



PN ABZ-443  
92139

**OMAN FISHERIES DEVELOPMENT AND MANAGEMENT PROJECT**

**ESTABLISHMENT OF A  
NATIONAL FISH AGING FACILITY  
AT THE MARINE SCIENCE AND FISHERIES CENTER  
AND TRAINING OF ITS PERSONNEL**

**PREPARED BY:**

**DR. EDWARD B. BROTHERS**

**CHEMONICS INTERNATIONAL CONSULTING DIVISION**

**AID PROJECT NUMBER 272-0106-C-00-1002-00**

**CONTRACT NUMBER PIO/T 272-0106-3-0005**

**SUBMITTED TO:**

**DIRECTORATE GENERAL OF FISHERIES RESOURCES**

**MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES**

**SULTANATE OF OMAN**

**AND**

**OMANI-AMERICAN JOINT COMMISSION  
FOR ECONOMIC & TECHNICAL COOPERATION**

**AUGUST 1993**

**A**

**Prepared by:**

**Edward B. Brothers  
EFS Consultants  
3 Sunset West  
Ithaca, New York 14850  
U.S.A.**

**B**



مشروع تنمية وإدارة الثروة السمكية في عمان  
FDMP Oman Fisheries Development and Management Project

September 14, 1993

H.E. Sheikh Abdulla bin Ali Bakathir  
Director General of Fisheries Resources  
Ministry of Agriculture and Fisheries  
Al-Khuwair

Reference: Report on the First Phase of Consultancy on Establishment of a National Fish Aging Laboratory

After compliments:

I am pleased to attach the report on the first phase of the establishment of a national fish aging laboratory, and training of MSFC staff in its use. This report was prepared by Dr. Edward B. Brothers, who is scheduled to return to the Sultanate in November to undertake the second portion of this consultancy.

If you have any questions or comments on this report, please do not hesitate to contact me.

After final compliments,

Dr. Dana L. Thomas  
Acting Chief of Party



مشروع تنمية وإدارة الثروة السمكية في عمان  
FDMP Oman Fisheries Development and Management Project

September 14, 1993

Dr. Michael Cremer  
Project Officer  
OAJC  
Ruwi

Reference: Report on the First Phase of Consultancy on Establishment of a National Fish Aging Laboratory

Dear Dr. Cremer:

Attached please find Dr. Brothers' report on the initial phase of his fish aging consultancy.

Sincerely yours,

Dr. Dana L. Thomas  
Chief of Party

## TABLE OF CONTENTS

I.	Introduction . . . . .	1
II.	Training . . . . .	2
	A. Assigned Staff . . . . .	2
	B. Training/Work Schedule . . . . .	3
	C. Attendance . . . . .	4
	D. Syllabus: Introduction to the Study of Otolith Microstructure for Age Determination of Fish . . . . .	4
	E. Training Materials	
	1. Handouts and Reading . . . . .	6
	2. Reprints Given to the MSFC Library . . . . .	6
	F. Evaluation of Trainee Capabilities and Performance . . . . .	8
	G. Recommendations on Training and Future Skill Requirements . . . . .	9
	H. Advice on Other Appropriate Training and Institutions . . . . .	10
III.	Technical Activities . . . . .	10
	A. Laboratory Preparation and Status . . . . .	10
	B. Work, Results, and Continued Activities on Species of Interest . . . . .	11
	1. Striped bonito . . . . .	12
	2. Kingfish . . . . .	12
	3. Longtail tuna . . . . .	13
	4. Yellowfin tuna . . . . .	13
	5. Spangled emperor . . . . .	13
	6. Indian oil sardinella . . . . .	13
	7. Bigeye scad . . . . .	13
	8. Ribbonfish . . . . .	13
	9. Cuttlefish . . . . .	14
	10. Squid . . . . .	14
Appendices		
	Appendix 1. Scope of Work . . . . .	15
	Appendix 2. List of Required and Optional Equipment and Supplies . . . . .	18
	Appendix 3. Schedule and Procedures of Equipment Maintenance and Replenishment of Supplies and General Recommendations for Laboratory Operations . . . . .	23
	Appendix 4. A Brief Description of Procedures for Preparation and Storage of Samples . . . . .	24

E

**ESTABLISHMENT OF A  
NATIONAL FISH AGING FACILITY  
AT THE MARINE SCIENCE AND FISHERIES CENTER  
AND TRAINING OF ITS PERSONNEL**

**I. INTRODUCTION**

By agreement with Chemonics Industries Incorporated (International Consulting Division), Dr. Brothers was engaged as a fish aging specialist for the Oman Fisheries Development and Management Project. The scope of work for this short-term technical assistance involved the establishment of a fish aging laboratory at the Marine Science and Fisheries Center and the training of personnel for the facility. The specific tasks stipulated for the first of two visits were:

1. to advise on the equipment and staff skills required for a facility to age selected species of fish;
2. to assist in set-up of the laboratory and testing equipment;
3. to provide Operational Skills Training (OST) in the preparation of fish samples for aging;
4. to provide introductory training in techniques for aging fish, using samples of hard tissues as appropriate.
5. to provide guidance on the continuing operation of the facility; and
6. to produce a draft report summarizing specific activities and results to date, the current status of the laboratory and personnel, and recommendations for the future.

The initial phase of the consultancy commenced on June 30, 1993 and ended on July 31, 1993. The objectives listed above have been carried out and results are summarized in this report.

In addition to the discussion of activities undertaken, this report contains additional information in four appendices. Appendix 1 contains the scope of work for this consultancy; Appendix 2 contains a list of required and optional equipment and supplies, as well as selected pages from the catalogue of the Edmund Scientific Company, with recommended items marked; Appendix 3 contains advice for maintenance of laboratory equipment and replenishment of supplies; and Appendix 4 contains a brief description of procedures for the preparation and storage of samples.

## II. TRAINING

### A. Assigned Staff

Four staff members of the Marine Science and Fisheries Center were assigned to participate in the Fish Aging Traineeship. The trainees attended daily lectures and discussions as well as laboratory demonstrations and exercises. Each participant was also assigned to work up a series of samples for particular species of interest.

	NAME & DEGREE	SPECIES OF INTEREST
1.	Mariam Mohammed Ali al-Bulushi B.Sc., Qatar University	<i>Sardinella longiceps</i> (Indian oil sardinella)
2.	Sabra Mohamed Hilal al-Harthy B.Sc., Sultan Qaboos University	<i>Lethrinus nebulosus</i> (spangled emperor)
3.	Mohammed Hamdan al-Hijri Secondary degree	<i>Selar crumenophthalmus</i> (bigeye scad)
4.	Abdulla al-Assami Oregon State University	<i>Thunnus tonggol</i> (longtail tuna) <i>Scomberomorus commerson</i> (kingfish)

## B. Training/Work Schedule

DAY	DATE	ACTIVITY
1	June 30	Travel
2	July 01	Arrival; meet with Dr. Dorr
3	July 02	Friday: day off
4	July 03	Meet with al-Abdessalam, Dorr, Thomas, and Cremer; student introductions; unpack and set up equipment
5	July 04	Holiday: U.S. Independence Day
6	July 05	Course preparation; set up equipment; purchase materials, introduce class to equipment
7	July 06	Instruction on equipment; microscope set-up and additional supplies procured
8	July 07	Introductory lecture; terminology; demonstrations of tuna and kingfish otolith preparations; macro- and microstructure studies
9	July 08	Thursday: no class; preparation of instructional materials; organize laboratory
10	July 09	Friday: day off
11	July 10	Purchase fish at market; otolith removal and cleaning; examination of sardine samples
12	July 11	Otolith; morphology, terminology, history, applications; sample preparation and morphology demonstrations
13	July 12	Study design, lab requirements, sampling; epoxy mounting
14	July 13	Marginal increment analysis, vocabulary, review readings; grinding and polishing sardine otolith mounts
15	July 14	Storage, otolith structure; sectioning, embedding and reading of sardine and squid samples
16	July 15	Thursday: no class; preparing and aging sardine samples
17	July 16	Friday: day off
18	July 17	Plan for preliminary examinations, measurement and weighing, otolith growth patterns; sectioning with the diamond saw
19	July 18	Preparation and comparison for light and electron microscopy; bigeye scad dissection and preparation
20	July 19	Discussion of preparation techniques; examples of light and electron microscope views; tuna and emperor preparations
21	July 20	Review of preparation and morphology; slide show; practice sectioning
22	July 21	Fish market: cuttlefish, small sardines, bonito; micro- and macrostructural interpretation; continue practice on sectioning, polishing and reading
23	July 22	Thursday: no class; prepare otolith samples for scad, sardine, squid, cuttlefish, and emperor
24	July 23	Friday: day off
25	July 24	More fish from market; interpretation and analysis of microscope images; preparation of additional samples
26	July 25	Validation; preparation and reading of samples
27	July 26	Validation (continued); preparation and reading of samples
28	July 27	Meeting with al-Abdessalam, Dorr, and Thomas; image enhancement and analysis (demonstration); <sup>*</sup> photography; <sup>**</sup> otolith extraction from larval fish; <sup>**</sup> final preparations and reading
29	July 28	Acetate replicas; final review; slide show
30	July 29	Thursday: no class; clean up
31	July 30	Friday: day off; departure
32	July 31	Travel

<sup>\*</sup> Those attending also included J. Dorr, A. al-Qasmi, A. al-Aisry, M. al-Riyami, M. al-Lawatiya, M. Thangarija, and L. al-Kharusi.

<sup>\*\*</sup> Those attending also included M. Thangarija, A. al-Qasmi, A. al-Aisry, and M. al-Riyami

### **C. Attendance**

The training course met at the MSFC from 8:00 to 14:30 on all working days (Saturday-Wednesday). Attendance by the trainees was expected for all lecture and laboratory sessions. This was not always possible however, as the trainees were also MSFC staff and had additional responsibilities or concurrent courses which could not be cancelled for the four week duration of the fish aging program. A total of nineteen days were allotted for "class" time. The four students averaged fourteen days in actual attendance (range: 12.5 -14.5).

### **D. Syllabus: Introduction to the Study of Otolith Microstructure for Age Determination of Fish**

Course topics were covered in lectures and informal discussions and highlighted examples from fishes of Oman. Lecture topics included otolith function, morphology and growth patterns; study design; applications; sampling; preservation and storage; preliminary examination and measurement; micro- and macrostructural analysis and validation.

Practical instruction included extensive "hands on" experience by the trainees. Laboratory demonstration and exercises included: introduction to microscopes; grinding, polishing, and sectioning equipment and materials; embedding procedures; dissection of otoliths from larvae, juveniles, and adults; preparing and interpreting lapilli; counting and interpreting microstructure; data analysis; and photo-documentation. Each trainee prepared a sample series for a species of interest and made preliminary age determinations.

**Objective:** To enable participants to learn techniques, develop skills and acquire experience for otolith microstructure studies, including:

1. Development of study plan;
2. Collection and preparation of samples;
3. Measurement, interpretation, and analysis;
4. Presentation of results.

#### **I. Introduction**

- A. Advantages and disadvantages of various methods used in age and growth studies of fishes;
- B. Historical review and development of otolith microstructural techniques;
- C. Otolith morphology and terminology;
- D. Applications and study design;
- E. Laboratory requirements; equipment and materials.

#### **III. Development of skills required for analysis of larval, juvenile, and adult otoliths by light (and electron) microscopy**

- A. Sampling
  1. Selection, bias, and "blind" reading
  2. Preservation and storage of fish
  3. Dissection, cleaning, and storage of otoliths (lapilli, sagittae, and asterisci)

### **III. Development of Skills Required for Analysis (cont'd)**

#### **B. Preliminary examination**

1. Otolith morphology and growth pattern
2. Measurements: mass and dimensions
3. Macrostructure; opaque and translucent zones and presumptive annual marks
4. Determination of grinding and sectioning planes

#### **C. Otolith preparation for microscopic examination**

1. Light microscopy: introduction; advantages and limitations
  - a. Whole mounts: larvae and juveniles
  - b. Ground and polished sections
  - c. Embedding and sectioning
  - d. Replicas

#### **(OPTINAL)**

2. Scanning Electron Microscopy: introduction; advantages and limitations
  - a. Etching
  - b. Viewing modes and operating conditions
  - c. X-ray probe information; EDS and WDS

#### **D. Observation**

1. Light microscopy: lighting, polarization, video system, image enhancement and analysis
2. Microstructural terminology and features
3. Counting and extrapolation; axis selection; common errors and optical artifacts
4. Sagittae versus lapilli or asterisci

### **III. Analysis**

#### **A. Daily and subdaily increments**

#### **B. Interruptions, irregularities and incomplete records**

#### **C. Seasonal patterns**

#### **D. Correlation of macro- and microstructural patterns**

#### **E. Initiation and increment deposition**

#### **F. Age and growth rate**

1. Comparing and/or combining with population data
2. Stratification by sex, locality, and time of collection
3. Selection of a growth model and software for curve fitting and determination of parameters
4. Integration with otolith mass and dimensional data

#### **G. Back-calculation of growth history**

#### **H. Determination of spawning dates**

#### **I. Life history interpretation**

#### **J. Environmental influences**

### **IV. Validation**

#### **A. Validation and verification: accuracy and precision**

#### **B. Methods and levels of certainty**

1. Known age
2. Otolith marks: induced and natural
3. Temporal spawning and distribution
4. Comparison with ages determined by other "validated" techniques
5. Identification of seasonal or other signature patterns
6. Marginal increment analysis (macro- and microstructural)
7. Sequential sampling of cohorts

#### **C. Exchanges, "blind counts," multiple readers, and sample rejection**

### **V. Presentation and Documentation**

#### **A. Photography**

#### **B. Reports**

1. Graphic presentations

## E. Training Materials

### 1. Handouts and Reading

- a. Class schedule
- b. Topic outline
- c. Brothers, E.B. 1987. Methodological approaches to the examination of otoliths in aging studies. In: Summerfelt, R.C.; Hall, G.E., eds. Age and growth of fish. Ames: Iowa State University: p. 319-330.
- d. Stevenson, D.K.; Campana, S.E. eds. 1992. Otolith microstructure examination and analysis. (Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science; 117.)
- e. Secor, D.H.; Dean, J.M.; Laban, E.H. 1991. Manual for otolith removal and preparation for microstructure examination. Columbia: University of South Carolina. (Baruch Institute technical report; 91-1.)

### 2. Reprints Given to the MSFC Library

- a. Beckman, D. W; Wilson, C.A. (n.d.) Age and growth of red drum, *Sciaenops ocellatus*, from offshore waters of the northern Gulf of Mexico. Fishery Bulletin, U.S. 87:17-28.
- b. Brothers, E. B. 1990. Otolith marking. American Fisheries Society Symposium, 7:183-202. (2 copies)
- c. Brothers, E. B. (n.d.) Summary of round table discussion on validation. In: Prince, E.D.; Pulos, L.M., eds. Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks. NOAA Technical Report NMFS 8: p. 35-40.
- d. Brothers, E. B. 1987. Methodological approaches to the examination of otoliths in aging studies. In: Summerfelt, R.C.; Hall, G.E. eds. The age and growth of fish. Ames: Iowa State University Press: p. 319-330.
- e. Brothers, E.B.; Mathews, C.P. 1987. Application of Otolith microstructural studies to age determination of some commercially valuable fish of the Arabian Gulf. Kuwait Bulletin of Marine Science 9:127-157.
- f. Brothers, E. B.; McFarland, W.N. (n.d.). Correlations between otolith microstructure, growth, and life history transitions in newly recruited French grunts [*Haemulon flavolineatum* (Desmarest), Haemulidae]. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions 178: 369-374. (The early life history of fish: recent studies.)
- g. Brothers, E.B.; Prince, E. D.; Lee, D.W. (n.d.) Age and growth of young-of-the-year bluefin tuna *Thunnus thynnus* from otolith microstructure. In: Prince & Pulos eds. *op.cit.* (see c above): p. 49-59.
- h. Campana, S. E. 1990. How reliable are growth back-calculations based on otoliths? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 47:2219-2227.

