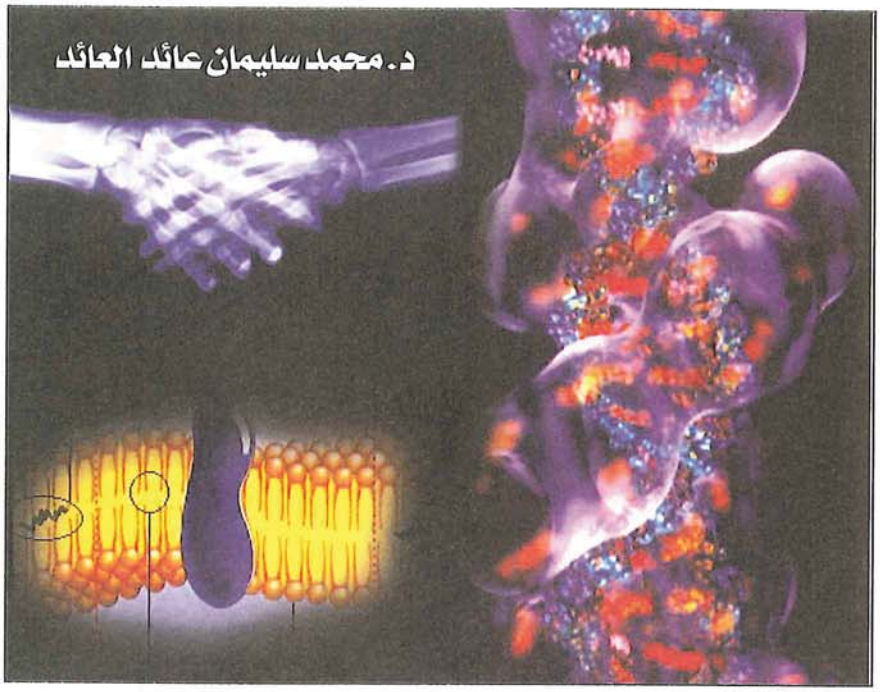
الفيزياء الحيوية

د. محمد سليمان عائد العائد



ساهم التطور العلمي المطرد والمتسارع في العلوم الأساس وتداخل بعضها ببعض في ظهور علوم بينية جديدة تنطلق من مجال العلوم البحتة إلى آفاق العلم والتقنية الحديثة. ويعد علم الفيزياء الحيوية ضمن هذه العلوم، حيث يهدف إلى دراسة الظواهر الحيوية والأجسام الحية ومكوناتها وتأثرها بالمؤثرات الطبيعية، وذلك باستخدام نظريات وتقنيات الفيزياء.

بدأت نشأة علم الفيزياء الحيوية بعد الحرب العالمية الثانية بسبب تطبيقات الفيزياء النووية في الأنظمة البيولوجية التي شملت في الأساس دراسة تأثير الإشعاع المؤين على الكائنات الحية، ومن واقع هذه الدرسات والأبحاث دخل الفيزيائيون علوم الحياة، ومن ثم ظهر علم الفيزياء الحيوية الذي أصبح يرتبط ارتباطاً وثيقاً بفروع كثيرة من علوم الحياة، مثل: الكيمياء الحيوية، وعلم الوراثة، والبيولوجيا الجزيئية، والأحياء الدقيقة، ووظائف الأعضاء، وعلم الأعصاب، وعلم الأنسجة، وعلم الفيروسات، بجانب العلوم الأخرى، مثل: الكيمياء الفيزيائية، والرياضيات، والحاسبات، والمعلومات، والهندسة.

