مجلة جامعة الملك عبدالعزيز : عـلوم البحـار ، م ١٤ ، ص ص ٣- ٢٥ (٢٠٠٣م/ ١٤٢٣هـ)

دراسـة بعض الصفـات البيولوجيـة والتركيب الكيميـائي لنوعـين مـن أسمـــاك الصـافي (السيجـان *Siganus canaliculatus* and *S. rivulatus*) المصاده من المصايد الطبيعية بالخليج العربي والبحر الأحمر بالمملكة العربية السعودية

محمد عبد الله العويفير و عادل أحمد ثروت عامر

قسم تنمية الثروة المائية ، كلية العلوم الزراعية والأغذية ، جامعة الملك فيصل الأحســـاء - المملكة العربية السعودية

المستخلص. نظراً لأهمية أسماك الصافي (السيجان *Siganus*) في المياه الإقليمية السعودية فقد استهدف هذا البحث دراسة نوعين من أسماك الصافي من المصايد الطبيعية للخليج العربي والبحر الأحمر وهما صافي عربي وسيجان البحر للتعرف على بعض الصفات البيولوجية والتركيب البيوكيميائي وكذلك قياس تركيزات بعض العناصر الثقيلة في العضلات لهذه الأسماك. حيث تم جمع عينات ممثلة لجميع أحجام أسماك الصافي من مصايد المياه الإقليمية السعودية بالخليج العربي والبحر الأحمر خلال الفترة من شهر رمضان حتى شهر ذي الحجة عام ١٤٢٣هـ. استنبطت المعادلات الرياضية التي تمثل العلاقة بين أطوال وأوزان الأسماك وكذلك رسم علاقة التوزيع الطولي للأسماك في كل منطقة وحساب علاقة الانحدار البسيط بين أطوال وأوزان الأسماك وتمثيلها رياضياً وبيانياً. تم حساب معامل الحالة المطلق ومعامل الحالة النسبي لنوعي الأسماك قيد الدراسة وقد وجد زيادة معدلات الطول والوزن ومعامل الحالة في صافي

الخليج عن صافي البحر الأحمر. كما تم تشفية اللحم بنزع العضلات من الجسم لحساب نسب التشافي في الأسماك. وأخذت عينات كاملة من الأسماك وأخرى من العضلات لتقدير كل من الرطوبة والبروتين والدهن والرماد للتعرف على التركيب البيوكيميائي، كما تم تقدير الأحماض الدهنية والعناصر الثقيلة في عضلات الأسماك.

مفتاح الكلمات
أسماك، الصافي، الخليج العربي، البحر الأحمر، بيولوجي، التركيب البيوكيميائي، أحماض دهنية، عناصر ثقيلة.

مقدمة

تعتبر أسماك الصافي من الأسماك المفضلة في كثير من بقاع العالم، نظراً لارتفاع قيمتها الغذائية وقيمتها التسويقية، وهي من الأسماك الشائعة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية من المحيطين الهندي والهادي، ويتراوح حجمها ما بين الصغير والمتوسط، وتعيش بصفة رئيسية حول الشعاب المرجانية والمناطق العشبية حيث تتغذى على الطحالب والعديد من العوالق النباتية. وتنتمي أسماك الصافي إلى عائلة أسماك الصافي Siganidae أو أسماك الأرنب Rabbitfish حيث يتواجد نوع *Siganus canaliculatus* المعروفة محلياً باسم صافي عربي و نوع *S. javus* (صافي صنيفي) ونوع *S. spinus* (صافي صغير) في منطقة الخليج العربي (Al-Baharna, 1986) بينما يتواجد نوع *S. rivulatus* (سيجان البحر) و أنواع *S. stellatus* و *S. luridus* و *S. argentus* في منطقة البحر الأحمر (Wray, 1979; El-Elyani 1983; Hashem1983; Bin Dohaish 2001). وتتصف هذه الأسماك بأن أجسامها بيضاوية مضغوطة وفمها صغير ومزود بصف من الأسنان المتقاربة في كل فك، كما أن لها زعنفة ظهرية متصلة طويلة ذات أشواك حادة مدببة. وهناك بعض الدراسات التي تناولت بعض النواحي البيولوجية لأسماك الصافي العربي *Siganus canaliculatus* بالخليج العربي (Thobaity *et al.,* 1984, Daghestani *et al.,* 1988, Al-Ghais, 1993, El Sayed, and Bary, 1994, Abdul Hady, 1995 and Wassef, and Abdul Hady, 1996, 1997 and 1999). ومن الجدير بالذكر أن نوعي

أسماك الصافي *Siganus canaliculatus* والسيجان *S. rivulatus* هما النوعان الشائعان تجارياً في المملكة العربية السعودية. وقد بلغ إنتاج المملكة العربية السعودية من أسماك الصافي ١٦٩١ طن متري منها ١٢١٥ طن من الخليج العربي و ٤٧٥ طن من البحر الأحمر و واحد طن من المياه الدولية (إدارة المصايد البحرية، ٢٠٠١). ونظرا للإقبال الشديد عليها، فإنه يوجد توجه عالمي إلى تربيتها وإستزراعها وذلك لما تمتلكه من الكثير من الصفات الجيده مثل قدرتها على تحمل تقلبات درجات حرارة المياه، وقدرتها على تحمل التغير في معدلات ملوحة المياه، وسرعة معدل نموها وانخفاض معدل التحول الغذائي فيها، إضافة إلى سرعة تعودها على استهلاك الأعلاف المصنعه (Boonyaratpalin, 1997). ونظراً للأهمية الاقتصادية لنوعي أسماك الصافي *S. canaliculatus* و *S. rivulatus* استهدف البحث الحالي دراسة بعض الصفات البيولوجية والتركيب الكيميائي لنوعي أسماك الصافي بالمياه الإقليمية السعودية في الخليج العربي والبحر الأحمر.

مواد البحث والطرق

تم جمع ٢٧٠ سمكة صافي *S. canaliculatus* من الخليج العربي و ٢٠٠ سمكة صافي *S. rivulatus* من البحر الأحمر متدرجين في الأحجام و ممثلين للوفرة النسبية لجميع أحجام أسماك الصافي في المصيد بداية من شهر رمضان حتى نهاية شهر ذي الحجة عام ١٤٢٣ هجرية. وتم قياس أطوال الأسماك لأقرب ٠,١ سم وتسجيل أوزان الأسماك لأقرب ٠,١ جم ثم تشريح الأسماك لتحديد الجنس وتطور المناسل ودرجة امتلاء المعدة والأمعاء بالغذاء. وتم حساب متوسط القياسات والانحراف المعياري ، وتحليل بينات أطوال وأوزان الأسماك بالانحدار البسيط وحساب الثوابت الرياضية لعلاقة الطول والوزن في الأسماك (Ricker,1975) ومنها تم استنتاج المعادلات الرياضية لحساب أوزان الأسماك بمعرفة طول السمكة. كما تم حساب معامل الحالة المطلق absolute condition factor (Kc) ومعامل الحالة النسبي relative condition factor (Kn) لعينات الأسماك كالأتي:

$$Kc = \frac{\text{وزن السمكة الفعلي}}{(\text{طول السمكة})^3} \times ١٠٠ \quad ، \quad Kn = \frac{\text{وزن السمكة الفعلي}}{\text{وزن السمكة المحسوب}} \times ١٠٠$$

تم تشفية الأسماك أي نزع كمية اللحم أو العضلات من الجسم وأخذ أوزانها وحساب المتوسطات والانحراف المعياري لأوزان العضلات ونسب التشافي في الأسماك. تم تقدير كل من الرطوبة والبروتين الخام و مستخلص الأثير (الدهن) والرماد في عينات من العضلات ومن الأسماك الكاملة الممثلة للعينات الأصلية والتي تراوح أطوالها ما بين ١٥-٣٢ سم في صافي العربي وما بين ١٥-٢٧ سم في سيجان البحر الأحمر، وتم تقدير المعادن الثقيلة والأملاح المعدنية في عضلات الأسماك متبعا لطرق التحليل القياسية (AOAC , 1995). كما تم تحليل الأحماض الدهنية متبعاً الطرق القياسية لتحليل الزيوت (IUPAC, 1979).