- i. Campana, S. E.; Neilson, J. D. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 42(5):1014-1032.
- j. Collins, M. A.; Schmidt, D.J.; Waltz, C. W.; Pickney, J.L. (n.d.) Age and growth of king mackerel, *Scombenomorus cavalla*, from the Atlantic coast of the United States., " *Fishery Bulletin*, U.S. 87: 49-61.
- k. Continental Shelf Associates, Inc. 1992. Age growth and reproduction of bigeye scad *Selar crumenophthalmus* in southeastern Florida waters. Unpublished draft.
- l. Dalzell, P; Penaflor, G. 1989. The fisheries biology of big-eyed scad, *Selar crumenophthalmus* (Bloch), in the Philippines. *Asian Fisheries Science* 3: 115-131.
- m. De Vries, D.; Grimes, C.B.; Lang, K. L.; White, D. B. 1990. Age and growth of king and Spanish mackerel larvae and juveniles from the Gulf of Mexico and U.S. South Atlantic bight. *Environmental Biology of Fishes*, 29:135-143.
- n. Fable, W. A.; Johnson, A. G.; Barger, L.E. 1987. Age and growth of Spanish mackerel, *Scomberomorus maculatus*, from Florida and the Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 85(4): 777-783.
- o. Gjøsæter, J.; Dayaratne, P.; Bergstad, O.A.; Gjøsæter, H.; Sousa, M.I.; Beck, I.M. 1984. Ageing tropical fish by growth rings in the otoliths. *FAO Fisheries Circular* 776.
- p. Hales, L. S. 1987. Distribution, abundance, reproduction, food habits, age, and growth of round scad, *Decapterus punctatus*, in the South Atlantic Bight," *Fishery Bulletin* 85(2):251-268.
- q. Johnson, A. G.; Fable, W.A.; Williams, M. L.; Barger, L. E. 1983. Age growth and mortality of king mackerel *Scomberomorus cavalla*, from the southeastern United States. *Fishery Bulletin* 81(1):97-106.
- r. Jones, Cynthia; Brothers, E.B. 1987. Validation of the otolith increment: aging technique for striped bass, *Morone saxatilis*, larvae reared under suboptimal feeding conditions. *Fishery Bulletin* 85(2):171-178. (2 copies)
- s. Keener, P.; Johnson, G.D.; Stender, B.W.; Brothers, E.B.; Beatty, H.R. 1988. Ingress of postlarval gag, *Mycteroperca microlepis*, (Pisces: Serranidae) through a South Carolina barrier island inlet. *Bulletin of Marine Science* 42(3): 376-396.
- t. McFarland, W. N.; Brothers, E.B.; Ogden, J.C.; Shulman, M.J.; Bermingham, E. L.; Kotdhian-Prentiss, N.M. 1985. Recruitment patterns in young French grunts, *Haemulon flavolineatum* (Family Haemulidae), at St. Croix, Virgin Islands. *Fishery Bulletin* 83(3):413-426.
- u. McPherson, G.R. 1992. Age and growth of the narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson* Lacépède, 1800) in north-eastern Queensland waters. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 43:1269-82

- v. Prince, E. D.; Lee, D. W.; Zweifel, R.; Brothers, E. B. 1991. Estimating age and growth of young Atlantic blue marlin, *Makaira nigricans*, from otolith microstructure. Fishery Bulletin, U.S. 89:441-459.
- w. Ralston, S.V.; Williams, H.A. 1988. Depth distribution, growth, and mortality of deep slope fishes from the Mariana Archipelago. NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFC-113.
- x. Sturm, M. G. de L.; Salter, P. 1990. Age, growth, and reproduction of the king mackerel *Scomberomorus cavalla* (Cuvier) in Trinidad waters. Fishery Bulletin 88(2):361-370.
- y. Sutter, F. C.; Williams, R.O.; Godcharles, M.F. 1991. Growth and mortality of king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, tagged in the southeastern United States. Fisheries Bulletin U.S. 89:733-737.
- z. Thresher, R. E.; Brothers, E.B. 1989. Evidence of intra- and inter-oceanic regional differences in the life history of reef-associated fishes. Marine Ecology Progress Series 57:187-205.
- aa. Thresher, R. E.; Brothers, E. B. 1985. Reproductive ecology and biogeography of Indo-West Pacific angelfishes (Pisces: Pomacanthidae). Evolution 39(4):878-887.

#### **F. Evaluation of Trainee Capabilities and Performance**

The educational background of the four trainees varied from a secondary degree to B.S. degrees in fisheries and biological sciences. All had some additional practical experience as working staff at the MSFC. English language skills were adequate for oral communication in "lecture" or one-on-one situations. I'm sure, however, that much information went by without being assimilated. I was particularly struck by the very sparse to nonexistent notes that were taken by all of the trainees. This may be the result of the need to focus all attention on the spoken word without the additional distraction of trying to write at the same time. I also observed that the trainees need to develop further their ability to deal with technical writing in English. I don't think that nearly enough effort was expended on reading the assigned articles in the Stevenson and Campana book. Again this was probably because of deficiencies in English language abilities; this problem needs to be addressed if the staff is to become fully aware of the current state of knowledge in the field. Time was short and a great deal of information and technical skills were covered in the four weeks of the traineeship. I am sure that the knowledge transfer would have been further enhanced if some of the trainees had greater English and quantitative proficiency.

All participants gained a working knowledge of otolith morphology and growth patterns, micro- and macrostructure terminology, preparation techniques, and examination and analysis procedures. They are capable of operating all of the equipment in the laboratory. The trainees are fully prepared to serve in a technical capacity to collect and prepare specimens under the supervision of senior staff. With suitable guidance, they should be able to initiate a new study and determine the approach and specific preparation techniques required for a particular species. At this point in time their most serious deficiency concerns interpretive abilities and the ability to integrate results into a quantitative framework and the existing literature. Additional experience and practice will result in considerable improvement in

speed and interpretive skills. Many of the techniques require significant manual dexterity, critical judgement, and the ability to optimize the performance of the compound light microscope. All of the trainees need considerably more practice with the microscope.

Successful microstructure analysis and aging requires that particular criteria be met at certain procedural stages: e.g., finding the optimal sectioning axis, grinding level, lighting, viewing conditions, etc. The trainees are aware of alternative pathways and conditions, but need to develop their ability to decide when and how to apply them as they work through novel situations or originate studies on new species. The Marine Science and Fisheries Center personnel now have the training and equipment to do sophisticated aging studies and they should be encouraged to exercise and develop their newly learned skills. At the same time, it is also strongly advisable for them to have their progress and output reviewed by MSFC senior staff and experienced otolith researchers. The latter could be accomplished by exchange of specimens, photographs, images on disk, and videotapes as well as by on-site observation.

### **G. Recommendations for Training and Future Skill Requirements**

The relatively small number of samples prepared and analyzed during the course of the traineeship should be considered preliminary and the data provisional. Validation is still required and must be included in any final presentation of aging for stock assessment. Interpretation and analysis of otolith microstructural features and presumptive annual zones was based solely on the extensive experience of Dr. Brothers and on the close structural coincidence of otolith microstructural features examined, and validated daily rings and annual marks, with related species from the Arabian Gulf and other tropical waters. There are some significant areas of interpretive uncertainty with respect to both micro- and macrostructural features in particular species. Validation studies are the most important need in future investigations.

The traineeship has emphasized the development of specific methods of otolith preparation and examination unique to each of several species or species groups. Counting of microstructural increments and presumptive annuli has stressed consistency and verification with results from an experienced reader. Continued data set development will require the validation studies noted above, plus collection, preparation, and reading otoliths from a carefully designed sampling scheme. Quantification of results and parameter estimation should follow in the next phase.

The training program should continue uninterrupted in order to maintain and build upon the current skill level of the MSFC staff. The most obvious and basic need for all the trainees is practice and more practice. Building up a collection of prepared otolith samples is the first step, followed by a great deal of time looking and counting with the compound light microscope and video system. Samples should at least attempt to span the size range of the species, with the sex, collection date, and locality determined to the greatest degree possible. Since routine collection for some species may be based on the availability of heads only, an effort should be made to develop predictive regressions for body length and weight based on head morphometry. Otoliths should also be cleaned, weighed, and measured before embedding and sectioning. These data will likely prove to be useful as the studies progress.

All of the above activities may be regarded as practice and a continuation of the training process, as well as the initiation of data set development. The next phase of the program would be "quality control" of preparations and comparison of results (counts) by an experienced otolith researcher. As this is accomplished, more formal validation experiments and/ studies may be planned and carried forward. As noted earlier, the trainees should possess the basic skills necessary to follow this plan, but careful supervision by a senior scientist is definitely advisable. Future skill requirements would include training in:

1. use of the Scanning Electron Microscope (SEM) for otolith microstructural work;
2. computer-based image enhancement and quantitative image analysis;
3. spreadsheets and computer-based data analysis of age and growth data using packages such as ELEFAN, FISHPARM, and LFSA; and
4. basic fish biology and fisheries science, especially stock assessment.

#### **H. Advice on Other Appropriate Training and Institutions**

Continuing education to augment the capabilities of the nascent MSFC fish aging laboratory should aim at producing broadly trained fisheries biologists with good quantitative and computer skills. This is the ideal base level for persons involved in fish aging, since thoughtful interpretation and data analysis often involves consideration of many aspects of fish biology. There are a number of excellent university level programs in fisheries and/or fish biology. For English-speaking students, the U.S., Canada, and Australia offer many possibilities. To identify those institutions with a particular strength in otolith studies, it is a simple matter to peruse the recent literature or examine the list of conveners and organizers of the recent International Otolith Conference.

Tasks specific to aging methodology (e.g. see the previous section) can be learned on a tutorial basis either in Oman or overseas. The possible pool of "experts" could include scientists from universities, government agencies, private consultants, and the technical staff of software manufacturers. This is probably a cost effective and efficient approach, but it will be most effective for students who have already attained a moderately high level of biological and quantitative sophistication. Specific areas of needed training can be identified and modified to target species of particular interest. A more formal university setting is generally not as flexible or adaptable in timing and content. Although lectures, discussion groups, and demonstrations can be easily organized for even moderately sized groups, a severe limitation is imposed by the availability of equipment when students are expected to gain considerable "hands on" experience.

### **III. TECHNICAL ACTIVITIES**

#### **A. Laboratory Preparation and Status**

The Marine Science and Fisheries Center has acquired all of the basic equipment and materials to carry out otolith aging studies. The capability of the laboratory encompasses otolith removal from all life stages; embedding, thin sectioning, grinding, and polishing of samples (also for mollusc shells and other hard parts); macroscopic and microscopic examination of whole and sectioned samples; age determination (counting microincrements

and annuli); measurement; and preliminary data analysis (using software packages available on MSFC computers). The major deficit is the lack of capability to examine microstructural features of less than 1  $\mu\text{m}$ . SEM instrumentation is required at this level of resolution. Efforts should be made to make the SEM at Sultan Qaboos University available to MSFC staff. Inquiries should also be made on the availability of a fluorescence (incident light) microscope. This could be useful for observing certain chemical markers in the otolith.

Existing equipment includes the following:

1. Binocular dissecting microscope with measuring reticule and photo tube
2. Illuminators for dissecting microscope; Nicholas type and fiber optic
3. Compound/oil immersion trinocular light microscope equipped for video microscopy and polarized light illumination
4. High resolution CCD video camera
5. Black and white video monitor (9")
6. Isomet slow speed diamond wafering saw
7. Two motorized, variable speed grinding and polishing wheels
8. High speed diamond trimming saw
9. Curing oven
10. Fume hood equipped laboratory
11. Ultrasonic bath

In addition to the above, two electronic balances were borrowed for use in the laboratory. One, with a sensitivity of 1 mg is used for weighing chemicals. The other, with a sensitivity of 0.1 mg was used for weighing otoliths, but this was inadequate for the smaller species. A sensitivity of .01 or .001 mg is required.

Expendable materials in the laboratory include:

1. Diamond wafering blades for the slow speed and high speed saws
2. Abrasive grinding discs and adhesive papers: 180, 400, 600, and 800 grit
3. Polishing materials: Mastertex cloth, 3 $\mu\text{m}$  and 1 $\mu\text{m}$  diamond paste.
4. Spurr's and polyester embedding epoxy, molds, and silicon release agent
5. Miscellaneous storage capsules, vials, glassware, plastic wash bottles, disposable gloves, etc.
6. Dissecting tools: scalpels, forceps, probes, saw, pan
7. Chemicals: acetone, hydrochloric acid, ethyl alcohol, sodium hypochlorite

Several items should be obtained to improve or complete laboratory requirements. These are listed in Appendix 2.

## **B. Work, Results, and Continued Activities on Species of Interest**

A total of 126 fish and shellfish were obtained from the Mutrah fish market and had their otoliths or statoliths removed and prepared for analysis. Most samples were given at least a preliminary examination and provisional ages could be assigned. The samples were primarily used to determine the optimal preparation procedure and for student practice. The

samples were not sexed and the size range represented was very limited. The following table summarizes the samples examined.

### Samples of Otoliths or Statoliths Examined

	SPECIES	NUMBER	PROVISIONAL AGE RANGE
1.	Striped bonito	1	< 6 months
2.	Kingfish	12	3-12 years
3.	Longtail tuna	16	1-4 years
4.	Yellowfin tuna	9	1-2 years
5.	Spangled emperor	9	3-14 years
6.	Indian oil sardinella	57	1-7 months
7.	Bigeye scad	10	0-1 year
8.	Ribbonfish	2	2 years
9.	Barracuda	1	?
10.	Cuttlefish	4	?
11.	Squid	5	< 6 months

For future work on all species, the following should be considered:

1. Data should be segregated by sex, season, and location. A significant effort should be made to sample the complete size range of each species.
2. SEM observations should verify microstructural features near the limits of light microscope resolution.
3. Rearing facilities (and the aquarium) should be employed to help with validation experiments.
4. Some representative samples should be examined using electronic image enhancement and analysis instrumentation. This may aid in identification, counting, and measurement of both microstructural (daily) marks and annual zones.

Early results on the different species have yielded the following observations and suggestions:

1. Striped bonito Although only small individuals have been examined, the microstructural record in the sagitta and lapillus is very clear with minimal preparation of whole otoliths.
2. Kingfish The otoliths of this species were studied more extensively by Brothers and Dudley. Presumptive annual zones can be seen in whole sagittae and in transverse sections. A detailed account of this species is in the 1990 report by Brothers (to Oregon State University). Microstructural information is particularly useful in identifying the first annual zone.

