله جابر وعبد الكريم طاهر يسر (**2009**). تأثير التراكيز الملحية المختلفة على بقاء ونمو وتغذية صغار اسماك الكارب الشائع ***Cyprinus carpio***، المجلة العراقية للاستزراع المائي، **26(2):59-70**.

2- الخشالي، محمد شاكر (2012). تأثير التراكيز الملحية المختلفة في بعض الجوانب الفسلجية والتغذوية لأسماك الكارب العشبي والأسماك الذهبية. اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد. ص:120.

3- **Abo- Hegab, S. and W. Hanke (1982). Electrolyte changes and volume regulatory processes in the carp during osmotic stress. Comp. Biochem. Physiol., 1A(2): 157-164.**

4- **Al-Hamed, M.I. (1971). Salinity tolerance of Common carp *Cyprinus carpio* Bull. Iraq Nat. Hist.Mus., 1, 1-7**

5- **Ahmed, S. M. (2005). Bioenergetics of osmoregulation in *Liza abu* Juveniles during salinity acclimation. Bas. J.Vet., Res., 4(1): 9- 16.**

6- **Azizi, S.; P. Kochanian and R. Peyghan (2010). Chloride cell morphometrics of Common carp,*Cyprinus carpio*, in response to different salinities. Comp. Clin. Pathol., 4: 363-367.**

7- **Bardach, J.E.; J.H. Rythe and W.O. Mclarney (1972). Aqua.: The Farming and husbandry of fresh water and Marine organisms. New York NY: Willey (interscience).**

8- **Bath, R.N. and F.B. Eddy (1979). Salt and water blance in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) rapidly transferred from fresh water to seawater. J.Exp. Biol.83, 193-202.**

9- **Calder, P.C. (2011). Polyunsaturated fatty acids, inflammation and immunity. Lipids, 36: 1007-1024.**

10- **Cutler, C.P.; S. Brezillion; S. Bekir; R. Streling and G. Cramb (2009). The molecular basis of osmoregulation and ion water transport in teleostean fish. In R. D. Handy, N. R. Bury and G. Flik, osmoregulation and ion transport integrating physical molecular and environmental aspec. Exp. Biol., 1:300.**

11- **Dange, A.D. (1985). Branchial Na+/K+ ATPase activity during osmotic adjustments in two freshwater teleosts, Tilapia *Oreochromis mossambicus* and orange chromid *Etroplus maculates*. Mar. Biol., 87: 101-107.**

12- **DeBoeck, G.; A. Vlaeminck; A. Linden and R. Blust (2000). The energy metabolism of common carp (*Cyprinus carpio*) when exposed to salt stress: an increase in energy expenditure or effects of starvation. Physiol. Biochem. Zool., 73(1): 102-111.**

13- **Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F test. Biometerics, 1: 11-19.**

14- **Eddy, F.B. (2009). Regulation of sodium in the body fluid of teleost fish in response to challenges to the osmoregulatory system. In R. D. Handy, N. R. Bury and G. Flik, osmoregulation and ion transport integrating physical molecular and environmental aspects. Exp. boil, 1:300.**

15- **Eddy, F.B (1982). Osmotic and ionic regulation in captive fish with. Comp.Biochem.Physiol., 73B.(1):125-141.**

16- **Evans, D.H.; P.M. Piermarini and K.P. Choe (2005). The multifunctional fish gill: dominant site of gas exchange, osmoregulation, acid-base regulation, and excretion of nitrogenous waste. Physiol Rev., 2005 85(1: 97-177.**

17- **Fazio, A.; S. Marafioti; F. Arfuso; G. Piccione and C. Faggio (2013). Influence of different salinity on haematological and biochemical parameters of the widely cultured mullet, *Mugil cephalus*. Mar. Freshwater Behav. Physiol., 46(4): 211–218**