النتائج والمناقشة

توزيع تكرار الطول في الأسماك

يلاحظ في جدول رقم (١) أن أسماك الصافي *S. canaliculatus* في الخليج العربي تصل لأحجام أكبر نسبياً من أسماك الصافي *S. rivulatus* في البحر الأحمر حيث يتراوح طولها ما بين ١٥- ٣٢ سم بمتوسط طول ٩٣ , ٢٢ سم في الخليج بينما يتراوح ما بين ١٥- ٢٧ سم بمتوسط طول ٢٣ , ٢٠سم في البحر الأحمر. ويوضح شكل (١) توزيع تكرار الطول في كل من أسماك صافي الخليج العربي و صافي البحر الأحمر ونجد أنها تأخذ شكلاً يشبه منحنى التوزيع الطبيعي حيث تندرج معظم الأسماك في مجموعات أطوال بين ١٩- ٢٦ سم في صافي الخليج العربي، ١٧- ٢٣ سم في صافي البحر الأحمر. بينما يبدأ ظهور أسماك الصافي في المصيد عند أحجام صغيرة نسبياً ذات طول كلي للسمكة ١٥ سم في كل من الخليج العربي والبحر الأحمر والذي يرجع لتشابه حرف الصيد وسعة عيون الشباك المستخدمة في كليهما في اختيارية صيد الأسماك ولكن الزيادة النسبية في أحجام صافي الخليج قد يرجع لقلة كثافة الصيد النسبي مقارنة بكثافة الصيد في البحر الأحمر. الاختلاف في متوسط الطول يرجع إلى اختلاف النوع وما يترتب عليه من اختلاف في معدلات النمو.

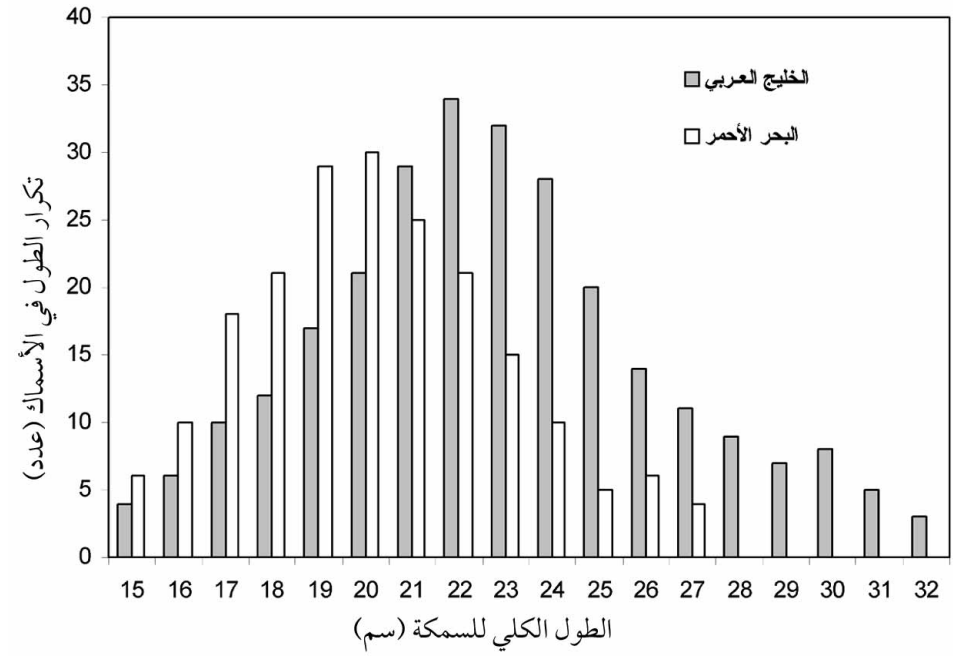
جدول رقم (١). بعض الصفات البيولوجية لأسماك الصافي المصادة من المياه الإقليمية السعودية بالخليج العربي والبحر الأحمر .

الصفات البيولوجية	صافي الخليج العربي *S. canaliculatus*	صافي البحر الأحمر *S. rivulatus*
الطول الكلي للسمكة (سم)	١٥ – ٣٢	١٥ – ٢٧
متوسط طول السمكة (سم)	٢,٧٥ – ٢٢,٩٣	١,٨٤ – ٢٠,٢٣
الوزن الكلي للسمكة (جم)	٥٤ – ٥١٩	٥٢ – ٢٤٨
متوسط وزن السمكة (جم)	٦٣,٨٧ – ١٥٢,٥٦	٣٠,١٧ – ١٠٩,٦٩
عدد الأسماك	٢٧٠	٢٠٠
ثوابت انحدار الطول والوزن :		
الجزء المقطوع من المحور الرأسي (a)	٠,٠٠٦	٠,٠١٣
ميل خط الانحدار (b)	٣,٢٨	٢,٩٩
معامل الارتباط (r)	٠,٩٩٧٨	٠,٩٥٨٩
معامل الحالة المطلق (Kc)	٠,٠٩ – ١,٢٩	٠,٠٧ – ١,٢٤
معامل الحالة النسبي (Kn)	٠,٠٧ – ١,٠٦	٠,٠٦ – ٠,٩٩
وزن اللحم في السمكة (جم)	٢٦ – ٣٠٠	٢٥ – ١٣٥
متوسط اللحم في السمكة (جم)	٣٠,٥٤ – ٧٨,٤٨	١٧,٣٤ – ٥٤,٠٢
متوسط نسبة اللحم (التشافي ٪)	٣,٧٥ – ٥٠,٣٩	٣,٢٤ – ٤٨,٩٣

القيم عبارة عن متوسط التكرارات – الإنحراف المعياري لهذه القيم .

علاقات الطول والوزن في الأسماك

يتضح لنا من جدول رقم (١) أن أوزان أسماك الصافي في الخليج العربي أكبر منها في البحر الأحمر حيث تراوحت أوزان الأسماك ما بين ٥٤ – ٥١٩ جم بمتوسط وزن ١٥٢,٥٦ جم لأسماك صافي الخليج و ما بين ٥٣ – ٢٤٨ جم بمتوسط وزن ١٠٩,٦٩ جم لصافي البحر الأحمر. ومن علاقات الانحدار البسيط بين أطوال وأوزان كل من أسماك صافي الخليج و صافي البحر الأحمر تم الحصول على الثوابت الرياضية للانحدار (جدول ١) و استنتاج معادلة الخط المستقيم لكل منهما والتي أمكن من خلالها حساب أوزان الأسماك عند الأطوال المختلفة للأسماك وتمثيلها رياضياً في المعادلات التالية:



شكل (١). توزيع تكرار الطول في أسماك الصافي المصادة من المياه الإقليمية السعودية بالخليج العربي والبحر الأحمر.

بالنسبة لصافي الخليج العربي *S. canaliculatus*

لوغاريتم وزن السمكة = – ٢٥ , ٢ + ٢٨ , ٣ × لوغاريتم طول السمكة

أو بصيغة أخرى وزن السمكة = ٠٠٦ , ٠ × (طول السمكة)٢٨ , ٣

ومعامل الارتباط (r) = ٩٩٧٨ , ٠، عدد الأسماك (n) = ٢٧٠

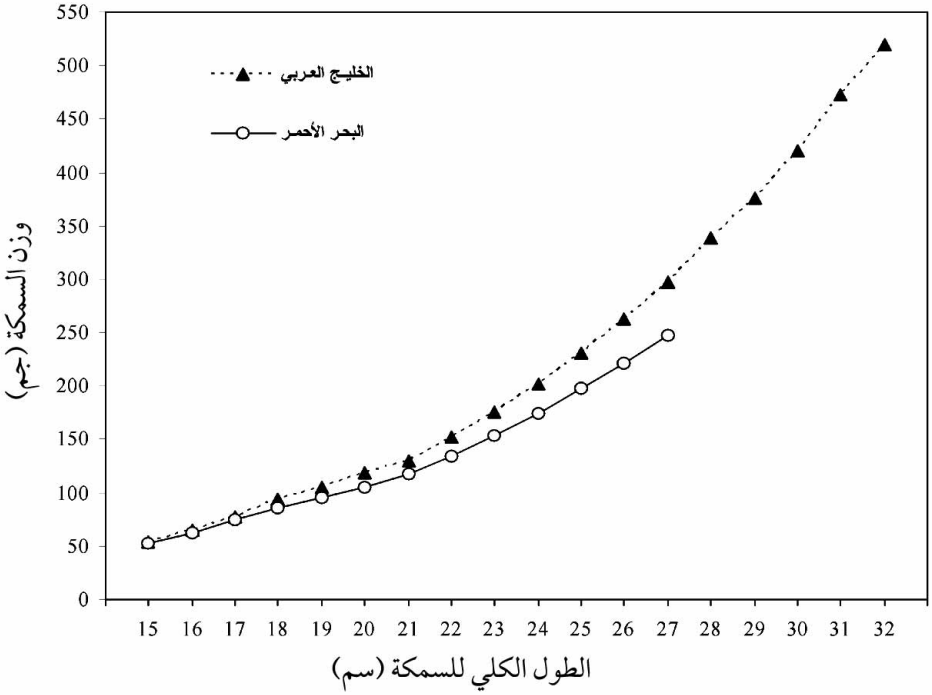
بالنسبة لصافي البحر الأحمر *S. rivulatus*

