أثر الارتفاع التدريجي لملوحة المياه في آلية التبادل الأيوني وكفاءة الغلاصم في الأسماك الذهبية *Carassius auratus*

محمد شاكر الخشالي سعيد عبد السادة الشاوي

الملخص

تم تعريض الأسماك الذهبية ***Carassius auratus*** بمعدل وزن **42.36±2.24** غم بصورة تدريجية للتراكيز الملحية هي**4**، **8** و**12** غم/ لتر فضلاً عن مجموعة السيطرة (ماء إسالة تركيز **0.1** غم/لتر) لغرض دراسة أثر ارتفاع التراكيز الملحية تدريجياً في كفاءة آلية التبادل الأيوني وأداء الغلاصم للأسماك الذهبية. اظهرت النتائج حدوث زيادة في تركيز أيون الصوديوم في بلازما الدم مع ارتفاع الملوحة، إذ بلغت**134.11**، **144.42** و**153.86** ملي مول/لتر عند التراكيز الملحية **4**، **8** و**12** غم/لتر على التوالي مقارنةً بتركيزه في معاملة السيطرة (**126.92** مليمول/لتر). كذلك ارتفع تركيز أيون البوتاسيوم الى**9.08**، **11.92** و**13.85** ملى مول /لتر بزيادة الملوحة إلى **4**، **8** و**12** غم/لتر مقارنةً بتركيزه في معاملة السيطرة (**6.88** ملي مول/لتر). أما أعداد خلايا الكلوريد في غلاصم الأسماك الذهبية فقد أخذت بالزيادة إلى **7.98 x 10^5**، **11.17 x 10^5** و**13.04 x 10^5** خلية/غم مادة مقشوطة مع زيادة الملوحة الى**4**، **8** و**12** غم/لتر على التوالي مقارنةً بمعاملة السيطرة (**5.34 x 10^5**خلية/غم مادة مقشوطة)، وازدادت نسب خلايا الكلوريد بارتفاع الملوحة إلى **8.41**، **12.5** و**13.94**%عند التراكيز الملحية **4**، **8** و**12** غم/لتر على التوالي مقارنةً بمعاملة السيطرة (**6.12**%). خلص البحث الى ارتفاع قابلية التحمل الملحي وتطور عملية التبادل الأيوني في غلاصم الأسماك الذهبية عند تعرضها الى تراكيز ملحية مختلفة وانها تمتلك آلية تنظيم أزموزي كفؤة.

المقدمة

تعيش أسماك المياه العذبة في بيئة (خارجية) منخفضة الازموزية بمقدار عشرة أضعاف عن بيئتها الداخلية أي جسمها (**10**)، وبذلك فهي تفقد الأيونات بانتظام ويدخل الماء إليها عبر السطوح الجسمية النفاذة، إذ تفرض حالة زيادة الأزموزية هذه في اسماك المياه العذبة فقدان ايونات الصوديوم والكلوريد بشكلٍ مستمر بخاصية الانتشار **diffusion** وذلك من خلال النسيج الطلائي للغلاصم **gill epithelium**، كذلك تُفقد الذوائب **solutes** باستمرار وبكميات كبيرة من خلال البول المخفف الذي يُطرح نتيجة دخول كميات كبيرة من الماء بالخاصية الازموزية **osmosis** من خلال الغلاصم. وعلى الرغم من ان بعض الأملاح تُعوَّض عن طريق الغذاء المتناول إلاّ ان معظم أيونات الصوديوم والكلوريد المطلوبة تُؤخذ وفق آلية النقل الفعّال **active transport** في الغلاصم، إذ تخدم هذه الآلية العديد من الوظائف الفسلجية بجانب المحافظة على أيونات الصوديوم والكلوريد (**12**).

كلية الزراعة، جامعة بغداد، بغداد، العراق.

ان تبادل ايون Na^+ مع ايون NH_4^+ يُخلِّص السمكة من الفضلات الرئيسة الناتجة عن هضم البروتينات كما ان تبادل كل منNa^+ مع H^+ وCl^- مع HCO_3^- يسهم في المحافظة على التوازن الحامضي – القاعدي **acid-base balance** إذ تفيد هذه الآلية في إنجاز العديد من الوظائف مثل: المحافظة على أيونات الصوديوم والكلوريد الداخلية الضرورية وطرح الأمونيا السامة NH_3 والتخلص من CO_2 الناتج من العمليات الأيضية بصورة HCO_3^- وتنظيم أيون الهيدروجين H^+ الداخلي (الحامضي) وأيون الهيدروكسيلOH^- (القاعدي) والمحافظة على التوازن الأيوني الكهربائي (**9**).