3. Longtail tuna The otoliths of this species were studied more extensively by Brothers and Dudley. Presumptive annual zones can be seen in whole sagittae and in oblique frontal sections. A detailed account of this species is in the 1990 report by Brothers (to Oregon State University). Microstructural information is particularly useful in identifying the first annual zone. Presumptive daily increments can be resolved with the light microscope for two or three years of growth.
4. Yellowfin tuna The examples studied here were quite small and appeared to be 1-2 years of age. An oblique frontal section was used for these fish and the microstructural record was clear. Large fish may require alternative sectioning planes. Yellowfin tuna aging by otolith microstructure has been validated for Eastern Pacific populations.
5. Spangled emperor Transverse sections of sagittae show patterns completely consistent with validated daily increments and annual zones in related species and snappers from Kuwait and other tropical waters. Seasonal patterns of increment deposition (counts and width) support the hypothesis of daily deposition and annual interruptions. Microstructure analysis will be useful in identifying the first few annual zones. The annual deposition pattern in larger fish (transverse section) is clear and easy to read.
6. Indian oil sardinella We had three size groups of fish which were best aged by counts of presumptive daily increments along a posterior/ventral radius in sagittae polished on the distal face. The fish ranged in age from just over one month to about six months. These ages, if correct, are in strong disagreement with previous attempts to age the fish by scale or vertebral rings. It should be noted that these latter attempts were not validated. Counting "daily" rings in some regions of the otoliths was difficult because of the apparent presence of numerous subdaily increments superimposed on the widely spaced daily pattern. Lapilli of smaller fish could be counted with the light microscope and results served to confirm our correct interpretation of the "daily" increments. More formal validation is clearly required for this species. The strong expression of subdaily increments (especially in the summer growth deposition) may be due to the sharp thermal gradients in the near-surface and near-shore waters that this species frequents. Laboratory experiments could help to test this hypothesis.
7. Bigeye scad Otoliths of this species have been studied in Atlantic and Pacific populations (see list of reprints given to the library). Microstructural aging of this species is fairly well supported. Preliminary ages determined for the two size groups examined in Oman suggest that early growth is faster than in Florida (U.S.) waters. Transverse sections of the sagittae were most useful for microincrement counts; after a year or less, however, age determination may have to depend on macrostructural annuli. Much more work is needed for this species, especially for older/larger individuals.
8. Ribbonfish Lapilli, asterisci, and sagittae of the two individuals examined showed very clear microstructural records. Counts were possible to the otolith margin and total numbers of increments suggested ages of nearly two years. Aging of this species should be fairly easy.

9. Cuttlefish Statoliths, cuttlebone, and beaks were removed from several individuals. Small statoliths, a very coarse crystalline structure, and faint increments appear to make the statolith a poor choice for aging. Sections of the cuttlebone, especially the dense sharp posterior tip, with fine lamellae and wider opaque and translucent zones, shows more promise. Initial work should serve to verify that this portion of the cuttlebone continues to grow throughout life. If this proves correct, then further work is warranted. Validation by chemical marking of the cuttlebone would also be a worthwhile exercise.
  
10. Squid Squid statoliths had remarkably clear increment records. Counts were possible to the margin. Daily deposition has been demonstrated in several species of squid from temperate waters. The Oman samples show excellent possibilities for statolith aging in sectioned or ground samples. Segregation by sex and extension of the size range sampled will be particularly important for squid.

## **APPENDIX 1**

### **SCOPE OF WORK**

#### **Specialist in the Age Determination of Tropical Fish**

##### **Duration of Assignment**

One visit of one month during July-August 1993 to establish the laboratory, and a follow-up visit of one month in late 1993 to increase the analytical skills of Omani staff in aging fish samples.

##### **General Responsibilities**

To assist in the establishment of a National Fish Aging Facility at the Marine Science and Fisheries Center, and training of its personnel.

##### **Specific Responsibilities**

###### First Trip

1. Advise on the equipment and staff skills required for a facility to age selected species of fish, using samples obtained in-country or from researchers in adjacent countries.
2. Assist in the set-up of the laboratory and testing of equipment.
3. Provide Operational Skills Training (OST) in the Preparation of Fish Samples for aging.
4. Provide introductory training in techniques for aging fish, using samples of hard tissues as appropriate.
5. Provide guidance on the continuing operation of the facility.
6. Produce a draft report (see Outputs).

###### Second Trip

1. Review and make recommendations on the functional needs of the laboratory.
2. Assess and provide training to upgrade staff skills in sample preparation techniques.
3. Provide Operational Skills Training (OST) in Fish Aging Techniques.
4. Provide a general introduction to the application of age data to analysis of population dynamics and stock assessment.
5. Produce final report (see Outputs).

### Qualifications for Specialist

1. A Ph.D. in fisheries or related fields.
2. Special knowledge, skills, and practical experience in aging tropical fish.
3. Extensive knowledge of the growth of tropical fish.
4. Special skills and experience in the establishment of small specialized research units in developing countries.

### Outputs

1. A functional fish aging laboratory at the MSFC.
2. MSFC staff trained in fish aging sample preparation and analysis.
3. A consultant report containing:
  - a. Specifications on the equipment, staffing, and operational requirements of a facility capable of aging selected species of fish.
  - b. A summary and discussion of laboratory preparation, staff training, and other activities implemented by the consultant, including an assessment of trainee capabilities and performance.
  - c. A discussion of the future skill requirements of MSFC staff in techniques required to age selected species of fish and operate the laboratory.
  - d. Advice on appropriate training and institutions available abroad for prospective Omani technicians and scientists.
4. A manual containing:
  - a. A description of techniques for the preparation of fish hard tissues for age analysis.
  - b. A description of techniques for aging selected species of fish using hard tissues.

Scope of Work  
Specialist in the Age Determination of Tropical Fish  
Page 3

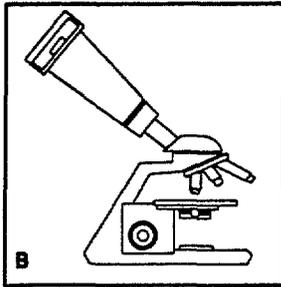
A draft of this report will be due 30 days after completion of in-country work undertaken during the first trip. A final version will be submitted 30 days after completion of in-country work undertaken during the second trip. This allows time for both the author and users to review and modify the procedures and recommendations based on practical experience in the laboratory.

## APPENDIX 2

### LIST OF REQUIRED AND OPTIONAL EQUIPMENT AND SUPPLIES

1. Video tape recorder (and cables) for documentation of video microscope sessions
2. Adapter for 35 mm camera, 10x eyepiece (23 mm O.D.), and appropriate camera back with light meter. The camera back may be any of those already available at the laboratory, or one may be purchased locally (e.g. Pentax, Olympus, Nikon). The attached pages from the Edmund Scientific catalog lists the other required items. It is only necessary to be sure to match the camera brand to the appropriate "T" adapter.
3. Extra fine, stainless pins and pin vises for dissection of larval fish
4. Mineral (paraffin) oil; high viscosity or immersion oil
5. Spare bulbs for all microscopes and illuminators
6. Tungsten or diamond scribe
7. Stage micrometer; metric; ruled to 0.01 mm; see attached pages from Edmund Scientific catalog
8. Additional multiple extension cord
9. Plastic dropper bottles (50 or 100 ml)
10. Wide mouth, screw top plastic storage containers (to hold gelatin capsules with otolith samples)
11. Partitioned plastic storage boxes (for otolith samples)
12. Small "ziplock" or other sealable plastic storage bags
13. Micro-electronic balance (measuring to at least 0.010 mg)
14. Replacement of expendables; especially grinding papers, saw blades, chemicals, diamond paste, and epoxy as needed
15. Slide storage systems (for horizontal and vertical storage) should be purchased or built
16. Glass slides (plain or frosted end; one side only)
17. Fine-tipped permanent markers
18. Another neutral density filter to reduce the intensity of illumination for the low-power objectives
19. A permanent water supply to the grinding and polishing wheels should be fabricated.
20. A list of suppliers and catalog numbers should be developed for all expendable materials.





**DIRECT PHOTOGRAPHY: STILL CAMERA TO MICROSCOPE**

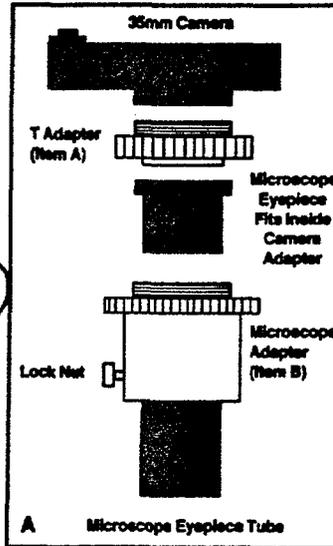
**A) 35MM CAMERA TO MICROSCOPE ADAPTERS**

Diagram indicates the arrangement of your 35mm camera and two required adapters for taking pictures through your microscope.

**Item A):** See "T" adapter listing below for the stock number and price of the correct adapter for your specific camera brand.

**Item B):** Microscope adapter locks on the eyepiece tube. Microscope's eyepiece fits through the adapter and sits in normal position, utilizing the original optical system of the microscope. Black anodized all metal construction. Instructions included.  
**Microscope Adapter**

D41,100 \$39.95



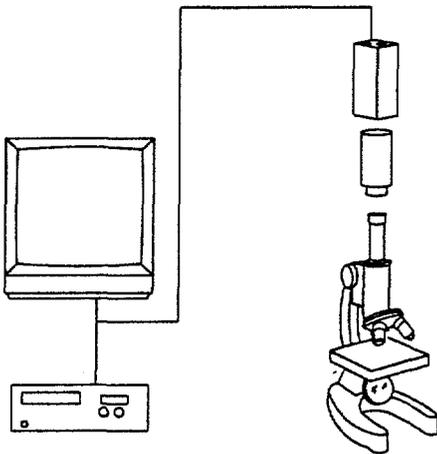
**B) INSTANT PHOTOGRAPH MICROSCOPE CAMERA**

Produce instant Polaroid pictures with your microscope. Our special camera fits virtually all standard monocular, binocular and trinocular microscopes. Accepts all Polaroid film packs in the 100 and 600 series (color and black & white). Comes complete with universal instrument adapter, focusing tube, cable release and comprehensive instructions (56 pages). The quality is excellent because the camera utilizes the optical system of your microscope. Film and microscope not included. Yields 3-1/4" x 4-1/4" photograph. Excellent resolution.

**Instant Microscope Camera**

D31,825 \$300.00

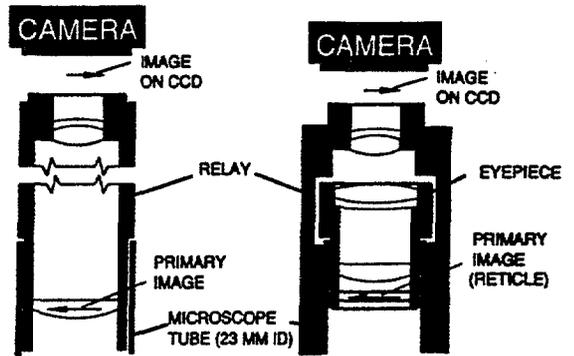
**TYPICAL VIDEO-MICROSCOPY SET-UP**



**DIRECT VIDEO: VIDEO CAMERA TO MICROSCOPE**

**Original Relay Lens System**

**New Relay Lens System**



**IMPROVED ADJUSTABLE RELAY LENS SYSTEM**

- Utilizes Microscope Eyepiece
- Assures Exact Power Specification

Our second generation relay lens incorporates seven differential in mounting collar to image chip in different 23mm O.D. International Standard eyepieces. We reassemble then slips over your microscope's eyepiece into your camera. A fine screw allows the internal lens if in use. For reticle-type eyepieces, see pages 126 and 127.

**ORIGINAL RELAY LENS SYSTEM**

Our original Relay Lens System was designed to replace into microscope eyepiece tubes designed to accept 23mm O.D. International Standard eyepieces. The relay lens barrel has an external "C" thread on one side and an internal "T" thread on the opposite end to screw directly into your video camera.

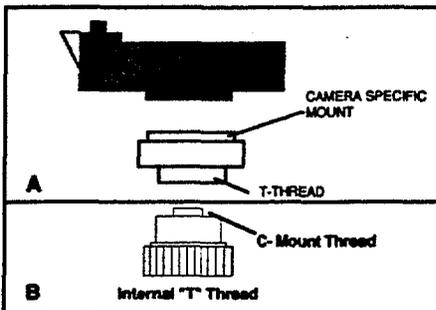
*choose one below*

... requirements and to allow for the small ... with your microscope, it will accept only ... it will work with other powers. The entire ... the external "C" mount screws directly ... video camera and to calibrate a reticle.

D39,925 \$225.00

10X eyepiece. The entire assembly fits microscope with a tube length of 160mm to

D37,820 \$225.00



**A) SPECIFIC BRAND CAMERA TO "T" ADAPTER**

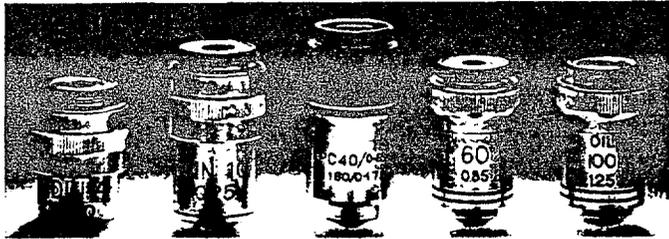
One side has an external (male) screw(s) thread or bayonet (B) base to fit into your specific brand 35mm camera, the opposite side has an internal (female) "T" thread to accept our photo relay lens and other photo accessories. **Each: \$19.95** \*Specify Stock Number For Your Camera Type:

FITTING TYPE:		B = Bayonet S = Screw	
Universal Thread Mount (S)	D42,832	Leica (S)	D42,838
All SLR Minolta Models (B)	D42,834	Konica (B)	D31,517
Nikon (B)	D42,835	Olympus (B)	D42,837
Canon (B)	D42,836	Pentax, All K&M, Ricoh, Vivitar, Chinon (B)	D42,833
Yashica (B)	D31,516		
Minolta Maxxum - for auto focus (B)	D37,819		

**B) VIDEO "C" TO PHOTO "T" ADAPTER**

External (male) "C" thread for video on one side, internal (female) "T" thread on opposite side to accept photo accessories.  
**Video To Photo Adapter**

D38,114 \$31.95



**INTERNATIONAL STANDARD MICROSCOPE EYEPIECES AND OBJECTIVES**

ES offers a full selection of objectives and eyepieces for use with ES models and other brands.

**OBJECTIVES:**

ES offers Japanese Standard 36mm type and DIN (Deutsche Industrie Norm) 45mm type. The numerical designation refers to the distance from turret face to material on stage at focus. For both thread is 0.7965" (20.1mm) dia., 36 TPI, 55° Whitworth. Both are available in color-corrected achromatic design. In DIN-type we also offer Micro-plan (Semi-plan) and Plan-type objectives which provide flatter fields for critical inspections. A typical DIN type microscope utilizes 45mm objectives + 160mm tube length for a 205mm system. Some Japanese student models such as our #36,135 utilize 36 mm objectives + 170mm tube length for a 206mm system. Since thread size is identical they could be interchanged but power will differ (approx. 10% differential).