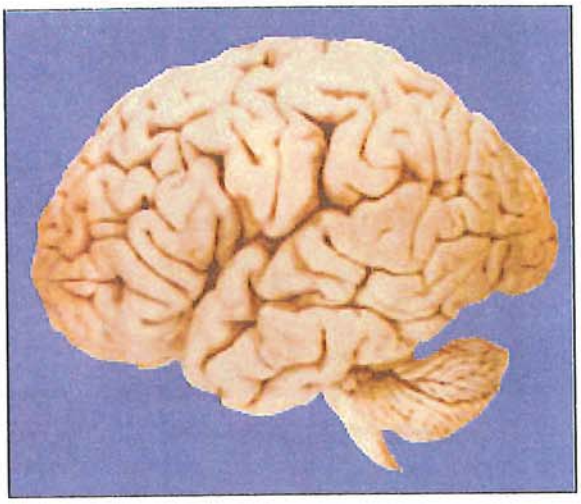
مجالات الفيزياء الحيوية

من أهم المجالات التي تهتم بها الفيزياء الحيوية دراسة وتحليل تركيب جزئيات النظم البيولوجية. وخير مثال لمنجزات هذا العلم نموذج الحامض النووي منقوص الأكسجين (Deoxyribonucleic. acid- DNA) والذي يمثل المادة الوراثية في الخلية الحية. كان هذا النموذج وما يزال اللبنة الأساسية لعلوم البيولوجيا الجزيئية والوراثة. حيث تم ذلك عن طريق استخدام صور الأشعة السينية ـ أحد تقنيات الفيزياء ـ خلال بلورات المكونات الحية، مما جعل من الممكن معرفة تركيب العديد من الجزيئات الحيوية، ومن أشهر الأمثلة على ذلك تركيب الأحماض النووية وتركيب هيموجلوبين الدم، وتركيب اليخضور (الكلوروفيل) وغيرها.

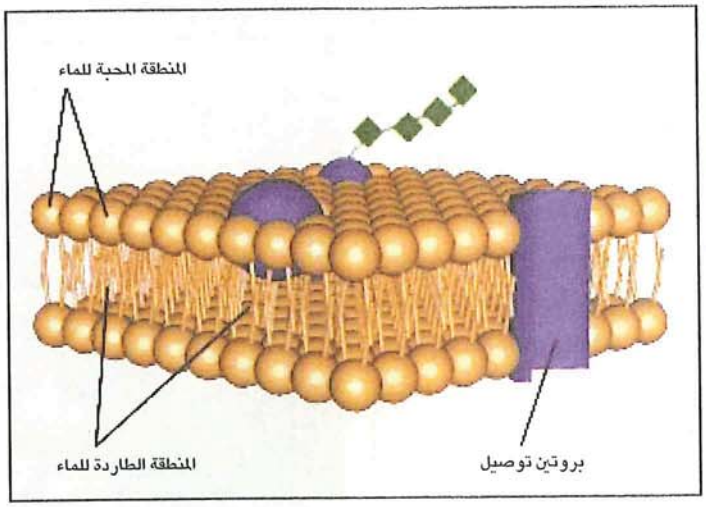
● دراسة الخلايا العصبية

تعد دراسة المعلومات التي تسري في الشبكة العصبية للكائن الحي عن طريق النبضات الكهربائية من أهم مجالات الفيزياء الحيوية. حيث تنتشر هذه المعلومات عن طريق وحدات متقطعة تسمى الجهد النشط، وتحدد بواسطة التردد والتشابك بين الخلايا العصبية.

ويرجع الفضل ـ بعد الله ـ في معرفة منشأ هذه النبضات وكيفية سريانها إلى العالم الفيزيائي الحيوي **ألن هودجكن** (Alan L. Hodgkin) والفيزيائي **أندرو هكسلي** (Andrew Huxley) عندما أجريا تجاربهما على الخلايا العصبية العملاقة للحبار (Squid)، حيث أمكنهما من إدخال العديد من الأقطاب داخلها ـ باستخدام التزاوج بين الكيمياء الكهربائية وعلم الإلكترونيات والنمذجة الرياضية ـ وبالتالي تمكنا من دراسة سبب ظهور الجهد النشط في الخلايا الحية المثارة. حيث اتضح لديهم أن هذا الجهد ناشىء عن تغير نفاذية غشاء الخلية لكل من



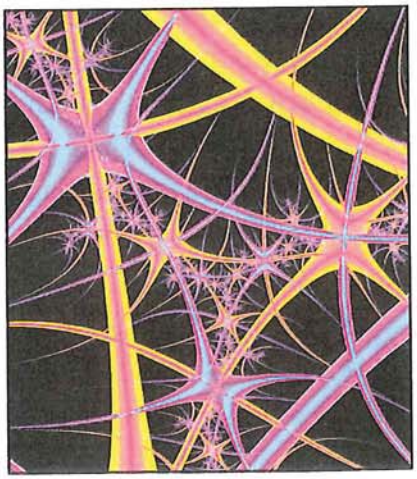
● المخ يقوم بالاتصال والتحكم في جميع أجزاء الجسم.



● دراسة غشاء الخلية أول اهتمامات الفيزياء الحيوية.