تؤدي خلايا الكلوريد عملاً مهماً في الأقلمة على كل من التغييرات الحادة والمزمنة في مستويات الملوحة وذلك لكون هذه الخلايا تعد الموقع الرئيس لنقل الأيونات في غلاصم الأسماك فهي مسؤولة عن التبادل الأيوني في الغلاصم وان أعدادها تزداد عند التعرض لظروف بيئية غير ملائمة (**24**)، اذ بينت نتائج العديد من الدراسات حدوث تغيير في أعداد خلايا الكلوريد وحجمها وشكلها بتعرض الأسماك للإجهاد الملحي ومن هذه الدراسات دراسة **Azizi** وجماعته (**6**) على أسماك الكارب الشائع والذين لاحظوا من خلالها حدوث زيادة في حجم خلايا الكلوريد في الأسماك المعرضة لزيادة تدريجية في الملوحة إلى **12** غم/لتر. وسجلت زيادة في أعداد خلايا الكلوريد ونسبها مع زيادة الملوحة في غلاصم أسماك الخشني (**5**). ويرتبط تدفق الأيونات بخلايا الكلوريد، إذ تزداد أعداد هذه الخلايا في حالة النقل إلى المياه المالحة (**15**). ومن جهةٌ أخرى اكتشفت أشكال مختلفة لخلايا الكلوريد في غلاصم الأسماك العظمية التي تعرضت الى تغييرات مختلفة في مستويات الملوحة (**23**)، وأعتقد إنها ترتبط مع الأخذ الفعال للأيونات المختلفة مثل أيونات الصوديوم والبوتاسيوم وكذلك مع تنظيم الحامض/ القاعدة (**13**).

هدفت الدراسة الى معرفة تأثير الارتفاع التدريجي للملوحة في قدرة الأسماك الذهبية على التنظيم الازموزي ومدى قابليتها على التأقلم مع التراكيز الملحية المرتفعة وذلك من خلال قياس تركيز أيونات الصوديوم والبوتاسيوم في بلازما الدم وحساب عدد ونسب خلايا الكلوريد في الغلاصم.

المواد وطرائق البحث

أقلمه الأسماك

تم الحصول على **210** سمكة من الأسماك الذهبية (تراوحت أوزانها بين **22– 68** غم) من إحدى المزارع السمكية جنوبي بغداد. تنتمي الأسماك الذهبية تصنيفياً الى عائلة الشبوطيات **Cyprinidae** وهي من الأسماك الدخيلة على البيئة المائية العراقية توجد بشكل عرضي في مزارع تربية أسماك الكارب الشائع. نقلت الأسماك الى مختبر الأسماك في كلية الزراعة/جامعة بغداد باستخدام حاويات سعة الواحدة **75** لتراً حاوية على ماء المزرعة نفسه مع كمية من الثلج لتقليل الإجهاد على الأسماك في أثناء النقل. استخدم **12** حوضاً زجاجياً بأبعاد **40*40*60** سم مُلئت **40** لتراً ماءً ضمن تراكيز ملحية مُعدّة مسبقاً حُضِّرت بإذابة وزن معين من ملح بحري مجفف (جلب من مدينة الفاو في محافظة البصرة) في لتر ماء إسالة. استعمل ماء الإسالة (تركيز **0.1** غم/لتر) كمعاملة سيطرة واستعملت التراكيز الملحية **4**، **8** و**12**غم/لتر بواقع ثلاثة مكررات لكل تركيز ملحي ووضعت خمس من الأسماك الذهبية في كل تركيز. بعد أقلمة الأسماك على الظروف المختبرية والتركيز الملحي **0.1**غم/لتر تم تعريض الأسماك بمعدل وزن **42.36**±**2.24** غم إلى التراكيز الملحية المذكورة بشكل تدريجي، إذ كانت الأسماك تُعرَّض إلى التركيز الجديد في نهاية اليوم الرابع من تعريضها للتركيز الأوطأ. غُذيت الأسماك على عليقه ذات محتوى بروتيني **32%** وبمعدل **3%** من وزن الجسم مع مراعاة البدء بالتغذية بعد **24** ساعة من تعريض الاسماك إلى للتركيز الجديد، أُخذت العينات كل

أربعة أيام أي قبل تعريضها للتركيز الجديد (17)، مع الأخذ بنظر الاعتبار المحافظة على نوعية المياه وذلك بتوفير التهوية الصناعية للأحواض وتغيير 3/1 ماء الحوض يومياً.