**DIN OBJECTIVES (45mm)**

Achromatic	Focal Length (mm)	Field of View (mm)	Working Distance (mm)	Numerical Aperture	Stock Number	Price
4X	30.60	4.50	15.80	0.10	D36,131	\$42.95
10X	16.60	1.80	6.30	0.20	D36,132	\$52.95
*20X Spring Loaded	8.78	0.90	1.50	0.40	D38,339	\$64.95
*40X Spring Loaded	4.50	0.45	0.45	0.65	D36,133	\$79.95
*60X Spring Loaded	3.05	0.30	0.28	0.85	D38,340	\$110.00
*100X Spring Loaded	1.86	0.18	0.13	1.25	D36,134	\$155.00
<b>Micro-plan (Semi-plan)</b>						
4X	30.60	4.50	15.80	0.10	D38,341	\$72.00
10X	16.60	1.80	6.30	0.25	D38,342	\$93.00
*40X Spring Loaded	4.50	0.45	0.45	0.65	D38,343	\$115.00
*100X Spring Loaded	1.86	0.18	0.13	1.25	D38,344	\$185.00
100X Spring Lo. w. Iris	1.86	0.18	0.16	0.80-1.25	D38,591	\$299.00
<b>Plan</b>						
4X	30.60	4.50	15.80	0.10	D37,661	\$85.00
10X	16.60	1.80	6.30	0.25	D37,662	\$155.00
*40X Spring Loaded	4.50	0.45	0.45	0.65	D37,663	\$275.00
*100X Spring Loaded	1.86	0.18	0.13	1.25	D37,664	\$425.00
<b>JAPAN STANDARD OBJECTIVES (36mm) JIS</b>						
4X	30.00	4.50	15.50	0.10	D38,345	\$32.95
5X	25.80	3.60	14.00	0.12	D30,045	\$32.95
10X	14.80	1.80	6.80	0.25	D30,046	\$42.95
20X	8.78	0.90	1.50	0.40	D30,047	\$57.95
*40X Spring Loaded	4.30	0.45	0.45	0.65	D30,048	\$62.95
*60X Spring Loaded	2.90	0.30	0.28	0.85	D30,049	\$89.95
*100X Spring Loaded	2.70	0.18	0.13	1.25	D41,670	\$129.95
*Retractable	All dimensions are in mm					

**23mm O.D. MICROSCOPE EYEPIECES**

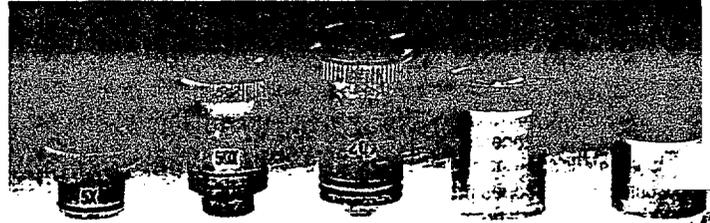
**DIN EYEPIECES:** Magnification inscribed on side of eyepiece has been determined using a 160mm tube length.

**JIS EYEPIECE:** Magnification inscribed on side of eyepiece has been determined using a 170mm tube length.

ES offers three design types. All are 23mm O.D. to fit International Standard Tubes. \*The magnification written on an eyepiece is correct only when used in the tube length system for which it was calibrated. True magnification requires more than just multiplying the objective power by the eyepiece power; you must also know the tube length for which the eyepiece was calibrated.

- Huygenian Design:** Consists of two plano convex lenses positioned with both convex faces toward the object. Designed for use with lower power achromatic objectives.
- Wide-Field Design:** Consists of two plano convex lenses with the convex surfaces facing each other. They are ideal for use with high power achromatic objectives.
- Periplan Design:** Has an additional lens element. Intended for use with Semi-Plan and Plan objectives.

23mm O.D.	Focal Length	Field of View	Eye Point	For DIN Type		For JIS Type	
				Stock No.	Price	Stock No.	Price
Huygenian 5X	50.9	21.0	14.0	D39,692	\$27.50	D30,126	\$26.95
10X	25.0	12.9	8.5	D39,693	\$34.00	D30,128	\$32.95
15X	16.7	8.0	7.0	D39,694	\$34.00	D30,129	\$32.95
Wide Field 10X	25.0	18.0	15.5	D36,130	\$44.95	D39,698	\$42.95
15X	16.7	13.0	12.6	D39,695	\$76.00	D38,346	\$74.95
20X	12.5	10.0	9.8	D39,696	\$85.00	D38,347	\$82.95
Periplan 10X	20.5	14.5	14.5	D37,660	\$52.95	D39,699	\$50.95
Zoom 10-20X				D39,697	\$170.00	D60,270	\$169.00



**ADVANCED STUDENT SERIES EYEPIECES AND OBJECTIVES**  
ES offers replacement eyepieces and objectives for our Advanced Student Series Microscopes.

**OBJECTIVES: Fully Achromatic Design.**

Thread 15 mm O.D./42 TPI.			Thread 17.50 mm O.D./42 TPI.		
Magnification	Stock Number	Price	Magnification	Stock Number	Price
5X	D38,348	\$21.95	5X	D38,408	\$21.95
10X	D38,349	\$29.95	20X	D38,409	\$29.95
15X	D38,350	\$29.95	*50X	D38,410	\$42.95
20X	D38,351	\$29.95			
30X	D38,352	\$29.95			

\*40X (Spring Loaded / \*Retractable) 15mm O.D. D38,353 \$34.95  
\*50X (Spring Loaded / \*Retractable) 15mm O.D. D38,354 \$42.95

**Wide-Field Eyepieces:**

19 mm O.D. (Fits #70,008 & #72,406)			21 mm O.D. (Fits #34,498 & #36,101)		
Type	Stock Number	Price	Type	Stock Number	Price
WF10X	D38,355	\$19.95	WF10X	D38,645	\$20.95
WF15X	D38,356	\$20.95	WF20X	D38,644	\$22.95
WF20X	D38,357	\$21.95			

**\*SPRING LOADED/RETRACTABLE/OIL IMMERSION**  
These terms are interchangeable and refer to the mechanism at the tip of higher power objectives which is spring loaded so that it will retract within itself when it is pressed against the slide surface. There is very little working distance with such objectives and this feature prevents slide damage. With 100X objectives we recommend optical grade clear immersion oil. Two ounce bottle. D35,736 \$8.50

**DIOPTR ADJUSTABLE EYEPIECE**  
Wide field 10X eyepiece fits international standard 23mm tube. Accepts 19mm diameter micrometer disc reticles within the internal field diaphragm. Eye lens is diopter adjustable to focus reticle pattern. D36,123 \$87.00

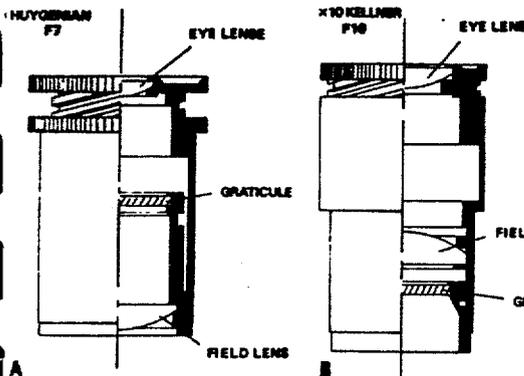
**19mm DIAMETER MICROMETER DISC RETICLES**

5mm/100 Div.	D36,126
10mm/100 Div.	D36,125
0.4 inch/40 Div.	D36,128
10mm/20 Div.	D36,127
Crosshair	D36,124

\$27.95 Each

**STAGE MICROMETERS**  
Optical-quality slide glasses with scales for calibrating magnification of objectives and for measuring objects under the microscope, independent of the system magnification.  
Millimeter Scale: 1/100 D36,121 \$58.95  
English Scale: .04/40 inch D36,122 \$58.95

**ZOOM MICROSCOPE EYEPIECE**  
Zooms from 10X to 20X. Fits all international standard 23mm microscope tubes. Adjustable ring clamp allows you to compensate for varying system lengths. Fully coated achromatic optics. 2-3/4" long overall. Eyepiece D60,270 \$169.00



**FOCUSING EYEPIECES**

Our focusing eyepieces, which fit international standard monocular microscopes (23mm diameter), are specially designed to receive eyepiece reticles of 16mm or 21mm diameter. This allows the reticle to be brought into sharp focus when superimposed on the object image, which is often difficult to achieve with fixed focus eyepieces. The reticle is held within the eyepieces by a screw-in retaining ring which can be removed for cleaning or replacement by another pattern.

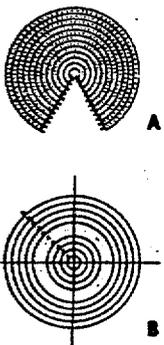
**EYEPIECES FOR 16mm RETICLE**

- A) Huygenian design (completely free of lateral color): chrome and blackened finish, outer sleeve diameter, 23mm (to fit most standard microscopes). Useful Field: 14mm; Reticle Diameter: 16mm; Magnification Power: 7X. Huygenian Design D51,035 \$97.00
- B) Kellner design (partially corrected for lateral color): chrome and blackened finish, outer sleeve diameter 23mm (to fit most standard microscopes). Useful Field: 14mm; Reticle Diameter: 16mm; Magnification Power: 10X. Kellner Design D51,036 \$110.00

**10X EYEPIECES FOR 21mm RETICLE**

- A) Periplan design (corrected for secondary color; primarily for use in plan and semi-plan microscopes): same basic design as Huygenian but with extra eyelens for improved imaging, black anodized finish, 23mm O.D., 21mm field of view, 14.5mm eye point. Periplan Design D37,691 \$77.00
- B) Kellner design (partially corrected for lateral color): as pictured, black anodized finish, 23mm O.D., 21mm field of view, 14.5mm eye point. Kellner Design D37,692 \$67.00

**CONCENTRIC CIRCLES**



**Microscope Eyepiece Reticles**  
**Concentric Circles**

Concentric circle reticles are useful for bi-dimensional measurement, comparing circular sizes/arcs and for comparing radii of points.

\$66.00 Each

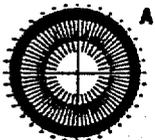
**(A) Concentric Circles (Pie-Cut)**

Circles	21 mm Dia.	16mm Dia.
0.5 to 12 mm	D30,077	D51,030

**(B) Concentric Circles (Full Circle)**

Circles	21 mm Dia.	16mm Dia.
0.5 to 5 mm	D51,031	D51,033
1.0 to 10 mm	D51,032	D51,034

**PROTRACTORS IN DEGREES**



**MEASURING ANGLES**

Protractors are used for measuring angles.

**(A) Protractor in Degrees \$66.00 Each**

21 mm Dia.	16 mm Dia.
D51,021	D51,022

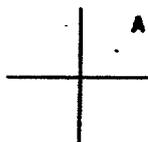
**HALF PROTRACTOR IN DEGREES**



**(B) Half Protractor in Degrees \$66.00 Each**

21 mm Dia.	16 mm Dia.
D30,079	D51,023

**CROSSLINE**

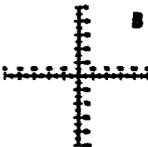


**MICROMETERS**

**(A) Crossline Reticles \$66.00 Each**

21 mm Dia.	18.5 mm Dia.	16 mm Dia.
D30,070	D31,439	D51,024

**CROSSED MICROMETERS**



**(B) Crossed Micrometers \$66.00 Each**

Scale	21 mm Dia.	16 mm Dia.
10mm in 100 Divs.	D30,075	D51,025
5mm in 100 Divs.	D30,076	D51,026

**HORIZONTAL MICROMETERS**



**(C) Horizontal Micrometers \$80.00 Each**

Scale	21 mm Dia.	16 mm Dia.
0.1 inch in 100 Divs.	D30,101	D51,027
0.5 inch in 100 Divs.	D30,110	—
1mm in 100 Divs.	D30,081	D51,028
10mm in 100 Divs.	D30,066	D51,029

**MEASURING SQUARES**

Squared reticles are useful for systematic examination of specimens, for counting and for particle size analysis.

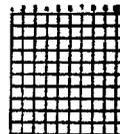
**(A) Indexed Squares \$66.00 Each**

Grid Square	21 mm Dia.	16 mm Dia.
0.5mm	D51,015	D51,017
1.0mm	D51,016	D51,018

**(B) Squares Over Entire Field \$66.00 Each**

Grid Square	21 mm Dia.	16 mm Dia.
0.5mm	D30,073	D51,019
1.0mm	D30,111	D51,020

Indexed Squares



Squares Over Entire Field

**PARTICLE AND FIBER ANALYSIS**

The use of the reticles shown here makes it possible to analyze specimens containing particles as an alternative or in addition to sieving. Reticles for particle size analysis are particularly popular when there are only limited quantities of particles available or where particles are smaller than 50µ diameter. Typical substances analyzed are sand grains, soil particles, plant seeds, fertilizers, abrasives, liquid droplets, pigments, pulverized coal silica, fibres and fine dust.

**(A) Porton Reticle \$130.00 Each**

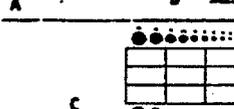
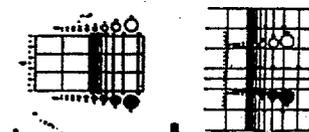
21 mm Dia.	16 mm Dia.
D30,084	D51,013

**(B) New Porton Reticle \$130.00 Each**

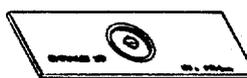
21 mm Dia.	16 mm Dia.
D51,012	D51,010

**(C) Patterson Globe and Circle \$130.00 Each**

21 mm Dia.	16 mm Dia.
D30,083	D51,014



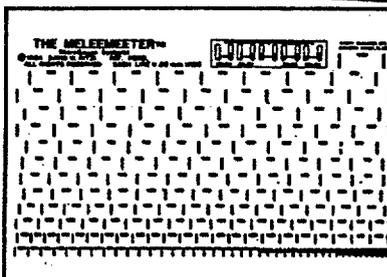
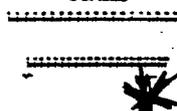
**STAGE MICROMETERS**



**MICROSCOPE STAGE MICROMETERS**  
Reticle scales are all mounted on 1" x 3" standard glass slides and protected with a cover glass. Designed for use in direct contact with subject.

Stock #	Description of Pattern	Price
D30,133	10mm scale in 100 parts	\$95.00
D30,088	1mm sq. in 100 part grid numbered horizontally, lettered vertically	\$120.00
D30,593	0.1mm scale in 50 parts	\$180.00
D30,592	0.005" scale in 50 parts	\$180.00
D30,036	1mm scale in 100 parts	\$95.00

**S20 SCALES**



**SPACE FIT MICROGAUGE MEASURING SCALE**

A mistake-free technique for accurately measuring objects from 1mm to 10mm. Simply match the object's space to one of 200 scale spaces and read the exact measurement. Designed for use with magnifiers and comparators in the 6X to 15X range. Wallet sized card is made of stabilized transparent polyester. Vinyl case. D38,070 \$7.95 Each  
3 or More \$7.50

### **APPENDIX 3**

#### **Schedule and Procedures of Equipment Maintenance and Replenishment of Supplies and General Recommendations for Laboratory Operations**

Equipment in the aging laboratory is relatively robust and does not require a rigid maintenance schedule. The most important factor in maintaining the functionality and working order of the lab and equipment is that there be one individual assigned to oversee the facility and all individuals who use it. Persons wishing to use equipment in the laboratory should be fully trained (and checked out) so as not to damage lenses, diamond saws and other items which will likely suffer the greatest damage from improper use. All of the equipment in the laboratory is essential, and therefore it should not be removed or "borrowed". I urge that a detailed inventory and checklist be maintained by the person in charge. A periodic survey should assess the supply of expendable materials. Some specific recommendations follow:

1. Microscopes should be protected by a dust cover when not in use.
2. The thin (and expensive) blades of the Isomet saw are easily damaged. A cover (plexiglass) should be fabricated for this instrument. The saw should not be used by untrained individuals. If water is used as the lubricant and coolant, care should be taken to prevent rust formation. Isocut oil could be used instead of water if any problems arise.
3. The magnification calibrations (all lenses) on the video screen should be checked whenever the camera attachment is altered.
4. All instruments and tools should be labeled (e. g. by scribe) as belonging to the Aging Laboratory.
5. Tools coming into contact with fish and seawater should be cleaned after use and protected with a light coat of oil.
6. Mixing of the Spurr's or polyester epoxy should be done wearing protective gloves and within the fume hood. Check to see that the hood fan is working properly.
7. All samples (and parts resulting from sectioning) should be clearly labeled and catalogued for future reference. A consistent labeling protocol should be established.
8. The Laboratory should develop and maintain an otolith reference collection.
9. New preparation procedures should be fully and carefully documented.
10. Examples of micro- and macrostructural interpretations should be photo-documented.

