بسم الله الرحمن الرحيم

# المجاهر وتقنياتها

تأليف

الدكتور محمد بن صالح الخليفة
أستاذ

الدكتور عبدالعزيز بن عبدالرحمن الصالح
أستاذ

*قسم علم الحيوان ـ كلية العلوم ـ جامعة الملك سعود*

عمادة شؤون المكتبات ـ جامعة الملك سعود

ص.ب ٢٢٤٨٠ الرياض ١١٤٩٥ ـ المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٢٩هـ ( ٢٠٠٨م )
الطبعة الأولى : ١٤٠٧هـ ( ١٩٨٧م )
الطبعة الثانية : ١٤١٦هـ ( ١٩٩٥م )
الطبعة الثالثة : ١٤٢٩هـ ( ٢٠٠٨م )

**فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية في أثناء النشر**

الخليفة، محمد بن صالح
المجاهر وتقنياتها / محمد بن صالح الخليفة، عبد العزيز بن عبدالرحمن الصالح – ط٣.- الرياض، ١٤٢٩هـ
٣٧٨ ص ١٧ × ٢٤سم
ردمك : ٤- ٣٢١ - ٥٥ – ٩٩٦٠-٩٧٨
١- الميكروسكوبات. أ. الصالح، عبدالعزيز بن عبدالرحمن (مؤلف مشارك).
ب . العنوان.
ديوى ٥٣٥,٣٣٢ ١٤٢٩/٢٧٤٦

رقم الإيداع : ١٤٢٩/٢٧٤٦
ردمك : ٤- ٣٢١ - ٥٥ – ٩٩٦٠-٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس على نشره في اجتماعه الثاني الذي عقد بتاريخ ١٤٠٦/١/٨هـ الموافق ١٩٨٥/٩/٢٢م، ثم وافق المجلس على إعادة طباعته في اجتماعه الرابع والعشرين للعام الدراسي ١٤١٥/١٤١٦هـ الذي عقد بتاريخ ١٤١٦/١/٢٠هـ الموافق ١٩٩٥/٦/١٨م، ثم وافق المجلس على إعادة طباعته في اجتماعه الحادي عشر للعام الدراسي ١٤٢٨/ ١٤٢٩هـ المعقود بتاريخ ١٤٢٩/٢/٢٤هـ الموافق ٢٠٠٨/٣/٢م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٩هـ

## تقديم للطبعة الثالثة

الحمد لله وحده والصلاة على من لا نبي بعده ، نبينا محمد وعلى آله وصحبه ومن سار على دربه إلى يوم الدين وبعد..

ونحن إذ نشكر المولى عزّ وجل دائما على توفيقه لنا في إعداد هذا الكتاب ، نشكره على ما حظي به الكتاب ايضا من إقبال ليس من قبل طلاب جامعة الملك سعود فقط بل ومن قبل طلاب جامعات المملكة العربية السعودية بشكل خاص ومن قبل طلاب الجامعات العربية بشكل عام ، حيث أن هذا الكتاب إنفرد باسلوب سهل مبسّط جعل الاستفادة منه نظريا وتطبيقيا أمرا ميسورا ولهذا الغرض ألف هذا الكتاب.

وأخير ، نتوجه بالشكر الجزيل إلى كل من ساهم في تسهيل أخراج وطباعة هذا الكتاب ونخص بالشكر العاملين في النشر العلمي والمطابع بجامعة الملك سعود على ما بذلوه من جهود في هذا الخصوص .

المؤلفان

# المقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد . .

نتوجه بخالص الدعاء إلى الله خالق السموات والأرض أن يجد شبابنا الجامعي في هذا الكتاب ما يصبون إليه من علم نافع يساعدهم في المساهمة على تطوير علوم الحياة، فعليهم تُعلَّق الآمال في النهوض بالحركة التعليمية في بلادنا العربية.