لوغاريتم وزن السمكة = – ٨٨ , ١ + ٩٩ , ٢ × لوغاريتم طول السمكة

أو بصيغة أخرى وزن السمكة = ٠١٣ , ٠ × (طول السمكة)٩٩ , ٢

ومعامل الارتباط (r) = ٩٥٨٩ , ٠، عدد الأسماك (n) = ٢٠٠

وقد تم رسم العلاقة ما بين أطوال وأوزان الأسماك بيانياً لكل من أسماك صافي الخليج وصافي البحر الأحمر في شكل رقم (٢). وقد أوضح الرسم البياني أن معدل نمو الأسماك في الأطوال يقابلها زيادة في أوزان الأسماك بمعدل أكبر وفي شكل علاقة



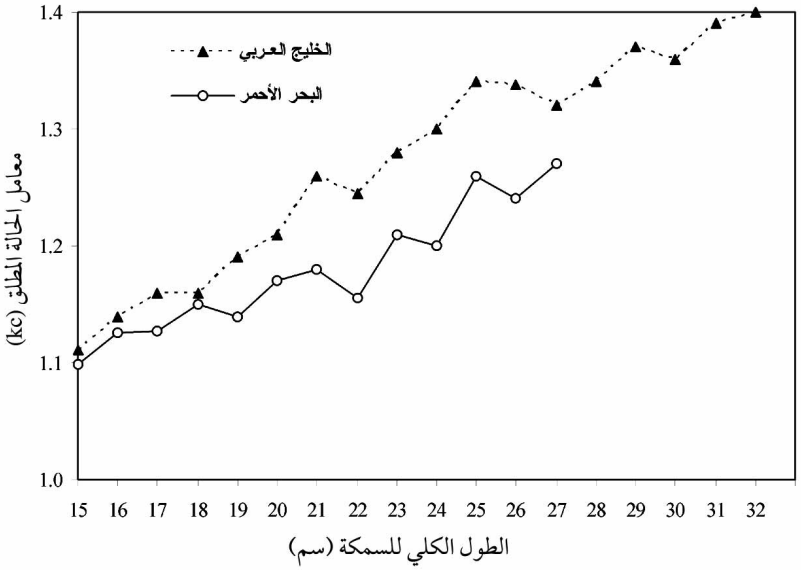
شكل (٢). علاقة الطول والوزن في أسماك الصافي المصادة من المياه الإقليمية السعودية بالخليج العربي والبحر الأحمر.

معادلة أسية، كما أن معدل الزيادة في أوزان أسماك الخليج كان أكبر نسبياً عن معدله في أسماك البحر الأحمر، وأن أكبر طول للأسماك قد وصل إلى ٣٢ سم، ٢٧ سم وأكبر وزن كان ٥١٩ جم، ٢٤٨ جم في كل من أسماك صافي الخليج والبحر الأحمر على التوالي. وقد وجد تشابه كبير بين نتائج الدراسة الحالية ونتائج دراسة النمو لأسماك الصافي *Siganus rivulatus* في البحر المتوسط حيث وجد Bilecenoglu (2002) أن ثوابت علاقة الانحدار البسيط بين الطول والوزن للأسماك لكلا الجنسين معاً هي a = ٠,٠٠٧، b = ٣,١٧٩، r = ٠,٩٥ . وقد درس Lai Man So *et al.* (1999) أسماك الصافي *Siganus oramin* في ميناء تولو وميناء فيكتوريا وفي المياه المفتوحة في هونج كونج ووجد أن متوسط أوزان الأسماك هي ٣,٥٦، ٠,٣٣، ٣,٢٣٤ جم على التوالي. وهذا يؤكد التباين الشديد في أحجام أسماك الصافي لنفس النوع في البيئات

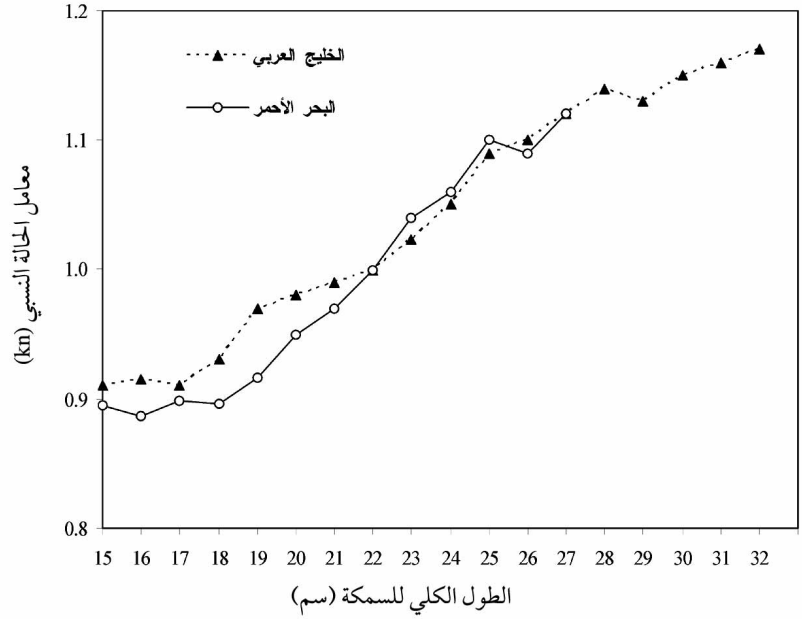
المختلفة، وقد يرجع هذا إلى الاختلاف في وفرة الغذاء الطبيعي أو في معدلات الصيد واستغلال المخزون السمكي لأسماك الصافي في البيئات المختلفه أو لكليهما معا.

معامل الحالة المطلق والنسبي

يعبر معامل الحالة المطلق (Kc) عن مدى امتلاء جسم السمكة أي وزن السمكة الفعلي بالنسبة للوزن القياسي للسمكة (مكعب طول السمكة) كنسبة مئوية ، أما بالنسبة لمعامل الحالة النسبي (Kn) فهو عبارة عن علاقة ما بين وزن السمكة الفعلي بالنسبة للوزن المحسوب من معادلة الانحدار البسيط بين أطوال وأوزان الأسماك كنسبة مئوية. و بصفة عامة نجد أن قيم معامل الحالة تتذبذب حول قيمة الواحد الصحيح وعندما تزيد قيمة معامل الحالة عن الواحد تشير إلى مدى امتلاء جسم السمكة والذي يرجع إما لخصوبة البيئة التي تعيش فيها ووفرة الغذاء والتغذية الجيدة لهذه السمكة وملائمة الظروف البيئية لها وقد تشير أيضاً إلى تطور ونضج الغدد الجنسية وامتلاء التجويف البطني للسمكة بالغدد الجنسية الناضجة في مواسم تكاثر الأسماك ومن خلال تشريح وفحص الأسماك يمكن تفسير حالة امتلاء السمكة. وقد وجد في الدراسة الحالية أن قيم معامل الحالة المطلق (Kc) تتذبذب ما بين ١ , ١ – ٤ , ١ في صافي الخليج وما بين ١ , ١ – ١ , ٣ في صافي البحر الأحمر وأن هناك علاقة طردية ما بين معامل الحالة و زيادة نمو الأسماك في الطول ، وأن قيم معامل الحالة لأسماك صافي الخليج أعلى منها في صافي البحر الأحمر عند نفس أحجام الأسماك (شكل ٣). ونلاحظ في الشكل البياني رقم (٤) أن قيم معامل الحالة النسبي أقل من فيم معامل الحالة المطلق وأنها تتقارب في كلا نوعي أسماك الصافي وتتذبذب حول ٩ , ٠ في الأسماك الصغيرة مع ميل للزيادة التدريجية حتى ١٧ , ١ في حالة صافي الخليج و ١٢ , ١ في حالة صافي البحر الأحمر. وبناءً على تشريح عينات الأسماك خلال فترة الدراسة تبين أن امتلاء الجسم وثقل الوزن لا يرجع إلى تطور ونمو الغدد الجنسية حيث أنها ليست في موسم التكاثر في كل من الخليج والبحر الأحمر. كما لوحظ في غالبية الأسماك امتلاء المعدة والأمعاء بالمواد النباتية والعشبية والطحالب مما تشير هذه النتائج إلى ملائمة وخصوبة كلا البيئتين الخليج العربي والبحر الأحمر بالمياه الإقليمية السعودية لأسماك الصافي وأنها تحقق