## APPENDIX 4

### A Brief Description of Procedures for Preparation and Storage of Samples

Generalized procedures for the storage and preparation of samples are described in Stevenson and Campana (1992. "Otolith microstructure examination and analysis," Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science 117:126p.), Williams (1986. "Ageing manual for Kuwaiti fish," Kuwait Institute for Scientific Research) and Brothers (1987. "Methodological approaches to the examination of otoliths in ageing studies," p.319-330. In, R.C. Summerfelt and G.E. Hall (eds.), Age and growth of fish. Ames: Iowa State University). All of these publications are available in the MSFC library.

No special storage procedures are required for Omani samples, but I recommend that otoliths be cleaned in sodium hypochlorite ("bleach") for several minutes before they are rinsed with water, and thoroughly dried before storage in gelatin capsules or glass vials. Samples should be clearly labeled with a code number that does not reveal size information about the fish.

Preparation procedures for each fish and life stage will vary with the otolith morphology and growth pattern unique to the species. Successful approaches for several species of interest have been indicated in Section III.B. of this report, but the process of examination and experimentation is not complete and recommendations cannot be finalized until more specimens covering a greater size range have been analyzed. The most important consideration is that transverse sections should at least be initially examined for all species, and especially if substantial longevity and asymptotic growth is suspected. The propensity for otolith (sagitta) growth to continue only on the medial face of the otolith is a phenomenon which can lead to significant underestimation of age if only whole otoliths or sagittal sections are studied.



# مشروع تنمية وإدارة الثروة السمكية في عمان

انشاء مختبر وطنى لتحديد اعمار الاسماك  
بمركز العلوم البحرية والسمكية

اعداد

دكتور إدوارد ب. برذرس

كيمونكس انترناشونال - قسم الاستشارات

هيئة التنمية العالمية

مشروع رقم ٢٧٢-٠١٠٦-٠١-سى-١٠٠٠١-٠٠  
عقد رقم بى.أى.أو.تى ٠٠٢٧٢-٠١٠٦-٠٣-٥-٠٠٠

يرفع الى :

المديرية العامة للثروة السمكية  
وزارة الزراعة والثروة السمكية  
سلطنة عمان

و

اللجنة العمانية الامريكية المشتركة  
للتعاون الاقتصادى والفنى

اغسطس ١٩٩٣

٢٥

اعداد

**Edward B. Brothers**  
**EFS Consultant**  
**3 Sunset West**  
**Inthaca, New York 14850**  
**U.S.A**

25A



# مشروع تنمية وإدارة الثروة السمكية في عمان FDMP Oman Fisheries Development and Management Project

بسم الله الرحمن الرحيم

التاريخ : ١٤ سبتمبر ١٩٩٣

المحترم  
سعادة الشيخ عبدالله بن علي باكثير  
المدير العام  
المديرية العامة للثروة السمكية  
وزارة الزراعة والثروة السمكية  
الخورير  
سلطنة عمان

المرجع : تقرير عن الجزء الاول من العمل الاستشاري الخاص بإنشاء المختبر الوطني  
لتحديد اعمار الاسماك

تحية وبعد،،،

يسعدني ان ارفق بالبطي تقريراً عن الجزء الاول من العمل الاستشاري الخاص بإنشاء المختبر  
الوطني لتحديد اعمار الاسماك وتدريب موظفي مركز العلوم البحرية والسمكية على استخدامه  
اعد التقرير الدكتور ادوارد ب. براذرز والذي من المقرر ان يعود الى السلطنة في شهر  
نوفمبر للقيام بالجزء الثاني من الاستشارة .

ارجوا الا تترددوا في الاتصال بي اذا كانت لديكم تساؤلات حول او تعليقات على التقرير .

وتفضلوا بقبول الاحترام،

دكتور دانا توماس  
رئيس الفريق بالوكالة



مشروع تنمية وإدارة الثروة السمكية في عمان  
FDMP Oman Fisheries Development and Management Project

بسم الله الرحمن الرحيم

التاريخ : ١٤ سبتمبر ١٩٩٣

الدكتور مايكل كريم  
ضابط المشروع  
اللجنة العمانية الامريكية المشتركة  
روى  
سلطنة عمان

المرجع : تقرير عن الجزء الاول من العمل الاستشارى الخاص بإنشاء المختبر الوطنى  
لقياس اعمار الاسماك

تحية وبعد ،،،

ارجو ان تجدوا بالطى تقرير دكتور براندرس عن الجزء الاول من العمل الاستشارى الذى قام  
به .

وتفضلوا بقبول الاحترام ،

دكتور دانا توماس  
رئيس الفريق بالوكالة

## المحتويات

١	١- مقدمة
٢	٢- التدريب
٢	أ- الموظفين المكلفين
٣	ب- التدريب/جدول العمل
٥	ج- الحضور
٥	د- الدراسة:مقدمة فى دراسة البنية المجهرية لعظمة الاذن
٥	لتحديد عمر الاسماك
٧	هـ- المواد التدريبية
٧	١- مواد للقراءة
٧	٢- المواد الموجودة بمكتبة مركز العلوم البحرية والسمكية
١٠	و- تقييم مقدرات واداء المتدربين
١٠	ز- توصيات التدريب والمهارات المطلوبة
١١	ح- التدريب الملائم والمؤسسات التدريبية
١٢	٣- الانشطة الفنية
١٢	أ- تحضير المعمل ووضعه
١٣	ب- الانشطة والنتائج
١٣	١-سقطانة
١٣	٢-الكنعد
١٣	٣-السهوة
١٤	٤-الجيدر
١٤	٥-الشعري
١٤	٦-العومة
١٤	٧-الصورل
١٤	٨-الخردويل
١٤	٩-الخبار
١٤	١٠-النقر

## ملاحق

١٥	ملحق (١) الهدف من المهمة
١٧	ملحق (٢) قائمة بالمواد المطلوبة والمواد الاختيارية
١٨	ملحق (٣) صيانة وتشغيل المختبر
١٩	ملحق (٤) وصف موجز عن خطوات تحضير وتخزين العينات

انشاء المختبر الوطنى لتحديد اعمار الاسماك  
بمركز العلوم البحرية والسمكية  
وتدريب الموظفين

١- مقدمة

باتفاق بين شركة كيمونكس اندستريز انكوربوريتد ( قسم الاستشارات الدولية ) قام الدكتور برذرس بمهمة اخصائى تحديد اعمار الاسماك بمشروع تنمية وادارة الثروة السمكية فى عمان . وتشمل هذه المهمة انشاء مختبر لقياس اعمار الاسماك بمركز العلوم البحرية والسمكية وتدريب موظفى المركز . وذلك على النحو التالى :

- ١- تقديم استشارة حول المعدات ومهارات الموظفين المطلوبة لمختبر تحديد اعمار انواع منتقاة من الاسماك .
- ٢- المساعدة فى تجهيز المختبر وفحص المعدات .
- ٣- تقديم تدريب على المهارات التشغيلية فى تحضير عينات الاسماك لتحديد الاعمار .
- ٤- تقديم تدريب اولى فى اساليب تحديد اعمار الاسماك باستخدام عينات من الانسجة الكبيرة .
- ٥- تقديم التوجيه حول العمليات المستمرة للمرفق .
- ٦- انتاج تقرير يلخص الانشطة القائمة الآن بالمركز والنتائج والوضع الراهن للمختبر والموظفين والتوصيات بشأن المستقبل .

بدأ الجزء الاول من المهمة فى ٣٠ يونيو ١٩٩٣ وانتهى فى ٣١ يوليو ١٩٩٣ وقد تم القيام بالانشطة الواردة اعلاه ويحتوى التقرير على ما تم انجازه .

يحتوى هذا التقرير اضافة الى انشطة الجزء الاول من الاستشارة معلومات اضافية فى اربع ملاحق ، يحتوى الملحق الاول على حجم العمل ويحتوى الملحق الثانى على المعدات المطلوبة والاختيارية والمواد التى يحتاجها المختبر اضافة الى صفحات مختارة من فهرس ادموند العلمى المصور وفيها اشارات على الاشياء المطلوبة ويحتوى الملحق الثالث على اجراءات الصيانة وامداد المختبر بالمواد التى تنفذ منه ويحتوى الملحق الرابع على سرد موجز عن تحضير وتخزين العينات .

## ٢- التدريب

### أ- الموظفين المكلفين

تم تكليف اربعة من موظفى مركز العلوم البحرية والسماكية للمشاركة فى التدريب على تحديد اعمار الاسماك . وقد حضر المتدربون محاضرات يومية ومناقشات وتجارب عملية وتمرينات . وقد تم تكليف كل مشارك بالعمل فى عدد من العينات لانواع بعينها .

نوع السمك	الاسم والمؤهل
العومة	١- مريم بنت محمد البلوشى بكالوريوس العلوم - جامعة قطر
الشعري	٢- صابرة بنت محمد هلال الحارثى بكالوريوس العلوم - جامعة السلطان قابوس
الصورل	٣- محمد بن حمدان الحجرى الثانوية العامة
السهوة - الكنعد	٤- عبدالله العاصمى جامعة ولاية اوريجون

ب - التدريب / جدول العمل

اليوم	التاريخ	الانشطة
١	٣٠ يونيو	السفر
٢	١ يوليو	الوصول ومقابلة دكتور دور
٣	٢ يوليو	يوم جمعة - عطلة
٤	٣ يوليو	مقابلة العبد السلام ودور وتوماس وكريم والتعرف على الطلاب وفض وتركيب المعدات •
٥	٤ يوليو	عطلة - يوم الاستقلال
٦	٥ يوليو	التحضير للدورة - تركيب المعدات - شراء مواد ، تعريف الطلاب على المعدات
٧	٦ يوليو	ارشادات حول المعدات - تركيب المجهر - شراء مواد اضافية
٨	٧ يوليو	محاضرة تعريفية - مصطلحات - تجارب على التونة والكند - تحضير عظمة الاذن - دراسة البنيات الكبيرة والمجهرية
٩	٨ يوليو	خميس - لا توجد دراسة - تحضير مواد - تنظيم المختبر
١٠	٩ يوليو	جمعة - عطلة
١١	١٠ يوليو	شراء اسماك من السوق - ازالة عظمة الاذن وتنظيف - اختبار عينات من العومة
١٢	١١ يوليو	عظمة الاذن - المورفولوجيا - مصطلحات - تاريخ - تطبيقات - تحضير العينات - تجارب مورفولوجية -
١٣	١٢ يوليو	تصميم الدراسة - احتياجات المختبر - اخذ عينات ، وضع الايوكسى على الشرائح الزجاجية
١٤	١٣ يوليو	تحليل الزيادات الحديدية - المفردات اللغوية - قراءة للمراجعة - طحن وتنظيف شرائح العومة
١٥	١٤ يوليو	تخزين - بنية عظمة الاذن - تجهيز الشرائح المجهرية وقراءة عينات العومة والنقر
١٦	١٥ يوليو	خميس - لا توجد دراسة - تجهيز وتحديد اعمار عينات العومة
١٧	١٦ يوليو	جمعة - عطلة
١٨	١٧ يوليو	التخطيط للاختبار الاولى - وزن وقياس انماط نمو عظمة الاذن وتجهيز الشرائح الزجاجية باستخدام المنشار الماسى
١٩	١٨ يوليو	تجهيز والمقارنة بين صور المجهر الضوئى والمجهر الالكترونى تحضير وتشريح الصور
٢٠	١٩ يوليو	مناقشة طرق التحضير - امثلة باستخدام مناظر من المجهر الضوئى والمجهر الالكترونى - تحضير الشعرى والتونة
٢١	٢٠ يوليو	مراجعة التحضير والمورفولوجيا - عرض شرائح منزقة - تمرين على تجهيز الشرائح المجهرية سوق السمك - حبار - عومة صغيرة
٢٢	٢١ يوليو	شرح البنيات الكبيرة والدقيقة - مواصلة التمارين على تجهيز الشرائح المجهرية وصفلها وقراءتها
٢٣	٢٢ يوليو	خميس لا توجد دراسة - تجهيز عينات عظمة الاذن للصورل والعومة والنقر والحبار والشعرى
٢٤	٢٣ يوليو	جمعة - عطلة
٢٥	٢٤ يوليو	مزيد من السمك من السوق شرح وتحليل صور مجهرية - اعداد المزيد من العينات

---

تحضير وقراءة والتثبيت من عينات اضافية	٢٥	٢٦
مواصلة تحضير وقراءة والتثبيت من عينات اضافية	٢٦	٢٧
اجتماع مع العبد السلام ودور وتوماس - تعزيز الصور وتحليل (تجربة) تصوير فوتوغرافى استخراج عظمة الاذن من يرقه سمكة - التحضير النهائى والقراءة	٢٧	٢٨
مطابقة النسخ باستخدام الاسيات - المراجعة النهائية - عرض شرائح منزلة	٢٨	٢٩
خميس - لا توجد دراسة - نظافة	٢٩	٣٠
جمعة - عطلة - مغادرة	٣٠	٣١
سفر	٣١	٣٢

---

## ج - الحضور

انعقدت الدورة التدريبية بمركز العلوم البحرية والسكية من الثامنة صباحا الى الثانية والنصف بعد الظهر خلال ايام الدوام ( السبت الاربعاء ) . وكان من المتوقع ان يحضر جميع المتدربين كل المحاضرات وجلسات المختبر الا ان ذلك لم يكن ممكنا لان المتدربين كانوا موظفين بالمركز ولديهم مسؤوليات أخرى او دورات اخرى متزامنة لم يكن من الممكن الغائها خلال فترة الاسابيع الاربعة التي استغرقتها دورة تحديد اعمار الاسماك . تم تخصيص ١٩ يوما للدراسة وحقق المتدربون الاربعة متوسط حضور بلغ ١٤ يوما . ( ٥,١٢ - ٥,١٤ ) .

## د- الدراسة : مقدمة فى دراسة البنية المجهرية لعظمة الاذن لتحديد عمر الاسماك

تمت تغطية مواد الدورة عن طريق المحاضرات والناقشات وتقديم الامثلة باستخدام اسماك عمانية . وتضمنت المواد الدراسية التي تم تقديمها فى المحاضرات وظيفة عظمة الاذن والمورفولوجيا وانماط النمو ، تصميم الدراسة ، التطبيقات ، اخذ العينات ، الحفظ والتخزين ، اجراء الاختبارات الاولى واخذ القياسات وتحليل البنيات المجهرية الصغيرة والكبيرة والتثبيت .

شملت التوجيهات العملية تدريبا عمليا مكثفا ذو صلة بموضوع الدراسة وتضمنت التجارب المختبرية والتمرينات: مقدمة فى المجهرات ، شحذ وصقل وتجهيز الشرائح المجهرية والمعدات والمواد ، ودمج المواد لتجهيزها فى شكل شرائح مجهرية وتشريح عظمة اذن ليرقات الاسماك والاسماك الصغيرة والاسماك مكتملة النمو ، تحضير وشرح اللويبة ، حساب وشرح البنيات المجهرية ، تحليل البيانات ، توثيق الصور ، وقد قام كل متدرب بتحضير سلسلة عينة من نوع من انواع الاسماك وقام بتحديد عمرها بشكل اولي .