أيونات الصوديوم والبوتاسيوم. وقد استحق هذين العالمين بهذا الإكتشاف جائزة نوبل.

أدى هذا الإكتشاف إلى فتح الباب على مصراعيه لدراسة المعلوماتية الحيوية (Bioinformatics) وكيفية قيام المخ بالإتصال والتحكم في جميع أجزاء الجسم وكيف يقوم ـ بما فيه من عدد هائل من الخلايا العصبية ـ بوظائفه المختلفة خاصة في عملية التفكير والتعلم. وقد تمت الإستفادة من هذه الدراسات ـ خاصة في مجال الحاسبات ـ في مواضيع الذكاء الإصطناعية (Artificial intellegence) ، بالاضافة إلى ذلك تم استخدام هذه الإشارات الكهربائية الخارجة عن الاعضاء المختلفة من الجسم في التشخيص. ومثالا لذلك الرسم الكهربي للمخ والقلب والعضلات والشبكية وغيرها. وتجرى الأبحاث الآن لإستخدام هذه الإشارات لتشغيل أجهزة تعويضية لإجزاء الجسم خاصة الأعضاء الطرفية.



● خلايا عصبية

● دراسة غشاء الخلية

إمتداداً لهذا المجال فإن الفيزياء الحيوية تهتم بغشاء الخلية بهدف الكشف عن أسراره من الناحية التركيبية والوظيفية، إذ أن هذا الغشاء يعد البوابة الرئيسية التي تتحكم في أحوال الخلية ووظائفها، وعن طريقه تتصل بالخلايا الأخرى، فإذا أمكن السيطرة على هذا الغشاء فإنه يمكن السيطرة على الخلية والحيلولة دون تحولها من خلية طبيعية إلى أخرى سرطانية. وسوف يقود الإكتشاف ـ بإذن الله ـ إلى كشف أسرار عديدة عن الأمراض غير المفهومة مثل مرض الزهامير الذي يصيب الخلايا العصبية ويؤدي إلى تلفها.

● تأثيرات الإشعاع

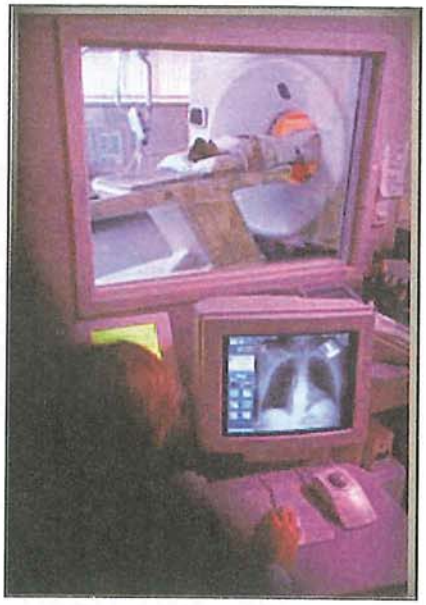
تهتم الفيزياء الحيوية بالإشعاع المؤين وغير المؤين وتأثيراته المختلفة على الكائنات الحية، وأيضا استخداماته في مجالات شتى مثل علاج وتشخيص الأمراض.

● الدراسات البيئية

من مجالات الفيزياء الحيوية مجال يهتم بالدراسات البيئية، وذلك بإستخدام تقنيات الفيزياء في تحديد الملوثات المختلفة ـ خاصة الإشعاعية ـ في مكونات البيئة الرئيسية من تربة وهواء وماء، والمواد والأجسام الحيوية. ويهتم هذا المجال أيضاً بدراسة تأثير الإشعاع الشمسي بمكوناته المختلفة (الأشعة تحت الحمراء والضوء المرئي والأشعة فوق البنفسجية) على الكائنات والنباتات الحية.

● تشخيص الأمراض وعلاجها

تهتم الفيزياء الحيوية أيضاً بالتقنيات الخاصة باستخدام الأشعة



● بعض أجهزة تشخيص الأمراض.

الكهرومغناطيسية والموجات فوق الصوتية في التصوير بغرض تشخيص الأمراض، كما تهتم أيضاً بالتصوير باستخدام الرنين المغناطيسي (MRI) ـ أحدث تقنيات العصر ـ في التصوير الطبي.