شكل (٣). معامل الحالة المطلق لأسماك الصافي المصادة من المياه الإقليمية السعودية بالخليج العربي والبحر الأحمر.



شكل (٤). معامل الحالة النسبي لأسماك الصافي المصادة من المياه الإقليمية السعودية بالخليج العربي والبحر الأحمر.

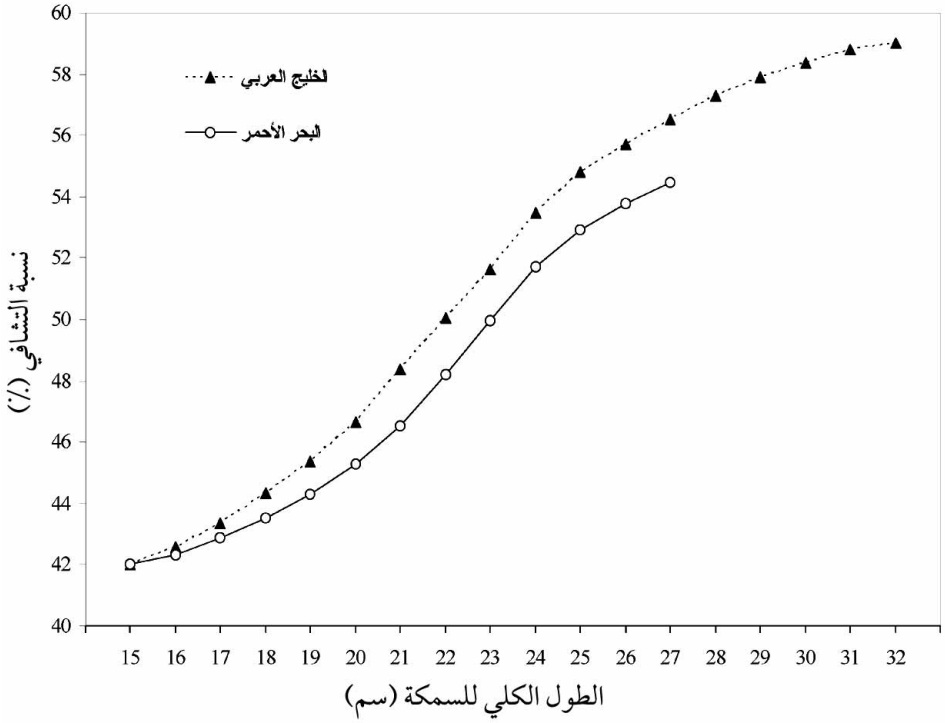
معدلات نمو جيدة بصفة عامة وأن صافي الخليج أعلى في معدل نموها وحتى طول ٢٢سم فقط ثم تتطابق القيم بعد ذلك. وقد يرجع هذا لزيادة خصوبة مياه الخليج نسبياً بالمقارنة بمياه البحر الأحمر نتيجة المياه الضحلة وعوامل بيئية أخرى مثل التباين في درجات الحرارة ووفرة الأملاح المعدنية. كما يلعب التلوث البيئي في البحر الأحمر دوراً هاماً في انخفاض معدل النمو للأسماك (Bin Dohaish, 2001).

نسبة التشافي (اللحم أو العضلات)

تظهر أهمية نسبة التشافي في التعبير عن كمية اللحم الصالح للأكل بالنسبة للوزن الكلي للسمكة وهو ذو دلالة اقتصادية كبيرة تفيد في تقييم الأسماك بالإضافة للطعم والنكهة. و بالرغم من أن أسماك الصافي تعتبر من الأسماك الصغيرة نسبياً ولكنها ذات قيمة اقتصادية كبيرة نظراً لجودة ونكهة لحومها وإقبال المستهلك عليها. وفي الدراسة الحالية جدول رقم (١) وشكل (٥) تبين أن متوسط نسبة التشافي هي ٣٩, ٥٠ ٪ في صافي الخليج و ٩٣, ٤٨ ٪ في صافي البحر الأحمر ، وأن نسبة التشافي تزداد بمعدل متزايد مع زيادة أحجام الأسماك ثم يبدأ معدل الزيادة في التناقص التدريجي بداية من طول ٢٥ سم في كلا النوعين حتى تكاد تقترب من الثبات عند طول من ٣٠ - ٣٢ سم في حالة أسماك صافي الخليج. وأن نسب التشافي في أسماك صافي الخليج أعلى نسبياً من نسب التشافي لصافي البحر الأحمر عند نفس أطوال الأسماك.

التركيب الكيميائي للأسماك

يوضح الجدول رقم (٢) محتوى نسبة الرطوبة في أسماك الصافي حيث بلغت ١٠, ٧٨ ٪ و ٩٥, ٧٨ ٪ في العضلات، و ١٤, ٧٨٪ و ٠٩, ٧٨ ٪ في الجسم كاملاً في كل من صافي الخليج وصافي البحر الأحمر على التوالي. كما يعرض الجدول التركيب الكيميائي كنسبة مئوية من المادة الطازجةً لكل من عضلات الأسماك والجسم كاملاً في كل من صافي الخليج العربي وصافي البحر الأحمر. وأوضحت النتائج ارتفاع نسبة البروتين في العضلات كنسبة مئوية من المادة الطازجة في أسماك البحر الأحمر (٨٥, ١٨٪) عنها في أسماك الخليج العربي (٢٦, ١٨٪). وعلى العكس من ذلك فإن نسبة الدهن كانت منخفضة في عضلات صافي البحر الأحمر (٣٧, ١) عنها في



شكل (٥). نسبة التشافي (٪) لأسماك الصافي المصادة من المياه الإقليمية السعودية بالخليج العربي والبحر الأحمر.

جدول رقم (٢). التركيب الكيميائي (٪ من المادة الطازجة) للجسم كاملاً وللعضلات في أسماك الصافي المصاده من المياه الإقليمية السعودية بالخليج العربي والبحر الأحمر.

التركيب الكيميائي	صافي الخليج العربي		صافي البحر الأحمر	
	الجسم كاملاً	العضلات	الجسم كاملاً	العضلات
الرطوبة (٪)	٧٨,١٤–٠,٠٣	٧٨,١٠–٢,٢٩	٧٨,٠٩–٠,٤٩	٧٨,٩٥–١,١٩
البروتين (٪)	١٤,١٧–٠,١٦	١٨,٢٦–١,٩٢	١٤,٩٦–٠,٤١	١٨,٨٥–١,٠٦
الدهن (٪)	٤,٤٥–٠,١٥	٢,٧٠–٠,٣١	٣,٦٤–٠,٠٧	١,٣٧–٠,٠٦
الرماد (٪)	٣,٢٣–٠,١٧	٠,٩٤–٠,٠٧	٣,٣١–٠,٠٢	٠,٨٣–٠,٠٨

القيم عباره عن متوسط تكرارات التحليل × الإنحراف المعياري لهذه القيم.