ولقد حاولنا في هذا الكتاب أن نتبع أسلوبًا مبسطًا في الكتابة عن طبيعة المجاهر، ومفهوم التحضيرات المجهرية الدقيقة مع شرح وافٍ مدعمٍ برسومات تخطيطية كي يتسنى للطالب الجامعي إدراك أهمية هذا العلم والاستفادة منه نظريًا وتطبيقيًا في تقصى أسرار الكائنات الحية. فمن المعروف أن المجاهر وتقنياتها قد أصبحت اليوم الركيزة الأساسية للكشف والتحري عن كيفية تشكل جسم الكائن الحي، وكذلك قيامه بوظائفه الحيوية المختلفة. فقد أدرجنا في هذا الكتاب ثلاثة أبواب رئيسة، خصصنا الأول منها للمجاهر الضوئية وطرق تحضيراتها، والثاني للمجاهر الإلكترونية وتحضيراتها، أما الثالث فيشمل المواد والمحاليل الكيميائية المستخدمة في عمليات التحضيرات الدقيقة. كما زودنا الكتاب بخمسة ملاحق نعتقد أنها مكملة لموضوعات هذا الكتاب.

وقد أحسسنا بالغبطة والفرح عندما انتهينا من إعداد هذا الكتاب، وبلغتنا العربية

التي خصَّها الله وجعلها لغة القرآن الكريم، كما يسرنا أن نقدم إلى أجيال الجامعة قليلاً من سطور المعرفة وبلغتهم البليغة. ومما لا شك فيه أن التقدم العلمي في بلادنا العربية يعتمد اعتمادا كليا على ما يكتب بلغتنا الأصيلة، وهذا ما يضمن سرعة الفهم ودقته مع المحافظة على التراث العربي العريق.

ونحن دائما نشكر المولى عزّ وجل على توفيقه لنا في إعداد هذا المرجع الدراسي، والذي هو حصيلة خبرة تدريسية وتطبيقية في هذا المجال، سائلين الباري أن يجعل منه النفع الكثير لطلاب جامعة الملك سعود خاصة، وطلاب الجامعات العربية عامة إنه على ذلك لقدير.

وأخيراً، لا يسعنا إلا الرجاء الصادق من ذوي العلم والخبرة أن يتكرموا بتقديم النصح والتوجيه لنا حتى نتدارك ما فات عن غير قصد في طبعة ثانية لما في ذلك من خير لمصلحة شبابنا وحتى يحظى برضى طلاب المعرفة.

المؤلفـــان

# المحتويات

صفحة


تقديم الطبعة الثالثة ..... هـ
المقدمة ..... ز
المحتويات ..... ط
قائمة الأشكال ..... ك
الأشكال المرفقة بالملاحق ..... ف
قائمة الجداول ..... ق


## الباب الأول: المجاهر الضوئية


الفصل الأول: لمحة عن البصريات ..... ٣
الفصل الثاني: المجاهر الضوئية البسيطة ..... ١١
الفصل الثالث: المجاهر الضوئية المركبة ..... ١٧
الفصل الرابع: طرق التحضير المجهرية ..... ٥٩
الفصل الخامس: أصباغ الأنسجة ..... ٩٩
الفصل السادس: التصوير الإشعاعي الذاتي ..... ١٢٥


## الباب الثاني: المجاهر الإلكترونية


الفصل السابع: المجهر الإلكتروني النفاذ ..... ١٣٥
الفصل الثامن: التحضيرات العامة للمجهر الإلكتروني النفاذ ..... ١٤٩
الفصل التاسع: التثبيت والطمر ..... ١٥٩

صفحة

الفصل العاشر: التقطيع والتحميل ..... ١٧٧
الفصل الحادي عشر: الصبغ والفحص ..... ١٩٧
الفصل الثاني عشر: المجهر الإلكتروني المساح ..... ٢١٥

## الباب الثالث: المواد والمحاليل

الفصل الثالث عشر: المخدرات الحيوية ..... ٢٣٥
الفصل الرابع عشر: المثبتات ..... ٢٤١
الفصل الخامس عشر: الأصباغ ..... ٢٦١
الفصل السادس عشر: بيئات اللصق ..... ٢٧١
الفصل السابع عشر: المحاليل المنظمة ..... ٢٧٧
الفصل الثامن عشر: المحاليل المتزنة ..... ٢٨٣

## الملاحق

(١): أشهر معدات التحضيرات المجهرية ..... ٢٨٩
(٢): طرق التنظيف ..... ٣٠٤
(٣): أشهر الأصباغ المستعملة في مجال التحضيرات المجهرية ..... ٣٠٧
(٤): كيفية تحضير محاليل أحادية العيارية من هيدروكسيد الأمونيوم
وبعض الحموض شائعة الاستعمال ..... ٣٠٨
(٥): رموز التحذير المتعارف عليها دوليا ..... ٣٠٩
المراجع ..... ٣١١