18- **Fiúza, L.S.; N.M. Aragão; H.P. Ribeiro Junior; M.G. de Moraes, Branco; R.C. Rocha; A.D. Neto, and F.H. Costa (2013). Effects of salinity on the growth, survival, haematological parameters and osmoregulation of tambaqui *Colossoma macropomum* juveniles. Aquacult Res., 46: 1-9.**

19- **Folmer, L.C. and W.W. Dickoff (1980). The parr-smolt transformation smolitfication and seawater adaptation in salmonids: a review of selected litreture. Aquacult. Sci., p: 1-27.**

20- Franklin, C. E., W. Davison and M.E. Forster (1992). Seawater adaptability of New Zealand's sockeye *(Oncorhynchus nerka*) and chinook salmon (*O tshawytscha*)physiological correlates of smoltification and seawater survival. Aquacult., 102: 127–142.

21- Jasim, B.M. (1988). Tolerance and adaptation of gold fish Carassius auratus (L.) to salinity. J. Biol. Sci. Res., 19: 149-153.

22- Jobling, M. (1995). Osmotic and ionic regulation Environ Biol Fishes, London: Chapman and Hall.

23- Kang'ombe, J. and J.A. Brown (2008). Effect of Salinity on Growth, Feed Utilization, and Survival of *Tilapia rendalli* Under Laboratory Conditions. J. Appl. Aquacult, 20(4): 256-271.

24- Karşi, A.; H. Y. Yildiz and G. Tarihi (2005). Secondary stress response of Nile Tilapia *Oreeochromis niloticus* after direct transfer to different salinities. Tarim.Bilimleri Dergisi, 11(2):139-141.

25- Kilambi, R. V. and A. Zadinak (1980). The effect of acclimation on the salinity tolerance of grass carp *Ctenopharyngodon idella* Val. J.Fish Biol., 16: 171-175.

26- Küçük, S.; A. Karul; S. Yildirim; K. Gamsiz (2013). Effects of salinity on growth and metabolism in blue tilapia (*Oreochromis aureus*). Afr J Biotechnol, 12(19): 2715-272.

27- Luz, R.K. and M.C. Portella (2002). Larva culture of *(Hoplias lacerdae)* exposed to different salinities. R. Bras. Zootec., 31: 829 – 834.

28- Maceina, M.J. and V.J. Shireman (1979). Grass carp: Effect of salinity on survival, weight loss,and muscle tissue water content. The prog. fish Culture. 41(2): 69-73.

29- Maceina, M.J. and V.J. Shireman (1979). Grass carp: Effect of salinity on survival, weight loss and muscle tissue water content. The prog. fish Culture. 41(2): 69-73.

30- Madsen, S.S. and H.A. Bern (1992). Antagonism of prolactin and growth hormone: Impact on seawater adaptation in two salmonids *Salmo trutta* and *Oncorhynchus mykiss*. Zool. Sci., 9: 775-784.

31- Madsen, S.S.; B. K. Larsen and F.B. Jensen (1996). Effects of freshwater to seawater transfer on osmoregulation, acid-base balance and respiration in river migrating whitefish (Coregonus). J Comp Physiol B Biochem Syst Environ Physiol, 166: 101-109.

32- Mangat, H. K., and S. S. Hundal (2014). Salinity tolerance of laboratory reared fingerlings of common carp, *Cyprinus carpio* during different seasons. Int. J. of Adv. Res., 2(11): 491-496.

33- McCormick, S.D. and R.L. Saunders (1987). Preparatory Physiological Adaptations for Marine Life of Salmonids: Osmoregulation, Growth, and Metabloism. Am Fish Soc Symp, 1:211-229.

34- McDonald, D.G. and C.L. Milligan (1992). Chemical properties of the blood. In W. S. Hoar, D. J. Randall, and A. P. Farrell, Fish Physiol, XIIB: 56-133. London: Academic Press.

35- Mommsen, T.P. (1998). Growth and metabolism. In D. Evans, *The* Physiology of Fishes, Second edititon (p:65). Boca Raton: CRC Press.