**الهدف :** لتمكين المشاركين من دراسة اساليب وتطوير مهارات واكتساب خبرات فى دراسات البنيات المجهرية لعظمة الاذن والتي تشمل :

١- تطوير خطة الدراسة

٢- جمع وتحضير العينات

٣- القياس والشرح والتحليل

٤- عرض النتائج

١- مقدمة

أ- محاسن ومساوى الاساليب المختلفة المستخدمة فى دراسات اعمار ونمو الاسماك .

ب- مراجعة تاريخية لاساليب تطور البنيات المجهرية لعظمة الاذن

ج- مورفولوجيا ومصطلحات عظمة الاذن

د- تطبيقات وتصميم الدراسة

هـ- احتياجات المختبر من المعدات والمواد

٢- تنمية المهارات المطلوبة لتحليل عظمة الاذن ليرقات واسماك صغيرة واسماك مكتملة النمو باستخدام المجهر الضوئى والمجهر الالكترونى

أ- اخذ العينات

١- الانتقاء ، القراءة المنحازة والعمياء

٢- حفظ وتخزين الاسماك

٣- تشريح ، تنظيف ، وتخزين عظمة اذن ( اللويبة والساجيتا والاستريسي )

ب- اختبارات اولية

١- مورفولوجيا عظمة الاذن وانماط نموها

٢- القياسات - الحجم والابعاد

٣- البنيات الكبيرة - الداكنة والشفافة والتغيرات السنوية الاستدلالية

#### ٤-تحديد مستوى الطحن والتقسيم الى شرائح

##### ج - تجهيز عظمة الاذن للفحص المجهرى

- ١-مجهر ضوئى ، مقدمة ، المميزات والقصور
- أ-شريحة كاملة -سمكة فى طور البرقة وسمكة صغيرة
- ب- طحن وصلل الشرائح
- ج- الطمر والتقسيم الى شرائح
- د- المطابقة

##### ٢- الفحص المجهرى بواسطة المجهر الالكترونى الماسح - مقدمة - المميزات والقصور

- أ- طبع الكليشيات
- ب- اوضاع التشغيل ومنظر الشكل
- ج- الفحص باشعة اكس

##### د-الملاحظات

- ١-مجهر ضوئى -اضاءة - استقطاب الضوء - انظمة فيديو -تعزيز الصور وتحليلها
- ٢- ملامح ومصطلحات البنية المجهرية
- ٣-الاستقراء -اختيار فقرة العنق الثانية - الاخطاء الشائعة والخدع البصرية
- ٤- الساجيتا مقابل اللوية والاستريسى

##### ٣- التحليل

- أ- زيادات يومية وشبه يومية
- ب - عدم اطراد ، عدم انتظام ، سجلات غير مكتملة
- ج - الانماط الموسمية
- د- العلاقة المشتركة بين البنيات الكبيرة والبنيات المجهرية الدقيقة
- هـ - بدء وزيادة الايداع
- و- معدلات الاعمار والنمو

- ١- المقارنة والجمع مع بيانات الكثافة السمكية
- ٢- مطابقة الجنس ، المكان ، ووقت جمع العينة
- ٣- اختيار نموذج النمو والبرمجيات وتحديد الابعاد
- ٤- التكامل مع كتلة عظمة الاذن وبيانات الابعاد

##### ز- حساب تاريخ النمو

- ح - تحديد مواقيت التبييض
- ط - تفسير تاريخ الحياة
- ى - المؤثرات البيئية
- ٤- التثبيت

##### أ- التثبيت والتحقق : الدقة والايجاز

##### ب - طرق ومستويات التحقق

- ١- العمر المعروف
- ٢-علامات عظمة الاذن : المستقرة والطبيعية
- ٣- مواقيت التبييض وتوزيعه
- ٤ - المقارنة مع الاعمار التى تم تحديدها باستخدام وسائل اخرى
- ٥ - التعرف على علامات موسمية او انماط اخرى
- ٦ - تحليل الزيادات الهامشية ( ترى بالعين المجردة - مجهرية دقيقة )
- ٧ - اخذ العينات المتسلسل بالنسبة للمجموعة

##### ٥- العرض والتوثيق

##### أ- التصوير

##### ب - التقارير

##### ١- عرض الرسوم البيانية

## ٥ - المواد التدريبية

### أ- مواد للقراءة

- ١ - الجدول الدراسي
- ٢- الاطار العام للمواضيع الدراسية
- ٣ - برنرس ، إي.ب ١٩٨٧ . " مدخل منهجي لفحص عظمة الاذن في دراسات تحديد الاعمار ص ٣١٩ - ٣٣٠ - في طبعة ر. سي . سمر فيلد و ج. إي . هال اعمار ونمو الاسماك جامعة ولاية ايوا ، اميس ، ايوا
- ٤- ستيفنسون ، دي. كي . واس . إي . كامبانا ( طبعة ) ١٩٩٢ - فحص وتحليل البنيات المجهرية لعظمة الاذن . ( المطبوعات الكندية الخاصة بالاسماك والعلوم المائية ، ١١٧ )
- ٥- سيكور دي . اتش . - دين جي . ام . لابان إي . اتش ١٩٩١ . الموجز في ازالة عظمة الاذن والتحضير للفحوص المجهرية الدقيقة . كولمبيا : جامعة ساوث كارولينا . ( التقرير الفني لمعهد بوروبش ١ - ١٩٩١ ) .

### ٢ - المواد الموجودة بمكتبة مركز العلوم البحرية والسلمكية

- ١- بيكام دي . دبليو . ولسون سي . ايه اعمار ونمو سمك الزرد درم في المياه البعيدة عن الشواطئ في شمالي خليج المكسيك ، نشرة الاسماك الولايات المتحدة ٨٧ : ١٧ - ٢٨
- ٢- برنرس إي . بي ١٩٩٠ علامات عظمة الاذن - سمنار جمعية الاسماك الامريكية ٧ : ١٨٣ - ٢٠٢ ( نسختين )
- ٣- برنرس إي . بي . ملخص مناقشات المائدة المستديرة حول التثبث . طبعة إي دي برنس ورشة العمل العالمية حول تحديد اعمار الاسماك السطحية للمحيطات : التونة والميتخ والجرجور ، ان او ايه التقرير الفني ان ام اف اس ٨ صفحة ٣٥ - ٤٠
- ٤- برنرس إي . بي ١٩٨٧ المداخل المنهجية لفحص عظمة الاذن في دراسة تحديد الاعمار - طبعة ار . سي . سمر فيلد و جي اي هال اعمار ونمو الاسماك ، اميس ، مطبعة جامعة ولاية ايوا ص ٣١٩ - ٣٣٠
- ٥- برنرس إي . بي . ، ماثيوس سي . بي ١٩٨٧ تطبيق الدراسات المجهرية الدقيقة لتحديد اعمار بعض انواع الاسماك التجارية في الخليج العربي ( المعهد الكويتي للبحوث رقم متسلسل ٢٣٧٤ آي ) المجلة الكويتية لعلوم البحار ٩ : ١٢٧ - ١٥٧
- ٦- برنرس إي . بي . ماكفارلاند دبليو . ان . العلاقة المشتركة بين البنية المجهرية والنمو والانتقال في تاريخ حياة سمك الناخر الفرنسي ، تاريخ الحياة المبكر للاسماك : ١٧٨ : ٣٦٩-٣٧٤
- ٧- برنرس إي . بي . ، إي . دي . برنس ، دي . دبليو . لي - تحديد اعمار ونمو التونة الصغيرة بواسطة البنية المجهرية لعظمة الاذن . طبعة برنس وبولوس ص ٤٩ - ٥٤
- ٨- كامبانا اس . إي . ١٩٩٠ ، ، مصداقية حساب النمو السابق باستخدام عظمة الاذن ، المجلة الكندية للعلوم المائية والسلمكية ٧٤ : ٢٢١٩ - ٢٢٧٠
- ٩- كامبانا اس . إي ، نيلسون ج دي ١٩٨٥ البنية المجهرية لعظمة اذن الاسماك ، المجلة الكندية للعلوم المائية والسلمكية .
- ١٠- كولنز ام اية ، شميدت دي . ج ، ولتر سي . دبليو . بيكني ، ج . ل . تحديد اعمار ونمو الماكربيل ، من ساحل الاطلنطي بالولايات المتحدة ، المجلة السلمكية ، ٨٧ : ٤٩ - ٦١

١١- هيئة الجرف الفاري انكوربوريتد ، ١٩٩٢ تحديد اعمار ونمو واعادة انتاج الصورل فى مياه جنوب شرق فلوريدا ، ورقة غير منشورة .

١٢- دالزل ب. ، بنافلور . ج ١٩٨٩ الاحياء السمكية لكبار الصورل فى الفلبين ، المجلة السمكية الاسيوية ٣ : ١١٥ - ١٣١

١٣- دى فيريس د . قريمز سى . بى . ، لانغ ك . ل . وايت دى . بى . ١٩٩٠ قياس اعمار ونمو يرقات و صغار الماكريل والماكريل الاسبانى فى خليج المكسيك وجنوب الاطلنطى فى الولايات المتحدة - الاحياء البيئية للاسماك ٢٩ : ١٣٥ - ١٤٣

١٤- فييل ، دبليو ايه ، جونسون ايه ج بارقر ل . اى ١٩٨٧ تحديد اعمار ونمو الماكريل الاسبانى فى فلوريدا دا وخليج المكسيك - المجلة السمكية ٨٥ (٤) ٧٧٧ - ٧٨٣

١٥- جيوسبيتر ج . ديارتز ب . بيرقستاد او . ايه . جيوسبيتر . ه . سوسا . اى . ام ١٩٨٤ تحديد اعمار الاسماك المدارية بواسطة حلقات النمو فى عظمة الاذن منشورات الفاو عن الاسماك ٧٧٦

١٦- هالز ل . اس ١٩٨٧ توزيع وتوفر واعادة انتاج والعدادات الغذائية تحديد اعمار الصورل فى خلجان جنوب الاطلنطى . المجلة السمكية ٨٥ (٢) ٢٥١ - ٢٦٨

١٧- جونسون ايه . ج . فييل دبليو ايه . وليامز ام . ل . بارقر ل . اى . ١٩٨٣ تحديد ونمو ومعدل وفيات الماكريل فى جنوب شرق الولايات المتحدة . المجلة السمكية ٨١ (١) ٩٧ - ١٠٦

١٨- جونز سينثيان برنرس اى بى ١٩٨٧ . التثبت من الزيادات فى عظمة الاذن ، طرق تحديد اعمار سمك القاروس ، يرقات تمت تربيتها فى ظروف شبه قياسية . المجلى السمكية ٨٥ (٢) ١٧١ - ١٧٨ (نسختين )

١٩- كينز ب . جونسون ج . د . ستيندر بى . دبليو . برنرس اى . بى . بيتى . ه . آر ١٩٨٨ مدخل الى بوستلفال قاق فى خليج جزيرة ساوث كارولينا . مجلة العلوم البحرية ٤٢ (٣) ٣٧٦ - ٣٩٦

٢٠- ماكفارلاند دبليو . ان . برنرس اى . بى . اوقدن ج . سى . شولمانام . ج . بيرمنفهام اى . ل . كوتضيان برنتيس ان . ام . ١٩٨٥ انماط الانتقال من طور الى آخر فى سمك الناخر الفرنسى فى فيرجن آيلاندس فى سانت كرواكس . المجلة السمكية ٨٣ (٣) ٤١٣ - ٤٢٦

٢١- ماكفيرسون ج . آر ١٩٩٢ ، تحديد اعمار ونمو الماكريل الاسبانى فى مياه شمال شرق كوينزلاند المجلة الاسترالية لاجتياح البحار والمياه العذبة ٤٣ : ١٢٦٩ - ١٢٨٢

٢٢- برنس اى . دى . لى . دى . دبليو . زوفيلد آر . برنرس اى بى ١٩٩١ تقدير اعمار ونمو صغار المرلين الازرق فى الاطلنطى من البنية المجهرية لعظمة الاذن ، المجلة السمكية الولايات المتحدة ٨٩ : ٤٤١ - ٤٥٩

٢٣- رالستون ، اس . فى . وليامز اتش . ايه ١٩٨٨ توزيع ونمو ومعدل وفيات اسماك المياه العميقة المنحدرة فى ارخبيل ماريانا . مذكرة فنية أن . او . ايه . ايه . ان . ام . اف . اس . - اس . دبليو . اف . سى . ١١٣

٢٤- ستيرن ام . جى . ، سولتر ب . ١٩٩٠ تحديد اعمار ونمو واعادة انتاج الماكريل فى تريبنداد ، المجلة السمكية ٨٨ (٢) ٣٦١ - ٣٧٠

٢٥- سوتر اف . سى . وليامز ار . او . قودشارلز ام . اف ١٩٩١ نمو ومعدل وفيات الماكريل فى جنوب شرق الولايات المتحدة ، المجلة السمكية الولايات المتحدة ٨٩ : ٧٣٣ - ٧٣٧ .

٢٦- تريشر ار . إي . برذرس غي . بي . ١٩٨٥ دلائل الاختلافات في تاريخ حياة اسماك الحيد البحري  
سلسلة مجلة البيئة البحرية ، ٥٧ ، : ١٨٧ - ٢٠٥

٢٧- تريشر ار . إي . برذرس إي . بي . ١٩٨٥ بيئة اعادة انتاج وبيوغرافيا السمك الملائكي في المحيط  
الهندي وغرب الباسفيكي مجلة التطور ٣٩ (٤) : ٨٧٨ - ٨٨٨

## و - تقييم مقدرات واداء المتدربين

كانت الخلفية التعليمية للمتدربين الاربعة تختلف وتدرج من الثانوية العامة الى بكالوريوس العلوم السمكية والاحياء ، وكان لدى الجميع بوصفهم موظفين فى مركز العلوم البحرية والسمكية خبرات عملية اضافية . مهارات اللغة الانجليزية كانت كافية للتواصل الشفاهى فى المحاضرات او التفاهم المباشر وعلى الرغم من ذلك فاننى متأكد ان معلومات كثيرة قد مرت دون ان يستوعبها احد . وقد اصابتنى الدهشة لان احدا لم يكن يدون شيئا فى المحاضرات وقد يعزى ذلك الى ان تسجيل الملاحظات قد يصرف انتباه المتلقى عن المحاضرة عند محاولة الكتابة فى نفس وقت الاستماع . كما لاحظت ان المتدربين فى حاجة الى تطوير مقدراتهم على الكتابة الفنية باللغة الانجليزية . ولا اظن ان وقتا كافيا قد انفق فى قراءة المقالات التى تم تحديدها فى كتاب ستيفنسون وكامبانا ويعزى ذلك ايضا الى مشكلة الضعف فى اللغة الانجليزية . ولا بد من معالجة هذه المشكلة اذا ما اريد للموظفين ان يلموا بالموقف الراهن للمعارف فى هذا المجال . كان الزمن ضيقا وتمت تغطية قدر كبير من المعلومات والمهارات الفنية خلال الاسابيع الاربعة التى اجريت فيها الدورة . وانا على يقين من ان انتقال المعرفة كان سيكون افضل كثيرا لو ان بعض المتدربين كانوا يمتلكون قدرا اكبر من الالمام باللغة الانجليزية والمعارف الاخرى .