قياس تراكيز أيونات الصوديوم والبوتاسيوم في بلازما الدم

قُطعت السويقة الذنبية peduncle للسمكة، إذ تُمسك السمكة بطريقة بحيث يكون فيها الرأس إلى الأعلى ليساعد على انسياب الدم من الوريد الذيلي إلى داخل أنابـيب اختبار تحتوي على مادة مانعة للتخثر. يُملأ 25% من حجم الأنبوبة بالدم بعدها توضع الأنابيب في جهاز الطرد المركزي Centrifuge نوع MS 80-1 للمدة من 2-3 دقائق وبسرعة 10000 دورة/دقيقة لفصل البلازما عن خلايا الدم ليتم بعد ذلكُ سحب بلازما الدم من الأنابيب بواسطة محقنة طبية دقيقة (حجم 250 مايكروليتر) ويخفف البلازما 100 مرة بالماء المقطر وتحفظ العينات في قناني بلاستيكية ذات حجم 12 مل تحت التجميد (-12°C) لحين تقدير أيوني Na^+وK^+ باستخدام جهاز مطياف اللهب photometer Flame موديل MTH-264 بعد معايرته بمحاليل قياسية من كلوريد الصوديوم بالتراكيز 0.5، 1، 1.5، 2 و2.5 ملي مول/لتر وكلوريد البوتاسيوم بالتراكيز 0.05، 0.1، 0.15، 0.25 و0.5 ملي مول/لتر. لم يتم قياس تركيز أيون الكلوريد لأنه مرتبط بالصوديوم والبوتاسيوم وان عمليتي دخول وخروج أيونات الصوديوم والبوتاسيوم تنتظم بعملية يصطلح عليها Na+/K+-ATPase (NKA) عبر الغلاصم التي تُعد المرحلة الأولية لعملية تنظيم مستويات كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم.

حساب عدد خلايا الكلوريد ونسبها في الغلاصم

استخدمت طريقة Sargent وجماعته (20) في فصل خلايا الكلوريد من الغلاصم لتحديد عددها ونسبها وتم تقدير العدد الكلي لخلايا الكلوريد لكل 1غم مادة مقشوطة ونسبة خلايا الكلوريد فيما يخص عدد الخلايا الكلية باستخدام شريحة عدّ الخلايا الخاصة Haemocytometer ومجهر مركب على قوة تكبير 40X.

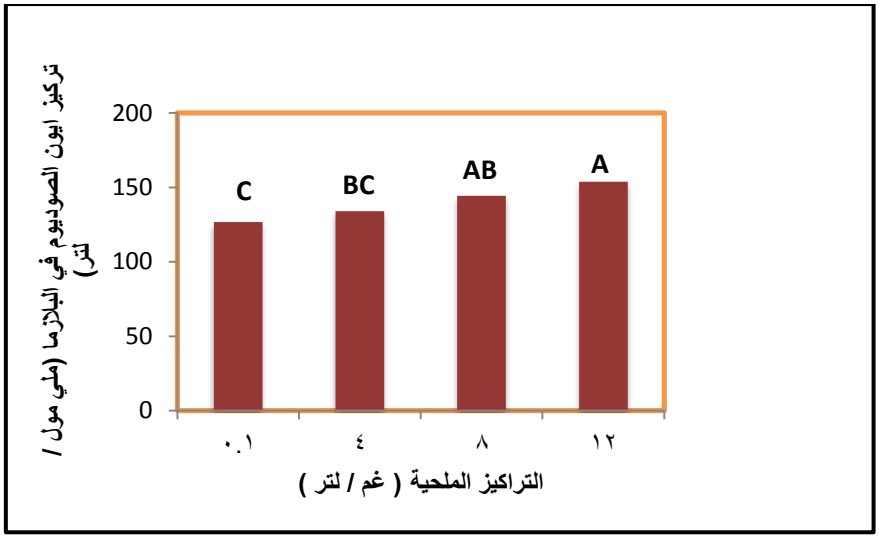
التحليل الإحصائي

استخدم نظام التحليل الإحصائي Statistical Analysis System في تحليل البيانات (21) وفق التصميم العشوائي الكامل Complete Randomized Design (CRD) وقورنت الفروق المعنوية بين متوسطات المعاملات باستخدام اختبار دنكن متعدد الحدود (multiple range Duncan test 7) على مستوى احتمالية ($p<0.05$).