36- Murai, T., and J.W. Andrews (1977). Effects of Salinity on the Eggs and Fry of the Golden Shiner and Goldfish. The Progressive Fish-Culturist, 39(3):121-122.

37- Robinson, E. L., and C. E. Stephan (1976). Validity of laboratory tests for predicting copper toxicity in streams. Report no. EPA-600 /3-76-116. U.S. Environmental protection Agency. Duluth. USA.

38- Salati, A. P.; A. Baghbanzadeh; M. Soltani; R. Peyghan and G. Riazi (2011). Effect of different levels of salinity on gill and kidney function in common *carp Cyprinus carpio (Cyprinidae)*. Ital.j.of .Zool. 298-303.

39- Salman, N.A. (1997). Osmoregulatory functions in Bunni Barbus sharpeyi in response to short-term exposure to salt water. Bas. J. Sci., 15(1), 7-14.

40- SAS (2004). SAS User's Guide : Statistics Version 6th ed., SAS Institute Inc.
41- Uchida, A.; T. Kaneko; H. Miyazaki; S. Hasegawa and T. Hirano (2000). Excellent Salinity Tolerance of Mozambique Tilapia (*Oreochromis mossambicus*): Elevated Chloride Cell Activity in the Branchial and Opercular Epithelia of the Fish Adapted to Concentrated Seawater. Zool. Sci., 17(2): 149-160.
42- Vijayan, M.M.; J.D. Morgan; T. Sakamoto; E.G. Gran and G.K. Iwama (1996 A). Food-deprivation effect seawater acclimation in tilapia hormonal and metabolic changes. J. Exp. Biol., 199: 2467-2475.
43- Yavuzcan-Yildiz, H. and M. Kirkavgaç-Uzbilek (2001).The evaluation of secondary stress response of grass carp(*Ctenopharyngodon idella*,Val. 1844) after exposing to the Saline water. Fish Physiol. Biochem, 25(4): 287-290.

EFFECT OF GRADUAL TRANSFER OF HIGH SALINITY ON THE SURVIVAL RATIO AND THE LEVEL OF SODIUM AND POTASSIUM IN BLOOD PLASMA OF COMMON CARP

H. A. Al-Hilalli* **M. Sh. Al-Khshali****

ABSTRACT

The present study was conducted to investigate the effect of high salinity on the some stress parameters of common carp (*Cyprinus carpio)* which gradually exposed to salt concentrations of 5, 10 and 15g/liter, as well as tap water (control 0.1g/liter) for 90 days. An 80 fish were randomly distributed on eight glass tanks with 2 replicates as 10 fish/replicate at average weight of 15 ± 3 g to study the effect of salinity on the survival ratio and determine the lethal salt concentration which killed half number of fish (LC50), effect of a gradual increase in salinity on some of the physiological Parameters such levels of sodium and potassium in the blood plasma. The results of the experiment of survival ratio that had lasted 96 hours showed that the value of LC50 amounted to 17 g/l, and as regards to the effect of salinity in some of the physiological parameters of fish, it was observed that the gradual rise of salinity to 5,10 and 15 g/l led to disturbances in all fish. The level of sodium valued to highest concentration in the plasma at a salinity of 15 g/l (194.14 mmol/liter) and reached to 172.22 and 179.77 mmol/liter in the both concentrations 5 and 10 g/l respectively, in comparison with concentration the control treatment (130.42 mmol/liter). The same result recorded to the potassium ion which reached highest level (14.90 mmol/liter) in a salinity of 15 gram/liter, and as for the both concentrations of 5 and 10 g/l, where the potassium ion rised to 11.83 and 13.59 mmol/liter respectively, in comparison with the control treatment (7.12 mmol /liter). The trial concluded that the gradual increase in salinity was led to an increase in Soduim and potassium ion and Increased in Survival ratio when the Salinity rise.

Direct. Of Animal, Ministry of Agric., Baghdad, Iraq.
College of Agric., Univ. Of Baghdad, Baghdad, Iraq.