عضلات صافي الخليج العربي (٢,٧٠). و تظهر نفس هذه المؤشرات في نتائج تحليل الجسم كاملاً مع تقارب هذه الفروق نسبياً بين صافي الخليج وصافي البحر الأحمر. كما يلاحظ التشابه الكبير في النسبة المئوية للرماد سواء في نسبتها في العضلات أو نسبتها في الجسم كاملاً في كل من صافي الخليج وصافي البحر الأحمر حيث كانت ٠,٩٤ و٠,٨٣ في العضلات و٣,٢٣ و٣,٣١ في الجسم كاملاً لكل من صافي الخليج وصافي البحر الأحمر على التوالي. ومن المعروف أن التركيب الكيميائي للأسماك يتأثر بتغير فصول السنة وتوفر الغذاء فيها، كما يتأثر بالحالة الفسيولوجيه للأسماك (Egan *et al.*, 1981). وقد تم دراسة التركيب الكيميائي لعضلات ذكور وإناث أسماك صافي الخليج العربي المصادة من المياه الإقليمية السعودية عام ١٩٩٥ (Wassef and Abdel Hady, 1999) ووجد أن متوسط نسب الرطوبة هي ٧٩,٠٠٪ و ٧٨,٩١٪ والبروتين هي ١٤,٢٦٪ و ١٣,٨١٪ والدهون هي ٣,١٧٪ و ٣,٥٨٪ والرماد هي ٣,٦١٪ و٣,٩٪ لكل من الذكور والإناث على التوالي، كما أوضحت الدراسة عدم وجود فروق معنوية بين الجنسين في التركيب الكيميائي لعضلات الأسماك.

تختلف نتائج هذه الدراسة مع نتائج الدراسة التي قام بها Elgasim (1994) حيث وجد أن أسماك الكنعد وأسماك الهامور وأسماك الحمره وأسماك الشعري تحتوي على نسب من البروتين تبلغ ٢١,٢٨ و ١٩,٨٢ و ١٩,٠٥ و ٢٠,٣٢ على التوالي، وعلى نسب من الدهن تبلغ ٤,٥٠ و ٣,٥٦ و ٤,١٨ و ٢,٠٦ على التوالي وهي بهذا أعلى من نسب أسماك الصافي في كل من الخليج العربي والبحر الأحمر حسب نتائج هذه الدراسه. ويعتقد أن السبب وراء ذلك يعود إلى أمرين، الأول أن الاحتياجات الغذائية للأسماك اللاحمه مثل أسماك الكنعد والهامور والحمره والشعري من البروتين أعلى بكثير من الأسماك العاشبه مثل أسماك الصافي (Boonyaratpalin, 1997)، والثاني أن الإنزيمات الهاضمه للبروتينات والدهون في الأسماك اللاحمه أكثر كفاءه منها في الأسماك العاشبه (Al-Owafeir, 1999)، وبالتالي ونتيجة لهذين الأمرين لابد وأن يكون محتوى الأسماك العاشبه مثل أسماك الصافي من البروتين والدهون أقل من محتوى الأسماك اللاحمه مثل أسماك الكنعد وأسماك الهامور وأسماك الحمره وأسماك الشعري.

الأحماض الدهنية

تم فصل ١٠ أحماض دهنية وتقدير التركيز النسبي لكل منها في عضلات كل من صافي الخليج العربي وصافي البحر الأحمر (جدول رقم ٣). و يلاحظ أن إجمالي تركيز الأحماض الدهنية في عضلات صافي البحر الأحمر أعلى نسبياً من تركيزها في عضلات صافي الخليج العربي في العموم. و قد يكون لاختلاف الظروف البيئية لكل من بيئة البحر الأحمر و الخليج العربي أثر في إختلاف نسب الأحماض الدهنيه. حيث يذكر Hardy and King (1989) أن محتوى الأسماك من الدهون كماً ونوعاً يتأثر بعدة عوامل منها نوعية الغذاء ونوعية المياه ودرجة الحرارة وموسم تكاثر الأسماك وهجرة الأسماك وحجم الأسماك ودرجة الصوم.

جدول (٣). أنواع ونسب الأحماض الدهنية في عضلات أسماك الصافي المصاده من المياه الإقليمية السعودية بالخليج العربي والبحر الأحمر.

الأحمـــــاض الدهنيـــــة	التركيز في العضلات (٪)	
	صافي الخليج العربي	صافي البحر الأحمر
ك ١٢ : ٠	٠,٣٥ -٠,٠٤	١,٠٩-٠,١١
ك ١٤ : ٠	٤,٣٤ - ٠,٠٤	٧,٥٥ - ٠,٠٨
ك ١٦ : ٠	٣١,٩٠ - ٠,٢٠	٣٢,٠٠ - ٠,٥٠
ك ١٨ : ٠	٥,٦١ - ٠,١٠	٣,٩٤ - ٠,١٤
ك ٢٤ : ٠	٣,٨٦ - ٠,٢٩	٥,٧٤ - ٠,١١
إجمالي الأحماض الدهنية المشبعة	٤٦,٠٦ - ٠,١٣	٥٠,٣٢ - ٠,١٩
ك ١٦ : ١	٧,٥١ - ٠,١٧	٨,٠٢ - ٠,٠٧
ك ١٨ : ١	١٠,٤ - ٠,٢٥	١١,٠٩ - ٠,٧٢
ك ٢٠ : ١	٠,٧١ - ٠,٠٢	٠,٢٤ - ٠,٠١
إجمالي الأحماض الدهنية الأحادية	١٨,٦٢ - ٠,١٥	١٩,٣٥ - ٠,٢٧
ك ١٨ : ٢	٢,١٧ - ٠,١٢	٢,٢٥ - ٠,٠٥
ك ١٨ : ٣	٠,٦٦ - ٠,٠٧	١,٢٦ - ٠,١٢
إجمالي الأحماض الدهنية العديدة	٢,٨٣ - ٠,١٠	٣,٥١ - ٠,٠٩
إجمالي الأحماض الدهنية	٦٧,٥١ - ٠,١٣	٧٣,١٨ - ٠,١٨

القيم عبارة عن متوسط تكرارات التحليل × الإنحراف المعياري لهذه القيم.

يوضح جدول رقم (٣) أن أعلى تركيز للأحماض الدهنية المشبعة هو الحامض الدهني ك ١٦: ٠ (palmitic acid) حيث يمثل ٣٢٪ و ٣١,٩٠٪ في عضلات كل من صافي البحر الأحمر وصافي الخليج العربي على التوالي. وأن أعلى تركيز للأحماض الدهنية الغير المشبعة هو الحامض الدهني ك ١٨:١ (oleic acid) حيث يمثل ١١,٠٩ و١٠,٤٠٪ في عضلات كل من صافي البحر الأحمر وصافي الخليج العربي على التوالي. ويرجع ارتفاع نسبة الحامض الدهني ك ١٦:٠ إلى أنه الحامض الدهني الأساسي والأهم في تركيب ووظائف الأغشيه الخلويه في الأسماك (Ng *et al.,* 2003)، بينما يرجع ارتفاع نسبة الحامض الدهني ك ١٨:١ إلى أنه الحامض الدهني الأحادي غير المشبع الأكثر تواجدا سواء في أنسجة الحيوان أو النبات (Querijero *et al.,* 1997). تتوافق نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسات أخرى (Montano *et al.,* 2001; Gessner *et al.,* 2002; Ng *et al.,* 2003) أجريت على أسماك مختلفة في أن مجموع الأحماض الدهنيه المشبعة والأحماض الدهنيه الأحاديه غير المشبعة تمثل النسبه العظمى من مجموع الأحماض الدهنية الكلية (جدول ٣) وقد يعزى هذا الأمر إلى تشابه العمليات الأيضيه في الأسماك من حيث قدرتها على تخليق الأحماض الدهنيه (Steffens, 1989). كما يتبين من خلال نتائج هذه الدراسه أن الحامض الدهني ك ١٨:٣ (linolenic acid)، وهو الحامض الدهني الرئيسي الذي تشتق منه كثير من الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات السلسلة الطويلة والتي تنتمي إلى مجموعة أوميغا ٣ (Montano *et al.,* 2001)، ترتفع نسبته في أسماك صافي البحر الأحمر عن أسماك صافي الخليج العربي بمقدار مرتين (جدول ٣). إلا أن كلا النسبتين تعتبر منخفضة إذا ما قورنت بالنسب التي تم الحصول عليها من أسماك تمت تغذيتها على أعلاف صناعية (Grigorakis *et al.,* 2002 و Ng *et al.,* 2003). من المعروف أن أسماك الصافي عشبية التغذيه وأن محتوى غذائها الطبيعي من الأحماض الدهنيه غير المشبعة ذات السلسله الطويله منخفضه مقارنة بمحتوى العلائق المصنعة من نفس الأحماض، حيث يتم إضافة الزيوت السمكيه بأنواعها المختلفه والتي تعرف بمحتواها العالي من الأحماض الدهنيه غير المشبعة ذات السلسله الطويله إلى العلائق المصنعة. وعليه فإنه بالضروره أن ينعكس

ما تقتات عليه الأسماك من أحماض دهنيه في أنسجتها الحيه طرديا. ومما يؤكد هذه النتيجه ما خرج به Kherunnisa *et al.* (1996) من أن للغذاء وطبيعة التغذيه دور في محتوى الأسماك من الأحماض الدهنيه.