النتائج والمناقشة

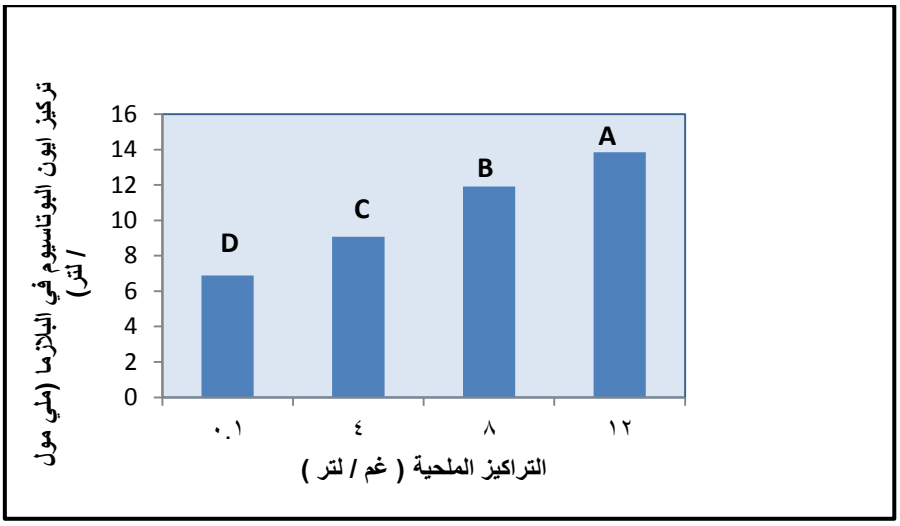
تركيز أيونات الصوديوم والبوتاسيوم في بلازما الدم

يُلاحَظ من شكل (1) ارتفاع تركيز أيون الصوديوم في بلازما الدم للأسماك الذهبية مع ارتفاع الملوحة البالغة 134.11 و 144.42 و153.86 ملي مول/لتر عند التراكيز الملحية 4، 8 و12 غم/لتر على التوالي مقارنةً بتركيزه في معاملة السيطرة (126.92 مليمول/لتر). وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($p<0.05$) في تركيز أيون الصوديوم في البلازما بين معاملة السيطرة والتركيزين الملحيين 8 و12 غم/لتر بينما لم تكن هناك فروق معنوية بين معاملة السيطرة والتركيز الملحي 4 غم/لتر ولا بين التركيزين الملحيين 4 و8 غم/لتر ولا بين التركيزين الملحيين 8 و12 غم/لتر. بينما سُجلت فروق معنوية بين التركيزين الملحيين 4 و12 غم/لتر.



شكل 1: تركيز أيون الصويوم في بلازما الدم للأسماك الذهبية في التراكيز الملحية المختلفة

ويبين شكل (2) تركيز أيون البوتاسيوم في البلازما للأسماك الذهبية عند زيادة الملوحة تدريجياً إلى 4، 8 و12غم/لتر مقارنةً بمعاملة السيطرة، إذ يتضح من الشكل ان أيون البوتاسيوم قد ارتفع الى 9.08، 11.92 و13.85 ملى مول/لتر بزيادة الملوحة إلى 4، 8 و12 غم/لتر مقارنةً بتركيزه في عينة السيطرة (6.88 ملي مول/لتر). وأشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروق معنوية ($p<0.05$) في تركيز أيون البوتاسيوم بين عينة السيطرة وباقي التراكيز الملحية المستعملة، كما كانت الفروق معنوية ($p<0.05$) في تركيز أيون البوتاسيوم بين التراكيز الملحية كافة.



شكل 2: تركيز أيون البوتاسيوم في بلازما الدم للأسماك الذهبية في التراكيز الملحية المختلفة

تحتاج الأسماك بأنواعها كافة الى حفظ توازن الماء والأملاح في سوائل الجسم داخل الخلايا وخارجها، إذ يمكن قياس الردود الفسلجية للأسماك اتجاه التغييرات المفاجئة او التدريجية في ملوحة البيئة المحيطة عن طريق متابعة التغييرات التي تطرأ في مكونات الدم .

إن التحدي والإرباك الذي تعانيه الاسماك في وظيفة التنظيم الازموزي عند تغيير مستويات الملوحة يظهر جلياً عن طريق التغيير في تركيز أيونات البلازما فعندما تواجه أسماك المياه العذبة تغييرات في ملوحة البيئة فان كل من ازموزية البلازما وتركيزاً لأيونات فيها يعكسان بصورة مباشرة قدرتها من عدمها في المحافظة على الاستقرار الداخلي للسائل الداخل الخلوي **intracellular fluid** وإن كمية الأملاح المنقولة ضد التدرج الأيوني تُحفَّز بفعل إنزيم **ATPase** وهذا يعني زيادة متطلبات الطاقة (**10**) . ويعتقد إن عمل هذا الإنزيم في الحفاظ على التوازن الأزموزي يقع تحت السيطرة الهرمونية وبخاصةً هرمونا الكورتيزول والبرولاكتين (**15**) .