## كشاف المصطلحات العلمية

أولا: عربي - إنجليزي ..... ٣١٧
ثانيا: إنجليزي - عربي ..... ٣٤٩

# قائمة الأشكال

صفحة


شكل ١ ـ ١ العلاقة بين زاوية سقوط الشعاع وانكساره ..... ٤
شكل ١ ـ ٢ العلاقة بين الأشعة المتوازية والعدسة المحدبة ..... ٥
شكل ١ ـ ٣ البعد البؤري للعدسة المحدبة ..... ٥
شكل ١ ـ ٤ بعض حقائق الانكسار للعدسات المحدبة ..... ٧
شكل ١ ـ ٥ العلاقة بين التكبير والعدسة المحدبة ..... ٨
شكل ١ ـ ٦ فكرة التكبير في المجاهر المركبة ..... ٩

شكل ٢ ـ ١ مجهر لوفينهوك ..... ١٣
شكل ٢ ـ ٢ عدسة الساعاتي ..... ١٤
شكل ٢ ـ ٣ عدسة الجيب ..... ١٥
شكل ٢ ـ ٤ عدسة اليد ..... ١٥
شكل ٢ ـ ٥ عدسة الطاولة ..... ١٦
شكل ٢ ـ ٦ المصباح المكبر ..... ١٦

شكل ٣ ـ ١ جهاز الحمل والتحريك للمجهر الضوئي المركب ..... ١٩
شكل ٣ ـ ٢ جهاز التكبير للمجهر الضوئي المركب ..... ٢٠
شكل ٣ ـ ٣ الشكل العام للعدسة العينية ..... ٢١
شكل ٣ ـ ٤ أنواع العدسة العينية ..... ٢٢
شكل ٣ ـ ٥ نموذج لثلاثة أنواع مختلفة من العدسات الشيئية ..... ٢٤
شكل ٣ ـ ٦ نصف زاوية القبول للعدسة الشيئية ..... ٢٦
شكل ٣ ـ ٧ نصف زاوية القبول للعدسة الشيئية الجافة ..... ٢٦

صفحة

شكل ٣ ـ ٨ نصف زاوية القبول للعدسة الزيتية ..... ٢٧
شكل ٣ ـ ٩ قطاع طولي في عدسة زيتية حديثة ..... ٢٨
شكل ٣ ـ ١٠ مجهر ضوئي مركب وحيد العينية بمرآة ..... ٣١
شكل ٣ ـ ١١ مجهر ضوئي مركب ثنائي العينيات كهربائي ..... ٣٢
شكل ٣ ـ ١٢ جهاز الإضاءة للمجهر الضوئي المركب ..... ٣٤
شكل ٣ ـ ١٣ أنواع المكثفات ..... ٣٦
شكل ٣ ـ ١٤ مسار الضوء في المجهر مظلم الحقل ..... ٤٢
شكل ٣ ـ ١٥ أنواع مكثفات المجهر مظلم الحقل ..... ٤٣
شكل ٣ ـ ١٦ العلاقة بين الشعاع المباشر والمنحرف والناتج في المجهر الضوئي ... ٤٥
شكل ٣ ـ ١٧ العلاقة بين زاوية الطور والتباين في مجهر الطيف ..... ٤٦
شكل ٣ ـ ١٨ الشكل العام لصفيحة الطور ..... ٤٨
شكل ٣ ـ ١٩ الجهاز البصري في مجهر الطور المتباين ..... ٤٩
شكل ٣ ـ ٢٠ الجهاز البصري في المجهر الفلورسيني ذو الشعاع النافذ ..... ٥١
شكل ٣ ـ ٢١ الجهاز البصري في المجهر الفلورسيني ذو الشعاع الساقط ..... ٥٣
شكل ٣ ـ ٢٢ مجهر ضوئي مقلوب ..... ٥٤
شكل ٣ ـ ٢٣ الجهاز البصري في المجهر متداخل الضوء ..... ٥٧
شكل ٣ ـ ٢٤ الشكل العام للحقل في المجهر متداخل الضوء ..... ٥٨
شكل ٤ ـ ١ رسم تخطيطي لطريقة التحضير المباشر ..... ٦٤
شكل ٤ ـ ٢ رسم تخطيطي لطريقة القطرة المعلقة ..... ٦٥
شكل ٤ ـ ١٣ ـ رسم تخطيطي لطريقة تحضير الكرموسومات البوليتينية
للدروسوفيلا ..... ٨١
ب ـ الشكل العام لرأس حشرة الدروسوفيلا ..... ٨١
شكل ٤ ـ ٤ طريقة السحب لمحلول الدم ..... ٨٥
شكل ٧ ـ ١ جهاز المجهر الإلكتروني النفاذ الحديث ..... ١٣٧
شكل ٧ ـ ٢ رسم تخطيطي يوضح مقارنة مسار الضوء في المجهر الضوئي ..... ١٣٩