الاتحاد الدولي للفيزياء الحيوية

علم الفيزياء الحيوية مثل العلوم الأخرى له إتحاد دولي ممثل فيه عدد قليل من دول العالم، منها المملكة العربية السعودية ومصر من المنطقة العربية، ويسمى الاتحاد الدولي للفيزياء الحيوية البحتة والتطبيقية.

ونظراً لتشابك علوم الفيزياء الحيوية مع العلوم الأخرى، وخاصة البينية منها، مثل: الكيمياء الحيوية، والبيولوجيا الجزئية، والهندسة الحيوية، وما إلى ذلك، فقد قرر الإتحاد الدولي إعداد مجموعة عمل (Task Force) لكل فرع. يشترك فيها بعض من إتحادات العلوم البينية الأخرى. وهي مجموعة عمل المعلوماتية الحيوية (Bioinfor matic) أحد هذه المجموعات، ويشترك فيها الاتحاد الدولي للكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزئية بجانب الاتحاد الدولي لعلم البلورات.

كذلك توجد مجموعة عمل في الهندسة الحيوية (Biomedical Engineering) ومجموعة عمل أخرى في مجال الرنين المغناطيسي (NMR)، بالإضافة إلى مجموعة عمل الفيزياء الحيوية.

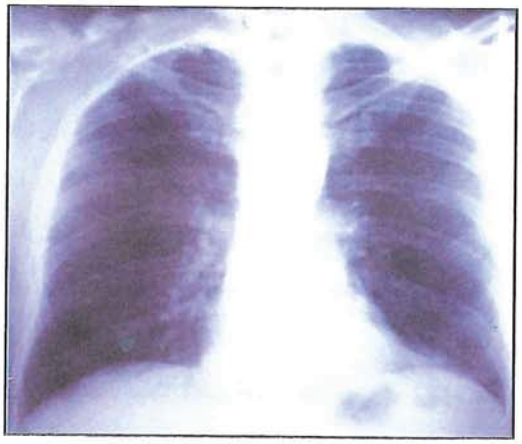
الفيزياء الحيوية الطبية

أصبحت الفيزياء الحيوية ـ الآن ـ من العلوم المهمة التي تُدرس في كليات الطب تحت مسمى الفيزياء الحيوية الطبية أو الفيزياء الطبية (Medical Biophysics)، وتهتم بالأساس النظري والعملي لتقنيات الفيزياء الحيوية المستخدمة في الطب في مجال تشخيص وعلاج الأمراض، وذلك باستخدام جميع أنواع الموجات الكهرومغناطيسية المؤينة وغير المؤينة بالإضافة إلى تطبيقات الموجات فوق الصوتية. وتشمل دراسة الفيزياء الحيوية الطبية ما يلي:ـ

١ – استخدامات الرنين المغناطيسي.

٢ – تقنيات الليزر في التشخيص خاصة في الأجهزة البصرية والمناظير الطبية للرصد والعلاج وخاصة في الجراحة لجميع أعضاء الجسم.

٣ـ الطب النووي وتطبيقاته في التشخيص



● صورة بالأشعة للصدر.

● استخدام الليزر في علاج البصر.

والعلاج واستخدام النظائر المشعة في التشخيص والعلاج.

٤ـ استخدام التحليل الطيفي في التحاليل الطبية.

٥ـ دراسة الكهرباء داخل جسم الإنسان وتسجيل النشاط الكهربائي من الأعضاء المختلفة للجسم واستخدامها في التشخيص واستخدام الكهرباء في العلاج.

٦ـ دراسة الطاقة الحيوية والتنفس وتأثير المؤثرات الطبيعية مثل الحرارة والضغط والرطوبة والإشعاع الشمسي على الجسم الحي.

تخصصات الفيزياء الحيوية

تؤهل دراسة الفيزياء الحيوية متخصصين في مجال الانسان الآلي (Robotics) والتصوير التشخيصي باستخدام جميع أنواع الأشعة، والموجات فوق الصوتية، والرنين المغناطيسي، وحركة المفاصل، والنمذجة في الخلايا، والطاقة الحركية (Biokinetic)، والموصلات، والحسية الكيميائية (Chemosensory)، والتجمعات الخلوية، والتآم الجروح، وتحليل الأحمال على الإنسان، وتطبيق نظرية الإتصال في تحليل النماذج الحيوية المختلفة بهدف إنتاج وتطوير أجهزة تعويضية، والمعلوماتية الحيوية، ودراسة تركيب الجزئيات الحيوية، والنمذجة الرياضية والحسابية باستخدام الحاسب.