انصبَّ الاهتمام في دراسة التنظيم الأزموزي على أيون الصوديوم على الرغم من العمل المهم لبقية الأيونات لأنه يمثل الأيون الأوسع انتشاراً في السائل الخارج الخلوي **exatracellular fluid**. يختلف تركيز أيون الصوديوم في البلازما تبعاً للفعاليات المختلفة التي تمارسها الأسماك مثل التغذية والسباحة والإجهاد والفعاليات اليومية والفصلية (**24**). وعلى أية حال فأن تركيز أيون الصوديوم في بلازما الدم يعتمد على معدلات أخذ الصوديوم وفقدانه من الغلاصم التي تمثل المؤشر الرئيس في تحديد تركيز أيون الصوديوم في البلازما، إذ يدخل الصوديوم أجسام أسماك المياه العذبة بواسطة الأخذ الفعال عبر الغلاصم وعن طريق الغذاء المتناول ، بينما يُفقد من خلال الغلاصم والكلية والقناة الهضمية والمخاط أحيانا (**8**). أما تنظيم أيون البوتاسيوم أثناء تغيير ملوحة البيئة فيتم بأساليب مختلفة بسبب وجود جزء كبير من هذا الأيون داخل الخلية وان مستواه في بلازما دم الأسماك لايتأثر في تركيزه في البيئة المائية وبذلك لا يوجد إرباك في تنظيم أيون البوتاسيوم مقارنةً بايون الصوديوم، إذ لوحظ ان أيون البوتاسيوم في بلازما الدم يبقى محافظاً على مستواه تقريباً بغض النظر عن تركيزه في الوسط المائي وان كفاية التعديل العالي للبوتاسيوم ترتبط بمشاركته في تصنيع البروتين وتصنيع الحامضين النوويين **DNA** و **RNA** (**11**).

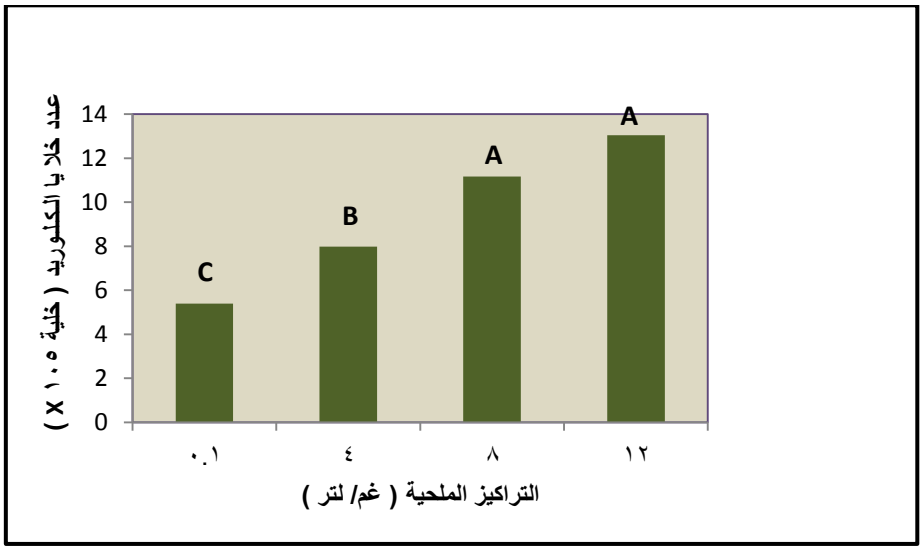
تعود زيادة أيونات البلازما التي أظهرته نتائج الدراسة الحالية إلى زيادة حمل الطاقة وإختلال وظيفة التنظيم الأزموزي الناتج من تعرض الأسماك للإجهاد الملحي (**18**). كما أن الاختلاف في الضغط الأزموزي بين الدم والبيئة الخارجية بارتفاع مستويات الملوحة يؤدي الى فقدان الماء بالانتشار عبر الغلاصم رافعاً بذلك تركيز الأيونات في البلازما وان تعويض هذا الفقد في ماء الدم يتم من خلال ماء العضلات وهذا ما يمكن أن يوضحه جفاف العضلات الذي بينته نتائج الدراسة الحالية كما سيتضح ذلك لاحقاً.

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج العديد من الدراسات السابقة التي بينت حدوث زيادة في تركيز أيونات الصوديوم والبوتاسيوم في البلازما بارتفاع ملوحة الوسط الخارجي ،إذ أن تعرض أسماك الكارب العشبي إلى زيادة في الملوحة إلى**10.9** 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 على التوالي) (**14**)، ولوحظ 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) والبوتاسيوم (**16.4** ملي مول/لتر) مقارنةً بمستوياتهما في الماء العذب (**122.3** و**13.6** ملي مول/لتر على التوالي) (**19**). وتبيّن أن ارتفاع الملوحة المفاجئ إلى **14**، **16**، **18**، **20** و**25** غم/لتر الذي عُرِضَت له أسماك الكارب الشائع أدى إلى حدوث ارتفاع معنوي في أيون الصوديوم (**183.5** ملي مول/لتر)عند ملوحة **20** غم/لتر بينما كان الارتفاع في أيون البوتاسيوم أقل حدّة (**10.8** ملي مول/لتر) في حين أدّى الارتفاع التدريجي في الملوحة إلى **10** و**15** غم/لتر في الدراسة نفسها الى عدم حدوث زيادة معنوية في تركيز أيون الصوديوم (**80.0** و**106.0** ملي مول/لتر على التوالي) والبوتاسيوم (**3.8** و**4.8** ملي مول/لتر على التوالي) (**3**). ولوحِظ أن أسماك الخشني ***Liza abu***