صفحة

شكل ٧ ـ ٣ رسم تخطيطي لمدفعة الإلكترونات ..... ١٤١
شكل ٧ ـ ٤ رسم تخطيطي لقطاع في عدسة إلكترونية ..... ١٤٣
شكل ٧ ـ ٥ قطاع طولي في عمود مجهر إلكتروني نفاذ عال التبيين ..... ١٤٦
شكل ٨ ـ ١ رسم تخطيطي يوضح تحضير نيوبرون التلوين على الشبكات النحاسية . ١٥١
شكل ٨ ـ ٢ رسم تخطيطي يوضح تحضير فلم السلويدين بطريقة التنقيط ..... ١٥٢
شكل ٨ ـ ٣ طريقة تحضير فلم السلويدين باستعمال طريقة الغمس ..... ١٥٤
شكل ٨ ـ ٤ رسم تخطيطي يوضح عملية تحصيل فلم السلويدين على الشبكات النحاسية ..... ١٥٥
شكل ٨ ـ ٥ تحضير فلم السلويدين بوساطة طريقة التنقيط ..... ١٥٦
شكل ٨ ـ ٦ رسم تخطيطي يوضح أنواع الشبكات النحاسية ..... ١٥٨
شكل ٩ ـ ١١ ـ صورة من نسيج الاستيرويدات المبيضي المثبت برابع أكسيد الأوزميوم ..... ١٦٣
ب ـ صورة من نسيج الاستيرويدات المبيضي المثبت بالجلوترالدهيد .. ١٦٣
شكل ٩ ـ ١٢ ـ خلايا الجيوب البنكرياسية المثبتة في رابع أكسيد الأوزميوم ..... ١٦٦
ب ـ خلايا الجيوب البنكرياسية المثبتة بالجلوترالدهيد ..... ١٦٦
شكل ٩ ـ ١٣ خلايا من غدة الكيس المنوي في الحشرات مثبتة بالجلوترالدهيد ..... ١٦٧
شكل ٩ ـ ٤ صورة من نسيج الاستيرويدات المبيضي والمثبت في برمنجنات البوتاسيوم ..... ١٦٩
شكل ٩ ـ ٥ جهاز تحريك العينات ..... ١٧٢
شكل ١٠ ـ ١ جهاز تحضير السكاكين الزجاجية ..... ١٧٩
شكل ١٠ ـ ٢ طريقة عمل سكاكين زجاجية من مربعات أطوالها ٢٥ مم يدويا ... ١٨٠
شكل ١٠ ـ ١٣ ـ رسم تخطيطي لمظهر سكين زجاجية صالحة للقطع ..... ١٨١
ب ـ رسم تخطيطي يوضح قارب الماء للسكين الزجاجي ..... ١٨١
شكل ١٠ ـ ٤ جهاز تحضير القطاعات الرقيقة المستخدمة للفحص في المجهر الإلكتروني النفاذ ..... ١٨٦
شكل ١٠ ـ ٥ بعض أنواع ماسك مكعبات العينات المطمورة في الراتنج والمستخدمة للتقطيع في جهاز القطع الدقيق ..... ١٨٧