يلاحظ في جدول رقم (٣) أن إجمالي الأحماض الدهنية الكلية تمثل ٥١ , ٦٧٪ و ١٨ , ٧٣٪ من إجمالي كمية الدهون في عضلات كل من أسماك صافي الخليج العربي وصافي البحر الأحمر على التوالي، منها ٠٦ , ٤٦٪ و ٣٢ , ٥٠ ٪ أحماض دهنية مشبعة و ٦٢ , ١٨٪ و ٥١ , ٣٪ أحماض دهنية أحادية غير مشبعة و ٨٣ , ٢٪ و ٥١ , ٣٪ أحماض دهنية غير مشبعة ذات السلسله الطويله في عضلات كل من أسماك صافي الخليج العربي وصافي البحر الأحمر على التوالي. من جانب آخر وجد في دراسة سابقة (Wassef and Abdel Hady,1999) أن تركيب الأحماض الدهنية المشبعة في عضلات أسماك صافي الخليج العربي S. canaliculatus تمثل ٨٥ , ٣٥٪ و تمثل الأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة ٥٤٪ بينما تمثل الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات السلسله الطويله ٨٧ , ٤٪ من إجمالي الدهون في العضلات. وبمقارنة نتائج تلك الدراسه مع نتائج الدراسه الحالية يلاحظ إرتفاع في نسبة الأحماض الدهنيه المشبعة و انخفاض في نسبة الأحماض الدهنيه غير المشبعة وهذا قد يعزى إلى الاختلاف في فترة جمع العينات لكلا الدراستين، حيث أنه من المعروف أن نسبة الدهون في الأسماك تتأثر تبعاً لاختلاف فصول السنه ودرجة الحرارة. حيث أوضح Wodtke (1981) أن درجة الحرارة لها أثر على محتوى ونوعية الأحماض الدهنية في الأسماك، بحيث تكون نسبة الأحماض الدهنية المشبعة والأحماض الدهنية الأحادية غيرالمشبعة أعلا من نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات السلسله الطويله في الأسماك التي تعيش في المناطق الدافئه أو في المناطق المداريه عنها في الأسماك التي تعيش في المناطق الباردة، بينما تكون نسبة الأحماض الدهنيه غير المشبعة ذات السلسله الطويله أعلا في الأسماك التي تعيش في المناطق الباردة عنها في الأسماك التي تعيش في المناطق الدافئه. ومما يؤكد هذا الجانب تمت مقارنة نتائج هذه الدراسه مع النتائج التي حصل عليها Meeren *et al.* (1993) و Olsen and Henderson (1997) حيث وجد أن محتوى الأحماض الدهنيه غير المشبعة

ذات السلسله الطويله في أسماك Codو أسماك Arctic charr، وهي من أسماك المياه البارده، أعلا منها في أسماك الصافي، كما وجد أن محتوى الأحماض الدهنيه المشبعة والأحماض الدهنيه الأحاديه غير المشبعة أعلا في أسماك الصافي منها في أسماك Cod وأسماك Arctic charr.

العناصـــر الثقيلة

يوضح الجدول رقم (٤) نتائج تحليل العناصر الثقيله (الرصاص، الكادميوم، الزرنيخ، الخارصين، النحاس، الحديد، الألومنيوم) ونسبها في عضلات الأسماك لكل من صافي الخليج العربي وصافي البحر الأحمر. ويتضح في هذا الجدول أن تركيز كل من الكادميوم والزرنيخ والألومنيوم في أسماك الصافي لكل من الخليج العربي والبحر الأحمر أقل من المستوى الذي يمكن اكتشافه بواسطة التحاليل التي تم اتباعها في هذه الدراسة. كما يتضح من الجدول رقم (٤) أن تركيز العناصر الثقيلة في عضلات أسماك صافي الخليج العربي أعلى من تركيز العناصر الثقيلة في عضلات أسماك صافي البحر الأحمر على العموم فيما عدا عنصر الحديد والذي تزيد نسبة تركيزه في عضلات أسماك صافي البحر الأحمر عن نسبة تركيزه في عضلات أسماك صافي الخليج العربي. إن اختلاف نسب تركيز العناصر الثقيلة بين صافي الخليج العربي وصافي البحر الأحمر قد يعزى إلى اختلاف الظروف البيئية بين كلا المنطقتين. حيث يعرف عن منطقة الخليج العربي أنها منطقه نشطه صناعيا مقارنة بمنطقة البحر الأحمر، حيث تنتشر على سواحل الخليج العربي الكثير من معامل تكرير النفط ومصانع البتروكيماويات، إضافة إلى الحركة الشديدة للسفن التجارية وناقلات النفط ناهيك عن حوادث تسرب النفط المتعددة في مياه الخليج، هذه الظروف بجميعها قد تسهم بشكل أو بآخر في زيادة تركيز العناصر الثقيلة في مياه الخليج العربي والتي تنتهي في أنسجة الكائنات الحية ومنها الأسماك نتيجة لامتصاصها، لاسيما إذا أدركنا أن ما مقداره ٤٪ من مجموع التلوث بالنفط في العالم يصب في منطقة الخليج العربي لوحدها (NRC, 1985).

في دراسة قام بها Al-Jedah *et al.* (1999) على أسماك الصافي في المياه القطرية، وجدوا أن تركيز العناصر الثقيلة في عضلات أسماك الصافي تتوافق مع نتائج هذه

جدول (٤). تركيز العناصر الثقيلة في عضلات أسماك الصافي المصاده من المياه الإقليمية السعودية بالخليج العربي والبحر الأحمر

العناصر	التركيز (جزء في المليون)	
	صافي الخليج العربي	صافي البحر الأحمر
الرصاص (Pb)	٠,٠٠ – ٠,٠٣٤	٠,٠٠ – ٠,٠٠١
كادميوم (Cd)	٠,٠٠ – ٠,٠٠١	٠,٠٠ – ٠,٠٠١
الزرنيخ (As)	٠,٠٠ – ٠,٠٠١	٠,٠٠ – ٠,٠٠١
الخارصين (Zn)	٠,٠٠ – ٥,٢٦	٠,٠١ – ٢,٥٠
نحاس (Cu)	٠,٠٦ – ١,٥٥	٠,٠٦ – ٠,٦
حديد (Fe)	٠,٢١ – ٦,٠٥	٠,٨٣ – ١٩,٧٨
ألومنيوم (Al)	٠,٠٠ – ٠,٠٠١	٠,٠٠ – ٠,٠٠١

القيم عبارة عن متوسط تكرارات التحليل × الإنحراف المعياري لهذه القيم.