المعرضة لارتفاع في الملوحة إلى 7 و15 غم/لتر حدثت فيها زيادتان معنويتان في تركيز أيون الصوديوم إلى 125.0 و150.0 ملي مول/لتر على التوالي مقارنةً بمستوياته في الأسماك المتكيفة على الماء العذب (98.0 ملي مول/لتر)، كما حدثت زيادتان معنويتان في أيون البوتاسيوم الى 10.0 و14.0 ملي مول/لتر في التركيزين المذكورين على التوالي مقارنةً بمستواه في أسماك الماء العذب (7.0 ملي مول/لتر) (5) .

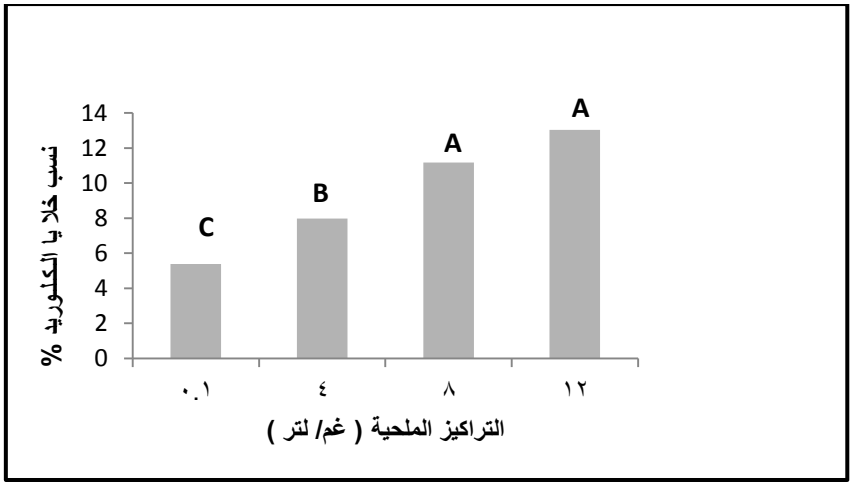
عدد خلايا الكلوريد ونسبها في الغلاصم

يتضح من شكل(3) أن أعداد خلايا الكلوريد في غلاصم الأسماك الذهبية أخذت بالزيادة إلى 7.98 x 10^5، 11.17 x 10^5 و13.04 x 10^5 خلية/غم مادة مقشوطة بزيادة الملوحة الى 4، 8 و12 غم/لتر على التوالي مقارنةً بعينة السيطرة (5.34 x 10^5خلية/غم مادة مقشوطة). وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($p<0.05$) في أعداد الخلايا بين عينة السيطرة وبقية التراكيز الملحية كافة، كما كانت الفروق معنوية بين التركيز الملحي 4 غم/لتر والتركيزين 8 و12 غم/لتر بينما لم تُسجل فروقاً معنوية بين الملحين 8 و12 غم/لتر.



شكل 3: معدل أعداد خلايا الكلوريد(خلية x 10^5 /غم مادة مقشوطة) في غلاصم الأسماك الذهبية في التراكيز الملحية المختلفة

يتضح من شكل (4) أن نسب خلايا الكلوريد في الأسماك الذهبية ازدادت بارتفاع الملوحة ، إذ كانت نسب الخلايا 8.41، 12.5 و13.94% عند التراكيز الملحية 4، 8 و12 غم/لتر على التوالي مقارنةً بعينة السيطرة (6.12%). وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($p<0.05$) في نسب خلايا الكلوريد بين عينة السيطرة وبقية التراكيز الملحية كافة، كما كانت الفروق معنوية بين التركيز الملحي 4 غم/لتر والتركيزين الملحيين 8 و12 غم/لتر بينما لم تُسجل فروقاً معنوية بين التركيزين الملحيين 8 و12غم/ لتر.