اكتسب المشاركون معرفة عملية فى مورفولوجيا عظمة الاذن وانماط النمو ، مصطلحات البنيات الكبيرة والبنيات المجهرية ، طرق التحضير واجراءات الفحص والتحليل . وهم قادرون على تشغيل كل المعدات بالمختبر . وهم معدون الآن اعدادا كاملا للعمل فى وظائف فنية لجمع وتحضير العينات تحت اشراف موظف كبير . وسيكون بوسعهم من خلال التوجيه المناسب القيام بدراسة جديدة وتحديد المدخل وطرق التحضير المناسبة المطلوبة لنوع معين . وتكمن مشكلتهم الرئيسية فى هذه المرحلة فى القدرة على التفسير ودمج النتائج فى اطار شامل وفى الالبيات الموجودة . وسيؤدى المزيد من التدريب والممارسة الى اكسابهم المزيد من السرعة فى العمل والمزيد من مهارات التفسير . وتحتاج الكثير من الطرق الى البراعة اليدوية والقدرة على اصدار الاحكام النقدية والاستفادة القصوى من اداء المجهر . كما يحتاج كل المشاركين الى المزيد من الممارسة على المجهر .

تتطلب عملية قياس وتحليل البنيات المجهرية لتكون ناجحة مقابلة بعض الاحتياجات مثل معرفة الففارة المناسبة لاختذ الشرائح المجهرية ، مستوى الطحن ، اوضاع الاضاءة والعرض . الخ . وبدرك المتدربون الطرق البديلة ولكنهم يحتاجون الى تطوير مقدراتهم على اتخاذ القرار حول كيف ومتى يتم تطبيقها عندما يعملون فى ظروف غير مألوفة او عندما يبدأون دراسة انواع جديدة . يمتلك موظفو مركز العلوم البحرية والسمكية الان التدريب والمعدات اللازمين للقيام بدراسات متقدمة لتحديد الاعمار وينبغى تشجيعهم على التمرينات لتطوير مهاراتهم الجديدة . ومن المستحسن فى الوقت نفسه ان يقوم بمراجعة ادائهم كبار الموظفين والباحثين ذوى الخبرة فى دراسات عظمة الاذن . ويمكن تبادل العينات والصور على الاسطوانات واشرطة الفيديو وكذلك بالمراقبة فى الموقع .

## ز - توصيات التدريب والمهارات المطلوبة مستقبلا

ينبغى اعتبار العينات القليلة نسبيا التى تم تحضيرها وتحليلها خلال فترة التدريب عينات اولية وكذلك البيانات التى تم الحصول عليها يجب ان تعتبر مؤقتة . فالتثبيت ما زال مطلوبا ويجب تضمينه فى تحضير نهائى عند قياس الاعمار من اجل تقييم المخزون . اعتمدت عملية تفسير وتحليل ملامح البنية المجهرية لعظمة الاذن والدوائر الاستدلالية السنوية بشكل كبير على الخبرة الواسعة لدكتور برذرس وعلى التشابه البنىوى الشديد لملامح البنيات المجهرية التى تم فحصها والعلامات السنوية والحلقات اليومية التى تم التثبيت منها والانواع ذات الصلة فى الخليج العربى والبحار المدارية الاخرى . وهناك قدر من الشك فى التفسير فيما يتعلق بملامح البنيات الكبيرة والبنيات المجهرية لبعض الانواع . ومن الضرورى اجراء دراسات التثبيت فى عمليات الفحص التى تجرى مستقبلا .

ركز المتدربون على تطوير طرق معينة لتحضير عظمة الاذن وفحصها لكل نوع او مجموعة انواع بحساب الزيادة فى البنية المجهرية والحلقات الاستدلالية . وتم التحقق من ذلك بالمقارنة مع النتائج التى توصل اليها

باحث خبير وتتطلب عملية تطوير البيانات المتواصلة اجراء دراسات التثبيت المذكورة اعلاه اضافة الى جمع وتحضير و قراءة عظمة اذن من مشروع لجمع العينات مصمم بعناية على ان تتبع ذلك عملية حساب النتائج وتقدير الابعاد فى المرحلة التالية .

ولزيادة مستوى المهارات ينبغي ان يستمر برنامج التدريب دون انقطاع . والواضح ان جميع المتدربين يحتاجون الى الممارسة والمزيد من الممارسة والخطوة الاولى هى اعداد مجموعة من عينات عظمة الاذن المحضرة ثم قضاء بعض الوقت فى التمعن فيها واجراء العمليات الحسابية بواسطة المجهر الضوئى المركب وانظمة الفيديو ويتعين ان تغطى العينات الاحجام المختلفة للنوع مع تحديد الجنس وتاريخ الجمع والموقع . وبما ان جمع العينات لبعض الانواع قد يقوم على وجود الرؤوس فقط يجب بذل جهد كبير لتطوير المقدرة على تخمين حجم وطول الجسم استنادا على مورفولوجيا الرأس . يجب تنظيف عظمة الاذن ووزنها وقياس طولها قبل عملية الدمج والتقسيم الى شرائح وسيوضح مع سير الدراسة ان هذه البيانات مفيدة جدا .

تعتبر الانشطة السابقة نوعا من الممارسة ومواصلة لسير التدريب اضافة الى تطوير عملية جمع البيانات وستكون المرحلة التالية من التدريب هى ( ضبط الجودة ) للتحضير ومقارنة النتائج بواسطة باحث خبير فى عظمة الاذن وبعدها يمكن اجراء دراسات وتجارب التثبيت . وكما ذكرنا من قبل يجب ان يمتلك المتدربون المهارات الاساسية اللازمة لتنفيذ هذه الخطة ويفضل ان يتولى عملية الاشراف عليهم عالم كبير . وتتضمن المهارات المطلوبة مستقبلا التدريب على :

- ١- استخدام المجهر الالكترونى الماسح فى دراسة البنية المجهرية لعظمة الاذن .
- ٢- التحليل الكمي للصور المعززة بالكمبيوتر .
- ٣- تحليل بيانات العمر والنمو بواسطة الجداول الحسابية باستخدام حزم برامج مثل اليفان و فيسفارم وال . اف . اس . ايه .
- ٤- مبادئ الاحياء السمكية والعلوم السمكية خاصة تقييم المخزون .

## ح - التدريب الملائم والمؤسسات التدريبية

تهدف عملية مواصلة التعليم لزيادة مقدرات المختبر الجديد بمركز العلوم البحرية والسمكية لتخريج بيولوجى اسماك ذوى تدريب عام ويمتلكون مهارات ومقدرات جيدة فى التحليل الكمي والكمبيوتر . وهو الاساس المعقول لمستوى مهارات الاشخاص الذين يعملون فى تحديد اعمار الاسماك لان التأويل المتأمل وتحليل البيانات يعتمد بقدر كبير على الاخذ فى الاعتبار بيولوجيا الاسماك . فلطلاب الذين يجيدون الانجليزية توجد بالولايات المتحدة وكندا واستراليا امكانات كبيرة . وتعد معرفة المؤسسات ذات الشأن فى هذا المجال امرا فى غاية البساطة وذلك بمتابعة الادبيات التى تصدر او فحص قوائم الجهات التى تنظم او تتعد فىها المؤتمرات الدولية المتخصصة حول عظمة الاذن .

ويمكن دراسة مهام مثل طرق تحديد الاعمار فى دورة عملية فى عمان او الخارج على ان يكون الخبراء الذين يقدمون الدورة علماء من الجامعات او الهيئات الحكومية او مستشاريين خصوصيين او من الموظفين الفنيين للشركات التى تقوم بتصنيع البرمجيات . وهذا بالتأكيد مدخل فعال وغير مكلف وسيكون ذا فائدة اكثر للطلاب الحاصلين على مستوى عال من المعارف البيولوجية والتحليل الكمي . ويمكن تحديد مجالات معينة للتدريب وتوجيهها نحو مسائل معينة . اما الدراسة الجامعية النظامية فهى ليست مرنة فيما يتعلق بالوقت والمحتوى ، وبالرغم من ذلك يمكن تنظيم محاضرات وحلقات نقاش وتجارب عملية لمجموعات اكبر ويعوق ذلك فى الوقت الراهن توفر المعدات حينما المراد هو تزويد الطلاب بالخبرة العملية .

### ٣- الأنشطة الفنية

#### أ- تحضير المختبر ووضعه

يحتوى مختبر مركز العلوم البحرية والسمكية على كل المعدات والمواد اللازمة لإجراء دراسات تحديد العمر بواسطة عظمة الأذن . والمختبر مجهز للقيام بمهام إزالة عظمة الأذن لكل مراحل العمر ، الدمج ، التقسيم الى شرائح رقيقة ، طحن وصقل العينات ( وايضا قشر الرخويات والاجزاء الصلبة الاخرى ) ، فحص شرائح العينات بالمجهر والعين المجردة . تحديد العمر ( حساب الزيادات المجهرية والحلقات ) القياس ، التحليل الاولى للبيانات ( باستخدام الحزم البرمجية المتاحة بكمبيوتر المركز ) القصور الذى يعانى منه المركز هو عدم القدرة على فحص ملامح البنية المجهرية لاقل من ١ مايكرون ( ١ على الف من المليمتر ) والمطلوب فى هذه المرحلة وجود مجهر الكترونى ماسح ولذلك ينبغي ان تتاح الفرصة لموظفى المركز للاستفادة من المجهر الالكترونى الماسح الموجود بجامعة السلطان قابوس وكذلك تقصى امكانية وجود مجهر ضوئى لاصف ( ضوء ساقط ) للاستفادة منه فى ملاحظة بعض العلامات الكيميائية على عظمة الأذن

#### المعدات الموجودة

- ١- مجهر ثنائى للتشريح به شبكة للقياس وانبوب للتصوير
- ٢- مصباح مضيئ لمجهر التشريح من نوع نيكولاس وعدسة خيطية ( ليفية )
- ٣- مجهر ضوئى ثلاثى مزود بعدسة فيديو ومصباح ضوئى مستقطب
- ٤- كاميرا فيديو سى . سى . دى . عالية الجودة
- ٥- شاشة فيديو ابيض واسود ( ٩ بوصة )
- ٦- منشار رقائى ماسى متساوى القياس ( زجاج )
- ٧- عجلتا طحن وصقل تعملان بمحرك - بسرعة متغيرة
- ٨- منشار تقليم ماسى على السرعة
- ٩- فرن تمليح ( تقديد )
- ١٠- مختبر مزود بمدخنة ( للدخان والابخرة الكيميائية )
- ١١- حمام فوق صوتى ( جهاز يستخدم الذبذبات فوق الصوتية )

اضافة الى المعدات المذكورة اعلاه تمت استعارة ميزانين للاستخدام فى المختبر . حساسية الاول ١ ملغرام ويستخدم لوزن الكيماويات وحساسية الثانى ١,٠ ملغرام ويستخدم لوزن عظمة الأذن ولا يعد ذلك كافيا للأنواع الصغيرة اذ المطلوب ميزان تبلغ حساسيته ٠,١ ملغرام او ٠,٠١ ملغرام .

#### المواد القابلة للاستهلاك فى المختبر

- ١- شفرات لمنشار الرقائق الماسى البطئ والمنشار على السرعة
  - ٢- اقراص كشط للطحن وورق لاصق حجم ١٨٠ ، ٤٠٠ ، ٦٠٠ ، ٨٠٠ ورمل وحصى
  - ٣- مواد للصقل ، قماش ماستر تكست ، معجون ماسى ٣ مايكرون و ١ مايكرون
  - ٤- مواد سائلة مثل الاسبور والابوكسى وقطعة بلاستيكية ( مولد ) ومادة سائلة مزيلة للسيليكون
  - ٥- كبسولات تخزين متنوعة ، قوارير ، ادوات زجاجية ، قنينة غسل بلاستيكية ، قفازات معدة للطرح بعد الاستعمال ، الخ
  - ٦- ادوات تشريح ، مبيض ، مشرط ، ملقط ، مسبار ، منشار ، مقلاة .
  - ٧- مواد كيماوية ، اسيتون ، حامض الهيدروكلوريك ، اثيل الكحول ، هايپوكلوريت الصوديوم
- وهناك مواد اخرى يجب توفرها بالمختبر وارده فى الملحق ( ٢ ) .

## ب - الانشطة والنتائج

تم الحصول على ١٢٦ من الاسماك والقشريات من سوق السمك بمطرح وتم ازالة عظمة الاذن والحصاة الموازية وتم تجهيزها للتحليل . وتم اختيار معظم العينات بشكل اولي ويمكن تحديد العمر بشكل اولي . استخدمت العينات اساسا لتحديد اجراءات التحضير ولممارسة الطلاب . ولم يتم تحديد جنس العينة كما ان الاحجام التي تمثلها العينات كانت محدودة جدا .

ويوضح الجدول التالي العينات التي تم فحصها

النوع	العدد	العمر (تقدير اولي )
١- سقطانة	١	اكبر من ستة اشهر
٢- كنعند	١٢	٣- ١٢ سنة
٣- سهوة	١٦	١- ٤ سنوات
٤- جيدر	٩	١- ٢ سنة
٥- شعري	٩	٣- ١٤ سنة
٦- عومة	٥٧	١- ٧ اشهر
٧- صورل	١٠	٠- ١ سنة
٨- خردويل	٢	سنتين
٩- قد	١	؟
١٠- حبار	٤	؟
١١- نقر	٥	اكبر من ستة اشهر

لعمل مسبقا على جميع الانواع ينبغي اخذ المسائل التالية في الاعتبار :

- ١- تقسيم البيانات وفقا للجنس والموسم والموقع وبذل اقصى ما يمكن من جهد لاخذ عينات من كل الاحجام .
- ٢- التحقق من ملامح البنية المجهرية للمجهر الضوئي بواسطة المجهر الالكتروني الماسح .
- ٣- الاستفادة من كل المرافق (مربي الاحياء المائية ) في عملية التثبيت والتجارب .
- ٤- فحص بعض العينات باستخدام التعزيز الالكتروني للصور والتحليل بالآت القياس . وسيساعد ذلك على التعرف وحساب وقياس العلامات اليومية والحلقات السنوية للبنية المجهرية .

كانت النتائج الاولية التي تم التوصل اليها على النحو التالي :

- ١- سقطانة على الرغم من فحص عدد قليل كانت البنية المجهرية في الساجيتا واللوية واضحة جدا وذلك بالحد الأدنى من التحضير لعزمة الاذن .
- ٢- الكنعند اجري برذرس ودادلي دراسات مكثفة على عظمة اذن هذا النوع - ويمكن رؤية الحلقات الاستدلالية في كل الساجيتا والجزء المستعرض ، ويوجد وصف تفصيلي لهذا النوع في تقرير برذرس - ١٩٩٠ - المقدم لجامعة ولاية اوريجون ، معلومات البنية المجهرية مفيدة في تحديد الحلقة السنوية الاولى .
- ٣- السهوة اجري برذرس ودادلي دراسات مكثفة على عظمة اذن هذا النوع ويمكن رؤية الحلقات الاستدلالية في كل الساجيتا وفي الجزء الامامي المائل . يوجد وصف تفصيلي لهذا النوع في تقرير برذرس لجامعة ولاية اوريجون - ١٩٩٠ - معلومات البنية المجهرية مفيدة في التعرف على الحلقة السنوية الاولى . الزيادات الاستدلالية اليومية يمكن التعرف عليها بواسطة المجهر الضوئي ، لسنتين او ثلاث سنوات من النمو .

٤- **الجيدر** كانت العينات التي تم استخدامها صغيرة جدا ويبدو ان عمرها سنة او سنتين . تم استخدام الجزء الامامي المائل لهذا النوع من السمك وكانت البنية المجهرية واضحة ، وقد يحتاج السمك الكبير الى تقسيم الشرائح بشكل مختلف . تحديد اعمار سمك الجيدر تم التثبت منه بواسطة البنية المجهرية لان اسماك شرق الباسفيكي .