الدراسة، وهذا أمر مفهوم خصوصا و أن الظروف البيئية للمياه القطرية تتشابه مع الظروف البيئية للمياه السعودية في منطقة الخليج العربي كنتيجة للموقع الجغرافي الواحد لهما. كما وجد Lai Man So *et al.* (1999) أن متوسط تركيز العناصر الثقيلة في عضلات أسماك الصافي من النوع Siganus oramin في كل من ميناء تولو وميناء فيكتوريا وفي المياه المفتوحة في هونج كونج تتوافق نسبيا مع تركيز العناصر الثقيلة في عضلات أسماك صافي الخليج العربي حسب نتائج الدراسة الحالية، مما يعطي انطباعا بأن الظروف البيئية لكلا المنطقتين متقاربة. من ناحية أخرى لم تتوافق نتائج هذه الدراسة مع نتائج الدراسة التي قاما بها Al-Saleh and Shinwari (2002) حيث وجدا أن تركيز العناصر الثقيلة في عضلات أسماك الصافي في كل من مياه منطقة دارين ومياه منطقة منيفة ومياه منطقة الدمام، وهي مدن تقع على ساحل الخليج العربي، تفوق تركيز العناصر الثقيلة في هذه الدراسة بعشرات الأضعاف، وقد علل الباحثان هذه النتيجة إلى أن الأسماك التي درست قد تم صيدها من مناطق يكثر فيها الصرف الزراعي والصرف الصحي. كما قام Bin Dohaish (2001) بدراسة تركيز العناصر الثقيلة (الحديد والنيكل والمنجنيز والكروم والزنك والكادميوم والرصاص والنحاس) في عضلات وكبد أسماك

الصافي من نوع Siganus rivulatus مصادة من المياه الساحلية لمدينه جدة الواقعه على البحر الأحمر حيث وجد ارتفاعاً في تركيز الحديد في العضلات إلى ٢٥,٧٧ ميكروجرام/ جم وهي نسبه تزيد بقليل على النسبه التي وجدت في هذه الدراسه لعضلات أسماك الصافي المصاده من البحر الأحمر لكنها تزيد بكثير على النسبه التي وجدت في عضلات أسماك صافي الخليج العربي وقد أرجع الباحث ذلك لتلوث المياه والرواسب بعنصر الحديد. و في دراسة أخرى وجد Abdel-Rahman (1997) أن أسماك الصافي من نوع *Siganus rivulatus* المصادة من البحر المتوسط تحتوى على تراكيز أعلا بكثير من التراكيز التي وجدت في هذه الدراسه لكل من الكادميوم ٠,٥٠ والرصاص ٥,٢١ والنحاس ٣,٣١ لكلا النوعين الموجودين في الخليج العربي والبحر الأحمر، مما قد يعزى سببه إلى الاختلاف في الأنشطه البيئيه لكل منطقه وإلى التغيرات في العوامل الفيزيائيه والكيميائيه لكل بيئه.

من المعروف أن امتصاص العناصر الثقيلة في الأسماك يحدث عن طريق ترشيح الماء بواسطة الخياشيم أو عن طريق التهام الغذاء، لكن كفاءة امتصاص هذه العناصر تختلف من نوع إلى أخر ومن منطقة إلى أخرى وتعتمد بشكل رئيسي على عمليات الأيض في الأسماك وعلى درجة تركيز هذه العناصر في البيئة ومكوناتها بالإضافة إلى عوامل بيئية أخرى مثل الملوحة والحرارة (Canli and Furness, 1995). في دراسات سابقه وجد أن تركيز الرصاص والكادميوم والخارصين والنحاس والحديد في عضلات أسماك البياح من نوع *Mugil cephalus* تبلغ ٥,٣٢ و ٠,٦٦ و ٣٧,٣٩ و ٤,٤١ و ٣٨,٧١ على التوالي (Canli and Atli, 2003)، وفي عضلات أسماك الثعابين من نوع *Anguilla anguilla* تبلغ ٠,٠٩ و ٠,٠٣٢ و٤,١١ و ٠,٧ و ٤,٩٣ على التوالي (Usero *et al.,* 2003)، وهي بهذا أعلى بكثير مما وجد في هذه الدراسة مع أسماك الصافي. وقد يعزى السبب إلى أن أسماك البياح من الأنواع التي تتغذى على المواد العضوية المترسبة و المتراكمة على قاع البحر لاسيما وأن بيئة القاع تعتبر المكان الأخير لكثير من الملوثات التي تترسب من عمود الماء بمرور الوقت، كما أن أسماك الثعابين من الأسماك اللاحمه التي تتغذى على كثير من الرخويات والقشريات وهذه الكائنات

معروفه بتراكم المعادن الثقيلة بنسب عاليه في أنسجتها (Heath, 1987)، بينما نجد أن أسماك الصافي من الأسماك المرشحة والتي تتغذى على الطحالب وعلى الكثير من العوالق النباتية والتي يفترض أن تكون خاليه من أية ملوثات بالعناصر الثقيلة أو تتواجد بنسب قليلة نتيجة لوجودها في عمود الماء أولا ثم لعمرها الزمني القصير ثانيا، ومما يؤكد هذه الفرضية ما خرج به Romeo *et al.* (1999) من أن تركيز العناصر الثقيلة في عضلات الأسماك التي تتواجد بيئيا في عمود الماء أقل من تلك الموجودة في عضلات الأسماك القاعية.

حسب القوانين والمواصفات الدولية تعتبر نسب العناصر الثقيلة المتواجدة في عضلات أسماك الصافي لكل من الخليج العربي والبحر الأحمر نسباً منخفضة إذا ما تم مقارنتها بالحدود القصوى المسموح بتناولها في حالة تواجد هذه العناصر في عضلات الأسماك (Kirk and Sawyer, 1991)، عليه يمكن القول أن استهلاك أسماك الصافي بهذه النسب من العناصر الثقيلة مأمون إن شاء الله.

شكر وتقدير

يتقدم الباحثان بالشكر والتقدير لسعادة الدكتور/ جاسم حسن الجيده على ما قام به من مجهود ومعاونة في تحليل الأحماض الدهنية و العناصر الثقيله لعينات الأسماك.

المـــراجـــــع

المراجع العربية

إدارة المصايد البحرية (٢٠٠١). الإحصائيات السمكية في المملكة العربية السعودية لعام ١٩٩٩, وزارة الزراعة والمياه ، الرياض ، المملكة العربية السعودية.

المراجع الأجنبية

Abdul Hady, H.A. (1995) Some biological studies on siganids (F: Siganidae) in Dammam region of the Arabian Gulf, Saudi Arabia. Ph.D. Thesis, Fac. Sci. Girls College, Dammam, Saudi Arabia. 290 pp.

Abdel-Rahman, M.A.B. (1997) Toxicological studies of heavy metals on *Siganus rivulatus.* Ph.D. Thesis. Dept. of Ocean. Fac. Sci. Alex. Univ. 290 pp.

Al-Baharna, W. (1986) Fishes of Bahrain. Ministry of Commerce and Agriculture, Bahrain.

Al-Ghais, S.M. (1993) Some aspects of the biology of *Siganus canaliculatus* in the southern Arabian Gulf. *Bull. Mar. Sci.,* **52**(3): 886-897.

Al-Jedah, J., Ali, M. and **Robinson, R.** (1999) The nutritional importance to local communities of fish caught off the coast of Qatar. *Nutrition and Food Science,* **6:** 288-294.

Al-Owafeir, M. (1999) The effects of dietary saponin and tannin on growth performance and digestion in Oreochromis niloticus and Clarias gariepinus. PhD thesis, 220p, University of Stirling, Scotland.

Al-Saleh, I. and **Shinwari, N.** (2002) Preliminary report on the levels of elements in four fish species from the Arabian Gulf of Saudi Arabia. *Chemosphere,* **48:** 749-755.

AOAC (1995) Official method of analysis. 16th ed. Association of Analytical Chemists. Washington , D.C., U.S.A.

Bilecenoglu, M. (2002) Growth of marbled spinefoot Siganus rivulatus Forsskal, 1775 (Teleostei: Siganidae) introduced to Antalya Bay, Eastern Mediterranean Sea (Turkey). *Fisheries Research,* **54:** 279-285.

Bin Dohaish, G.A. (2001) Effect of environment pollutions on histological and functional aspects of *Siganus rivulatus* in some coastal regions on the Red Sea of Kingdom of Saudi Arabia. Ph.D. Thesis. Zool. Dept. Girl's Coll. Jeddah. Saudi Arabia; 290pp.

Boonyaratpalin, M. (1997) Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. *Aquaculture,* **151:** 283-313.

Canli, M. and **Atli, G.** (2003) The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution,* **121:** 129-136.