شكل4: النسبة المئوية (%) لخلايا الكلوريد فيما يخص خلايا الغلاصم الكلية في الأسماك الذهبية في التراكيز الملحية المختلفة

أظهرت النتائج ان تعرض الأسماك الذهبية الى ارتفاع تدريجي في الملوحة أدى الى حدوث زيادة في أعداد خلايا الكلوريد ونسبها في الغلاصم وهذا يوضح تأثير ارتفاع الملوحة في تحفيز الاستجابة الفسلجية للأسماك التي تمثلت في زيادة عدد خلايا الكلوريد ونسبها وذلك لعملها المهم في عملية النقل الفعال اللازمة للتخلص من التراكم الملحي الذي يحدث بالانتشار نتيجة زيادة ملوحة الوسط الخارجي، ثم حفظ التوازن الداخلي، إذ ترتبط عملية التوازن الأيوني في الأسماك بخلايا الكلوريد الغنية بالمايتوكوندريا لقدرتها على استخلاص الأيونات ضد تدرّج التركيز بعملية النقل الفعال التي تُعد من العمليات التي تتطلب طاقة التي يتم الحصول عليها بالاعتماد على إنزيم Na^+/K^+ATPase وأن هذه الخلايا تمثل الموقع الفعال للتبادل الأيوني وان زيادتها تكون استجابة فسلجية للإجهاد الملحي الذي يسبب فقدان الأيونات .إن الزيادة في أعداد خلايا الكلوريد في الأسماك المدروسة هو الذي أسهم وبشكل واضح في رفع قابلية التحمل الملحي لها واثبت انها تمتلك آلية تنظيم أزموزي كفؤة مما جعل البعض يعدها من الاسماك متوسطة التحمل الملحي **mesohaline fish** (16).

اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسات عديدة كانت قد أشارت إلى حدوث زيادة في أعداد خلايا الكلوريد ونسبها عند تعرض الأسماك لارتفاع في مستويات الملوحة. إذ ان التعرض طويل الأمد الى ملوحة عالية كان له تأثير مباشر في زيادة عدد خلايا الكلوريد ونسبها في أسماك الخشني فبدأت الزيادة بعد مرور ستة أيام من النقل الى ملوحة نصف ماء البحر (1). ان خلايا الكلوريد هي الخلايا الوحيدة في طلائية الغلاصم التي تمتاز بوفرة في المايتوكوندريا وانها تمتاز بوجود حفرة قمية **apical pit** في الغشاء البلازمي القمي تكون بتماس مع الماء وتتوسَّع عند نقل الأسماك الى ماء البحر (22) . ولُوحظ حصول زيادة في أعداد خلايا الكلوريد في يافعات أسماك الشعم الفضي ***Acanthopagrus latus*** المعرضة للملوحتين 23 و30 غم/لتر مقارنةً بأعدادها في الملوحتين 3 و7غم/لتر (4). وتم تسجيل زيادة في عدد خلايا الكلوريد ونسبها في أسماك الخشني ***Liza abu*** بنسبة 10% في الأسماك المعرضة إلى ارتفاع تدريجي في الملوحة إلى 20 غم/لتر (2)، ولوحظ حدوث زيادة في أعداد خلايا الكلوريد في أسماك الكارب الشائع المعرضة إلى زيادة تدريجية في الملوحة إلى 9 غم/لتر (6).

المصادر

1- احمد، سمية محمد (1996). التنظيم الازموزي والأيوني لبعض أسماك المسطحات المائية في البصرة. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة ، جامعة البصرة، ص: 145.

2- احمد، سمية محمد وعلي، ثامر سالم وحسين، نجاح عبود (2008). بعض الجوانب الفسلجية لأقلمة أسماك الخشني ***Liza abu*** من جنوب العراق على مياه بحيرة ساوه . مجلة البصرة للعلوم الزراعية، 21(1): 123- 138.

3- العزاوي، علي حسين حسن؛ نادر عبد سلمان؛ عبد المطلب جاسم الرديني؛ غيث جاسم المهداوي؛ محمد عباس لؤي؛ محمد طالب التميمي ورعد حاتم رزوقي (1999). تأثير النقل التدريجي والمفاجئ لمياه المبازل المالحة على نسبة البقاء والتنظيم الازموزي في أسماك الكارب الاعتيادي ***Cyprinusc arpio***. مجلة البصرة للعلوم الزراعية ،12(2): 143-151 .

4- سلطان، فاطمة عبد الحسين (2007). تأثير الأقلمة الملحية في بعض الجوانب الفسلجية والتغذوية في يافعات أسماك الشعم الفضي ***Acanthopagrus latus*** **(Houttyn,1782)** . أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة، ص: 162.