٥- **الشعري** اظهرت الشرائح المستعرضة انماطا متوافقة مع الزيادات اليومية والحلقات السنوية المؤكدة في الانواع الاخرى ذات الصلة واسماك الحمرا من الكويت والمياه المدارية الاخرى . وتؤكد الانماط الموسمية للزيادات الافتراض القائل بالخلع اليومي والانقطاع السنوي - وسيكون تحليل البنية المجهرية ذا فائدة في التعرف على الحلقات السنوية الاولى والخلع السنوي في السمك الكبير ( شرائح مستعرضة ) واضح ومن السهولة التعرف عليه .

٦- **العومة** كانت لدينا ثلاث مجموعات احجام من هذا السمك وتم حساب اعمارها عن طريق الزيادات الاستدلالية اليومية على طول قطر الزعنفة البطنية الخلفية على الساجيتا التي تم صقلها على وجهها الاقصى . وكان عمر السمك يتراوح بين اكثر من شهر واحد وحوالي ستة اشهر . هذه الاعمار اذا كانت صحيحة تتعارض بشدة مع المحاولات السابقة لتحديد اعمار الاسماك عن طريق القشور او حلقات العمود الفقري . ويجب ملاحظة ان المحاولات الاخيرة هذه لم يتم التثبت منها . وتعد عملية حساب الحلقات اليومية لعظمة الاذن في بعض المناطق صعبة بسبب وجود عدة زيادات في اليوم الواحد فوق النمط اليومي الواسع ويمكن حساب لويبة صغار السمك بواسطة الجهر الضوئي وتؤكد النتائج تفسيراتنا الصحيحة عن الزيادات اليومية وينبغي القيام بعملية للتثبت لهذا النوع . ويعزى وجود الزيادات اليومية المتعددة خاصة في الصيف للتدرج الحراري قرب سطح الماء وقرب الشواطئ حيث تتواجد هذه الانواع . ويمكن اختبار هذا الافتراض بواسطة التجارب في المختبر .

٧- **الصورل** تمت دراسة عظمة اذن هذا النوع في الاطلنطي والباسفيكي . ويلقى تحديد اعمار هذا النوع بواسطة البنيات المجهرية تأييدا كبيرا . ووضحت دراسات تحديد الاعمار لمجموعتي الحجم التي اجريت في عمان ان النمو المبكر لهذا النوع اسرع مما هو في مياه فلوريدا (الولايات المتحدة) وتعد الشرائح المستعرضة للساجيتا هي الافضل لحساب الزيادة المجهرية . وبعد سنة او اقل قليلا يمكن الاعتماد على الحلقات التي ترى بالعين المجردة . ويحتاج تحديد العمر بهذه الطريقة الى المزيد من الجهود خاصة للعينات الاكبر سنا وحجما .

٨- **الخردويل** اظهرت الاختبارات التي اجريت على الاستريسي والساجيتا واللويبة لسنتين من هذا النوع بنيات مجهرية واضحة وبحساب جملة الزيادات يتضح ان العمر حوالي سنتين . تحديد عمر هذا النوع سهل جدا

٩- **الحبار** ازيلت عظمة الاذن ، لسان البحر والمنقار لعدد من الحيوانات فظهرت بنية بلورية خشنة غير واضحة المعالم واتضح ان عظمة الاذن غير مناسبة لتحديد الاعمار . وتبدو شرائح لسان البحر خاصة الطرف الخلفي الحاد بقشرته الرقيقة وبحلقاته الواسعة الداكنة والشفافة افضل لتحديد العمر . ولا بد اولاً من التحقق من ان هذا الجزء من الحبار يستمر في النمو طول العمر . واذا ما ثبت ذلك فسيستبعه المزيد من العمل . كما ان التثبت عبر العلامات الكيماوية للحبار سيكون تمرينا مفيدا .

١٠- **النقر** تحدث لعظمة اذن النقر زيادات واضحة - تم اجراء تجارب على الخلع اليومي لانواع عديدة من النقر في المياه المدارية . وتظهر العينات العمانية امكانية كبيرة لتحديد العمر في العينات المقسمة لشرائح او المطحونة . ويتعين تقسيم العينة وفقا للجنس واخذ عينات تمثل الاحجام المختلفة .

## ملحق (١)

### الهدف من المهمة اخصائى تحديد اعمار الاسماك المدارية

#### زمن المهمة

زيارة لمدة شهر خلال يوليو - اغسطس ١٩٩٣ لانشاء المختبر ثم زيارة متابعة لمدة شهر واحد فى نهاية العام لزيادة المهارات التحليلية للموظفين العمانيين العاملين فى مجال تحديد اعمار الاسماك .

#### المسئوليات العامة

المساعدة فى انشاء المختبر الوطنى لتحديد اعمار الاسماك بمركز العلوم البحرية والسمكية وتدريب الموظفين

#### المسئوليات المحددة

#### الزيارة الاولى

١- استشارة حول المعدات والمهارات المطلوب توفرها لدى الموظفين لمرفق تحديد اعمار انواع منتقاة من الاسماك باستخدام عينات من داخل البلاد او من الباحثين فى البلاد المجاورة .

٢- المساعدة فى تركيب واختبار معدات المختبر .

٣- التدريب على المهارات التشغيلية فى تحضير عينات الاسماك لتحديد الاعمار .

٤- تقديم تدريب اولى فى طرق تحديد اعمار الاسماك باستخدام عينات من الانسجة الكبيرة .

٥- الارشاد حول الانشطة المستمرة للمختبر .

٦- كتابة مسودة تقرير . ( انظر الحويلة ) .

#### الزيارة الثانية

١- مراجعة والتوصية حول وظائف المختبر .

٢- تقييم وتقديم تدريب لترقية مهارات الموظفين فى طرق تحضير العينات .

٣- تقديم تدريب على المهارات التشغيلية فى طرق تحديد اعمار الاسماك .

٤- مقدمة عامة عن تطبيقات بيانات تحديد الاعمار لتحليل ديناميكيات الكثافة السمكية وتقييم المخزون .

٥- كتابة تقرير ختامى ( انظر الحويلة ) .

#### مؤهلات الاخصائى

١- دكتوراة فى العلوم السمكية او مجال مشابه

٢- معرفة خاصة ومهارات وخبرة عملية فى تحديد اعمار الاسماك المدارية

٣- معرفة مكثفة عن نمو الاسماك المدارية

٤- مهارات متميزة وخبرة فى انشاء وحدات الابحاث المتخصصة فى البلدان النامية .

### الخصيلة

١- مختبر لتحديد اعمار الاسماك بمركز العلوم البحرية والسكية .

٢- تدريب موظفى المركز على تحضير العينات والتحليل

٣- تقرير استشارى يحتوى على :

أ- مواصفات المعدات ، الموظفين ، والمتطلبات التشغيلية لمختبر قادر على تحديد اعمار انواع معينة من الاسماك .

ب- موجز ومناقشة عن تحضير المختبر ، تدريب الموظفين ، والانشطة الاخرى التى قام بها المستشار ويشمل ذلك تقييم اداء ومقدرات المتدربين .

ج- مناقشة المهارات المستقبلية لموظفى مركز العلوم البحرية والسكية فى تحديد اعمار انواع منتقاة من الاسماك وتشغيل المختبر .

د- التوصية بشأن التدريب الملائم والمؤسسات الموجودة بالخارج لعلماء وفنيي المستقبل العمانيين .

٤- اعداد كتيب يحتوى على :

أ- وصف اساليب تحضير الانسجة الكبيرة للسمك لتحليل الاعمار .

ب- وصف اساليب تحديد انواع منتقاة من الاسماك باستخدام الانسجة الكبيرة .

سيتم الفراغ من مسودة هذا التقرير بعد ٣٠ يوما من الفراغ من المهمة التى تم القيام بها خلال الزيارة الاولى . وسيتم تسليم النسخة النهائية بعد ٣٠ يوما من الفراغ من المهمة التى تم القيام بها خلال الزيارة الثانية . وهذا ماسيتيح الفرصة لكاتب التقرير ومستخدم التقرير بمراجعة وتعديل الاجراءات والتوصيات القائمة على الخبرة العملية فى المختبر .

## ملحق (٢)

### قائمة بالمعدات والمواد المطلوبة

- ١- مسجل فيديو ( والكابلات ) لتوثيق العمليات المجهرية بالفيديو .
- ٢- منظم لكاميرا ٣٥ مم ، عدسة ١٠ او كس ( ٢٣ مم او دى ) مسند للكاميرا مع عداد ضوئى . ويمكن ان يكون اى واحد موجود بالمختبر او يتم شراؤه من السوق المحلية ( بنتاكس ، اوليمبس ، نيكون ) وتسرد الصفحات المرفقة وهى من فهرس ادموند العلمى المصور الاشياء الاخرى المطلوبة . من الضرورى ان يكون نوع الكاميرا متمشيا مع المنظم .
- ٣- دبابيس فائقة الدقة وملزمة دبابيس لتشريح يرقات الاسماك .
- ٤- زيت برفين ذو لزوجة عالية او زيت غمر .
- ٥- بصيالات اضافية لكل مجهر والمصابيح المضئنة .
- ٦- مخطاط تنقستن او ماسى .
- ٧- آلة قياس دقيقة (مايكروميتر) مترية تقيس حت ١,٠ ملم . انظر الصفحات المرفقة من فهرس ادموند .
- ٨- شرائط توصيل اضافية .
- ٩- قناني قطارة بلاستيكية ( ٥٠ او ١٠٠ مل ) .
- ١٠- حاويات تخزين بلاستيكية واسعة الفم ( لحفظ برشامات الجيلاتين التى تحوى عينات عظمة الاذن ) .
- ١١- صناديق تخزين بلاستيكية مقسمة من الداخل . ( لتخزين عينات عظمة الاذن ) .
- ١٢- حقائب بلاستيكية صغيرة ذات قفل .
- ١٣- ميزان فائق الدقة ( مايكروكترونك ) يقيس الى ٠,٠١ مغ .
- ١٤- ابدال المواد القابلة للاستهلاك : ورق الطحن ، شفرات المنشار ، الكيماويات ، معجون ماسة قطع الزجاج والابوكسى .
- ١٥- شراء نظام لتخزين الشرائح ( افقى او عمودى ) او بناؤه داخل المختبر .
- ١٦- شرائح زجاجية منبسطة او مصنفة ( جانب واحد فقط )
- ١٧- قلم تعليم ذو سنة دقيقة .
- ١٨- مصفاة كثافة اخرى لتخفيض كثافة المصابيح الضوئية
- ١٩- امداد مائى دائم لعجلات الطحن والصقل .

### ملحق (٣)

#### جدول موافقت وطرق صيانة ونفاذ المواد وتوصيات عامة لتشغيل المختبر

معدات مختبر تحديد اعمار الاسماك معدات متينة نسبيا ولا تحتاج الى جدول صيانة جامد . واهم عامل في الحفاظ على المختبر هو ان يكون هناك شخص واحد تناط به مسئولية المختبر وكل الافراد الذين يستخدمونه . يجب ان يكون الاشخاص الذين يرغبون في استخدام المختبر مدربين تدريباً جيداً حتى لا يحطموا العدسات والمناشير الماسية والمعدات الاخرى التي سيصيبها الضرر عند استخدامها من قبل اشخاص غير مدربين . المعدات كلها هامة جداً لذلك يجب عدم تحريكها او اعارتها . واثت على ان يقوم الشخص الذي سيكون مسئولاً عن المختبر بحصر المعدات حصراً دقيقاً بشكل دورى . كما ينبغى اجراء مسح دورى لامداد المختبر بالمواد القابلة للاستهلاك . وفيما يلى بعض التوصيات :

- ١- يجب حماية المجاهر باغطية تقيها من الغبار .
- ٢- تتعرض الشفرات الحادة للمنشار المتساوى الى الضرر بسهولة وهى عالية الكلفة ، يجب ايجاد غطاء لها وينبغى عدم السماح باستخدام الاشخاص غير المدربين للمنشار . واذا ما استخدمت المياه كمشحم او مبرد يجب اخذ الحيلة حتى لا يتعرض للصدأ . واستخدام الزيت الخاص به اذا طرأت مشكلة .
- ٤- وضع بطاقات تعريفية على كل المعدات ( باستخدام المخطاط ) تشير الى انها ملك للمختبر .
- ٥- المعدات التي تلامس الاسماك ومياه البحر يجب تنظيفها بعد الاستخدام وتغطيتها بطبقة رقيقة من الزيت .
- ٦- خلط سوائل الطمر يجب ان يتم بعد وضع القفازات الواقية وداخل المدخنة . تأكد ان مروحة المدخنة تعمل .
- ٧- يجب فهرسة كل العينات ( والاجزاء الناتجة عن التشريح ) ووضع بطاقات عليها لاستخدامها فى المستقبل واتباع بروتوكول تعريف منظم .
- ٨- يجب ان يكون بالمختبر مجموعة مراجع عن عظمة الازن .
- ٩- يجب توثيق اجراءات التحضير الجديدة بكاملها .
- ١٠- يجب توثيق نماذج البنيات المجهرية وتلك التى ترى بالعين المجردة عن طريق التصوير الفوتوغرافى .

## ملحق (٤)

### وصف موجز عن خطوات تحضير وتخزين العينات

يوجد وصف عام عن خطوات التخزين والتحضير في ستيفنسون وكامبانا ( ١٩٩٢ : فحص البنية المجهرية لعظمة الاذن ) منشورات مركز العلوم السمكية والمائية في كندا ١١٧ - ١٢٦ ، وبرذرس ١٩٨٦ تحديد اعمار الاسماك الكويتية ( المعهد الكويتي للبحوث العلمية ) وبرذرس ١٩٨٧ مداخل منهجية لفحص عظمة الاذن في دراسات تحديد الاعمار ، صفحات ٣١٢ - ٣٣٠ في طبعة سمر فيلد وهال " تحديد اعمار ونمو الاسماك " جامعة ولاية ايوا اميس ، ايوا ) وكل هذه المطبوعات موجودة بمكتبة المركز .

ولا تحتاج العينات العمانية الى خطوات تحضير خاصة . ولكن اوصى بان يتم تنظيف عظمة الاذن في هيبوكلوريت الصوديوم لعدة دقائق قبل ان يتم شطفها بالمياه وتجفيفها تماما قبل تخزينها في برشامات الجيلاتين او قناني زجاجية . يجب وضع بطاقات تعريفية واضحة على العينات ووضع شفرة لا تظهر معلومات حجم السمكة .

تختلف خطوات التحضير لكل سمكة ولكل مرحلة من العمر وفقا لمورفولوجيا عظمة الاذن وانماط النمو التي يتفرد بها كل نوع . وقد اشرنا الى مداخل ناجحة لعدد من الانواع في القسم الثالث ب من هذا التقرير . الا ان عملية الفحص والتجارب العملية لم تكتمل بعد ولا يمكن اصدار توصيات نهائية الى ان يتم تحليل انواع اكثر تغطي مدى اوسع من الاحجام . والاعتبار الاكثر اهمية انه يجب على الاقل فحص المزيد من الاجزاء المستعرضة فحصا اوليا لكل الانواع . خاصة اذا ما تمت ملاحظة نمو متقارب وقديم . فميل ساجيتا عظمة الاذن الى الاستمرار في النمو على الوجه الاوسط من عظمة الاذن ظاهرة قد تقود الى اساءة تقدير العمر بشكل كبير اذا ما تم فحص كل العظمة او الساجيتا فقط .