Canli, M. and **Furness, R.** (1995) Mercury and cadmium uptake from seawater and from food by the Norway lobster Nephrops norvegicus. *Environ. Toxicol. Chem.,* **14:** 819-828.

Daghestani, F.A., Abu Shusha, T.L. and **Kalantan, M.Z.** (1988) Fishes of Saudi Arabia Kingdom from Red Sea and Arabian Gulf waters. Report Min. Agric. and Water Fish Res. Cent., Jeddah, 114 p. (In Arabic).

Egan, H., Kirk, S. and **Sawyer, R.** (1981) Pearson's chemical analysis of food, 8th ed., Churchill Livingstone, London.

El-Elyani, R.A. (1983) Biology of spawning of family Siganidae (*Siganus rivulatus*) in the Red Sea. M.sc. thesis. Girls Colloge. Zool. Dept. 280 pp.

Elgasim, E.A. (1994) Processing potentialities of the Arabian Gulf fishes: (2) Fish Finger Production. *Egyp. J. Sci.;* **9**(10): 118 - 126.

El Sayed, A.M. and **Bary, K.A.** (1994) Life cycle and fecundity of rabbitfish *Siganus canaliculatus* (Teleostei : Siganidae) in the Arabian Gulf. *Oebalia,* **20:** 79-88.

Gessner, J., Wirth, M., Kirschbaum, F., Kruger, A. and **Patriche, N.** (2002) Caviar composition in wild and cultured sturgeons- impact of food sources on fatty acid composition and contaminant load. *J. Applied Ichthyology,* **18:** 665-672.

Grigorakis, K., Alexis, M., Talyor, K. and **Hole, M.** (2002) Comparison of wild and cultured gilthead sea bream (Sparus aurata) composition, appearance and seasonal variations. *Inter. J. Food Sci. Tech.,* **37:** 477-484.

Hardy, R. and **King, I.** (1989) Variation in n-3 fatty acid content of fresh and frozen salmon. *Omega 3 News,* **4:** 1-4.

Hashem, M.T., (1983) Biological studies on Siganus rivulatus (Forssk.) in the Red Sea. *J. Fac. Mar. Sci.,* **3:** 119-127.

Heath, A. (1987) Water pollution and fish physiology. CRC Press, Florida, USA.

IUPAC, (1979) International Union of Pure and Applied Chemistry. Standard Methods FOR Oils, Fats and Derivatives, sixth edition, Pergamon Press, UK.

Kherunnisa, R., Qadri, S., Touheed, A. and **Viqaruddin, A.** (1996) Fatty acid profile of four marine fish species from Karachi coastal waters. *J. Chem. Soc. Pak.,* **18:** 44-47.

Kirk, R. and **Sawyer, R.** (1991) Pearson's Composition and Analysis of Food 9th ed. Churchill Livingtone, London.

Lai Man So, Cheung R.Y. and **Chan K.M.** (1999) Metal concentrations in tissues of Rabbitfish (*Siganus oramin*) collected from Tolo Harbour and Victoria Harbour in Hong Kong. *Marine pollution,* **39:** 234 - 238.

Meeren, T., Klungsoyr, J. and **Wilhelmsen S.** (1993) Fatty acid composition of Unfed Cod larvae Gadus morhua L. and Cod larvae feeding on natural plankton in large enclosures. *J. world Aquaculture Soc.,* **24:** 167-185.

Montano, N., Gavino G. and **Gavino V.** (2001) Polyunsaturated fatty acid contents of some traditional fish and shrimp paste condiments of the Philippines. *Food Chemistry,* **75:** 155-158.

Ng, W., lim, P. and **Boey, P.** (2003) Dietary lipid and palm oil source affects growth, fatty acid composition and muscle α-tocopherol concentration of African catfish, *Clarias gariepinus. Aquaculture,* **215:** 229-243.

NRC (National Research Council). (1985) Oil in the sea. Inputs fates and effects. National Academy Press, Washington Press, Washington, DC.

Olsen, R. and **Henderson, R.** (1997) Muscle fatty acid composition and oxidative stress indices of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in relation to dietary polyunsaturated fatty acid levels and temperature. *Aquaculture Nutrition,* **3:** 227-238.

Querijero, B., Teshima, S., Koshio, S. and **Ishikawa, M.** (1997) Utilization of monounsaturated fatty acid (18:1n-9, oleic acid) by freshwater prawn *Marobrachium rosenbergii* (de Man) juveniles. *Aquaculture Nutrition,* **3:** 127-139.

Ricker, W.E. (1975) Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* **191,** 383.

Romeo, M., Siau, Y., Sidoumou, Z. and **Gnassia-Barelli, M.** (1999) Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. *Sci. Total. Enviro.,* **232:** 169-175.

Steffens, W. (1989) Principles of fish nutrition. Ellis Horwood Limited, England.

Thobaity, S., Bokhari, F. and **Badawi, A.** (1984) Cultivation of siganids in the Red Sea. Report Min. Agric. and Water Re., Saudi Arabia, 71 p.(1n Arabic).

Uesro, J., Izquierdo, C., Morillo, J. and **Gracia, I.** (2003) Heavy metals in fish (Solea vulgaris, Anguilla anguilla and Liza aurata) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environment International,* **1069:** 1-8.

Wassef, Elham A. and **Abdul Hady, H.A.** (1996) Growth of rabbitfish *Siganus canaliculatus* Park (F: Siganidae) in the Arabian Gulf near Dammam, Saudi Arabia. In : "Gutshop 96", Feeding Ecology and Nutrition in fish Symp. Proc.: 145-148. Int. Cong. Biology of Fishes. San Francisco State University, July 14-18, 1996.

Wassef, Elham A. and **Abdul Hady, H.A.** (1997) Breeding biology of rabbitfishes *Siganus canaliculatus* Park in mid Arabian Gulf. *Fish. Res., Amesterdam,* **33:** 159-166.

Wassef, Elham A. and **Abdul Hady, H.A.** (1999) Amino acids and fatty acids profiles of

pearl spotted rabbitfish *Siganus canaliculatus* (Park) muscles (Pisces Siganidae). *Bul1. Inst. Oceanogr. Fish., Alexandria* **25:** 357-370

Wodtke, E. (1981) Temperature adaptation of biological membranes. The effects of acclimatation temperature on the unsaturation of the main neutral and charged phospholipids in mitochondrial membranes of the carp (*Ciprinus carpio* L.). *Biochim. Biophys. Acta,* **640:** 698-709.

Wray, T. (1979) Commercial fishes of Saudi Arabia. Saudi Fisheries Company, Ministry of Agriculture and Water Resources . Saudi Arabia.

Study of Some Biological Aspects and the Chemical Composition of Two Rabbitfishes (*Siganus canaliculatus* & *S. rivulatus*) Caught From the Saudi Waters of Arabian Gulf and Red Sea

MOHAMMED ABDULLAH AL-OWAFEIR and ADEL AHMED THARWAT AMER
Department of Aquatic Resources Development,
Faculty of Agriculture Sciences and Food, King Faisal University
Hofuf — Saudi Arabia

ABSTRACT. Despite the economic importance of rabbitfish Siganus sp., a few researches were done on this fish in the Arabian Gulf and Red sea in Saudi Arabia. Therefore, the present work aimed to study some biological aspects, chemical composition and muscle heavy metal contents of the two rabbitfish *Siganus canaliculatus* and *S. rivulatus* caught from the Arabian Gulf and Red sea in Saudi Arabia. Fish samples were selected to represent all fish sizes in the catch and were collected during the period from Ramadan to D.Hijjah, 1423 H. Mathematical equations representing length-weight relationship were derived for each species. Both Absolute and relative condition factors (Kc and Kn) were estimated. The results revealed that the growth rate in fish length and weight were relatively higher in *Siganus canaliculatus* of Arabian Gulf than for *S. rivulatus* of Red sea. The flesh (muscles) was removed to estimate the flesh percentage. Samples of whole fish or edible muscles (some flesh) were taken for proximate composition analysis. Other samples of flesh were used for the determination of heavy metals and fatty acids contents.

Keywords: Rabbitfish, *Siganus canaliculatus, Siganus rivulatus* Arabian Gulf, Red Sea, Biology, proximate composition, Fatty acids, Heavy metals.