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, *Cyprinuscarpio*, in response to different salinities . Comp . Clin. Pathol.,10:103-108.**

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

8- **Eddy, F.B. (2009). Regulation of sodium in the body fluid of teleost fish in response to challenges to the osmoregulatory system. In :Handy, RD. ; Bury, NR. and Flik, G.(eds.) osmoregulation and ion transport integrating physical molecular and environmental aspects . Exp. Boil., 1: 300.**

9- **Evans, D.H. (1975). Ionic exchange mechanisms in fish gills. Comp. Biochem. Physiol., 51A:491-495.**

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

11- **Folmer, L.C. and W.W. Dickoff (1980). The parr-smolt transformation (smolification) and seawater adaptation in salmonids: a review of selected litreture . Aqua. Sci., 2: 1-27.**

12- **Hattingh, J.; F. Le Roux Fourie and J.H.S. Van Vuren (1975). The transport of freshwater fish .J. Fish Biol., 7:447- 449.**

13- **Laurent, P. and S.F. Perry (1991). Environmental effects on fish gill morphology. Physiol. Zool., 64: 4-25.**

14- **Maceina, M.J. and J.V. Shireman (1980).Effect of salinity on vegetation consumption and growth in grass carp . J. Ame. Fish. Soc., 42(1)50-53.**

15- **McCormick, S.D. (2001). Endocrine control of osmoregulation in teleost fish .Am. Zool., 41:781-794.**

16- McCormick, S.D.; T. Sakamoto; S. Hasegawa and T. Hirano (1991). Osmoregulatory action of insulin –link growth factor I in Rainbow trout *Oncorynchus mykiss*. J. Endoor., 130: 87-92.

17- Olufayo, M.O. (2009). Hematological characteristics of *Clarias gariepinus* (Burchell,1822) juveniles exposed to derris elliptica root powder. J. Aqua., (3): 920-933.

18- Salman, N.A. (1987). Nutritional and physiological effect of dietry Nacl on rainbow trout (*Salmo gairdneri)* and its application in fish culture. Ph.D thesis, Univ- of Dundee, p:397.

19- Salman, N.A.; S.M. Al-Kanaan, and N.A. Barak (1997). Osmoregulatory functions in Bunni *Barbus sharpeyi* in response to short-term exposure to salt water. Bas. J. Sci. ,15(1):7-14.

20- Sargent, J.R.; B.D.S. Pirire,; A.J. Thompson and S.G. George, (1978). Structure and function of chloride cells in the gills of *Anguilla anguilla*. Proc. 12th Europ. Mar. Biol., Pregamon Press, 123- 132.

21- SAS Institute (2004). SAS Users Guide: Statistics, 1986 ed. SAS Inst. Inc Cary, NC.

22- Shirashi, K.; T. Kaneko; S. Hasegawa and T. Hirano (1997). Development of multicelular complex of chloride cells in the yolk-sac membrane of tilapia *Oreochromis mossambicus* embryo and larvae in seawater. Cell Tissu .Res., 288:583-590.

23- Sucre, E.; M. Charmantier-Daures; E. Grousset; G. Charmantier and P. Cucchi-Mouillot (2010). Embryonic occurrence of ionocyte the sea bass *Dicentrarchus labrax.* Cell tissue Res., 330 (3) : 543- 550.

24- Uchida, K.; 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: 149-160.

EFFECT OF GRADUAL SALINITY INCREASING ON IONIC EXCHANGE MECHANISM AND GILLS EFFICIENCY OF GOLDFISH *Carassius auratus*

M. Sh. Al-Khshali S. A. Al-Shawi

ABSTRACT

Goldfish at an average weight of 42.36± 2.24 g were exposed gradually to four salt concentrations are: tap water (0.1), 4, 8 and 12 g /l (where the first treatment represented control) to study the effect of high salt concentrations on the mechanism efficiency of ionic exchange and performance of gills by determining the ions concentrations of sodium and potassium in the blood plasma and calculate the number and ratio of chloride cells in goldfish. The results showed an increase in the sodium ion concentration in the blood plasma to 134.11,144.42 and 153.86 mM/l atsalt concentrations, 4, 8 and 12 g/l, respectively, compared with concentration in the control treatment (126.92 mM /l). As well as, potassium ion concentration has increased to 9.08 and 11.92 and 13.85 mM/l, with the increase of salinity to 4, 8 and 12 g/l respectively, compared with control treatment (6.88 mM / l). The number of chloride cells in the gills of goldfish has increased to 7.98 x 10^5 and 11.17x10^5 and 13.04 x 10^5 cell/g of scraped material with the increase of salinity to 4, 8 and 12 g/l, respectively, compared to the control treatment (5.34 x 10^5 cells/g of scraped material), and the ratios of chloride cells were increased to 8.41, 12.5 and 13.94% at salt concentrations, 4, 8 and 12 g/l, respectively,in comparison with the control treatment (6.12%). The current study concluded that the gradual increase in the salt concentrations was developed an ionic exchange efficiency of sodium and potassium, and stimulated gills performance through increasing the number and ratio of chloride cells and thus the salted enduranceability of the goldfish was increased according to the new environment.

Agri. College-Baghdad Univ. – Baghdad, Iraq.