صفحة

شكل ١٠ ـ ١٦ ـ عينة مثبتة ومطمورة في الراتنج ومن ثم مشذبة وجاهزة لتقطيعها باستخدام جهاز قطع العينات الدقيقة ..... ١٨٧
ب ـ سلسلة من القطاعات الرقيقة على السطح طافية في الحوض المائي للسكينة الزجاجية وجاهزة للقطها على الشبكة النحاسية ..... ١٨٧
جـ ـ عملية التقاط القطاعات على الشبكات النحاسية ..... ١٨٧
شكل ١٠ ـ ٧ صورة توضح جهاز تهذيب العينات ..... ١٨٨
شكل ١٠ ـ ٨ رسم تخطيطي يوضح تحضير عينات المجهر الإلكتروني بطريقة نحت المتجمدات ..... ١٩٢
شكل ١٠ ـ ٩ صورة لخلايا الجيوب البنكرياسية التي أخذت بطريقة نحت المتجمدات ..... ١٩٤
شكل ١٠ ـ ١٠ صورة لخلايا الجيوب البنكرياسية في قطاعات رقيقة أخذت بطريقة القطاعات الرقيقة ولنفس النسيج المفحوص بطريقة نحت المتجمدات ..... ١٩٥
شكل ١١ ـ ١ ـ صورة من قطاع في الكبد غير مصبوغ ..... ١٩٩
ب ـ صورة من قطاع في الكبد مصبوغ بـ٢٪ خلات اليورانيل المائية.. ١٩٩
شكل ١١ ـ ٢ رسم تخطيطي يوضح طريقة عمليات الصبغة السالبة ..... ٢٠٠
شكل ١١ ـ ٣ رسم تخطيطي يوضح طريقة التظليل ..... ٢٠١
شكل ١١ ـ ٤ رسم تخطيطي يوضح طريقة عمل القوالب ..... ٢٠٢
شكل ١١ ـ ٥ صورة بالمجهر الضوئي لقطاع في بيض حشرة سوسة الحبوب المثبتة للمجهر الإلكتروني ومطمورة في مادة الراتنج ..... ٢١٤
شكل ١٢ ـ ١ صورة توضح المجهر الإلكتروني المساح ..... ٢١٦
شكل ١٢ ـ ٢ رسم تخطيطي يوضح التخطيط العام للمجهر الإلكتروني المساح ... ٢١٧
شكل ١٢ ـ ٣ رسم تخطيطي يوضح جهاز المجمع في المجهر الإلكتروني المساح ... ٢١٩
شكل ١٢ ـ ٤ جهاز التبخير المفرغ المستخدم لعمليات التظليل بالمعادن الثقيلة ... ٢٢١
شكل ١٢ ـ ٥ مجموعة من المصطبات الخاصة بحمل العينات المعدة للفحص بالمجهر الإلكتروني المساح ..... ٢٢٢

صفحة

شكل ١٢ ـ ٦ جهاز لتجفيف النقطة الحرجة المستخدمة لتحضيرات المجهر الإلكتروني المساح ..... ٢٢٧

شكل ١٢ ـ ٧ أحجام مختلفة من الأوعية المستخدمة لنقل العينات عند إجراء عمليات تجفيف النقطة الحرجة ..... ٢٢٩

شكل ١٢ ـ ٨ صور بالمجهر الإلكتروني المساح لبعض العينات الأحيائية ..... ٢٣٠

شكل ١٢ ـ ٩ صورة بالمجهر الإلكتروني المساح لنوع استراكودا ..... ٢٣١

شكل ١٥ ـ ١ العلاقة بين الأس الهيدروجيني ونوعية الصبغة ..... ٢٦٥

## الأشكال المرفقة بالملاحق

صفحة


شكل ١ نموذج لأدوات التشريح ..... ٢٩٠
شكل ٢ ميكروتوم يدوي ..... ٢٩٢
شكل ٣ ميكروتوم دوار ..... ٢٩٣
شكل ٤ ميكروتوم ثلجي ..... ٢٩٥
شكل ٥ جهاز طرد مركزي يدوي ..... ٢٩٨
شكل ٦ جهاز طرد مركزي الطاولة ..... ٢٩٩
شكل ٧ جهاز طرد مركزي لتحت الطاولة ..... ٣٠٠
شكل ٨ جهاز مركزي كبير الحجم ..... ٣٠٠
شكل ٩ جهاز طرد مركزي هائل السرعة ..... ٣٠٢
شكل ١٠ الرأس المتأرجح ..... ٣٠٢
شكل ١١ الرأس الزاوي ..... ٣٠٣
شكل ١٢ الرأس العمادي ..... ٣٠٣

# قائمة الجداول

صفحة

جدول ٣ ـ ١ مقارنة بين العدسات الشيئية من حيث قوة التكبير والبعد البؤرى والفتحة العددية ..... ٢٩

جدول ٤ ـ ١ أهم المشاكل ومسبباتها والتي قد تعوق عمليات القطع وكيفية تفاديها ..... ٩٥

جدول ٦ ـ ١ المكونات الأساسية لمحلول التحميض ..... ١٣١

جدول ١٠ ـ ١ سمك القطاعات المستعملة مع المجاهر المختلفة ..... ١٧٨

جدول ١٠ ـ ٢ الألوان التقريبية والسمك ..... ١٨٥