مدخل إلى علم الفيزيولوجيا

لمحة تاريخية:

تعود أول الدراسات في مجال علم وظائف الأعضاء إلى ما قبل عام 420 قبل الميلاد في فترة العالم أبقراط والذي يطلق عليه (أبو الطب)، ويعود الفضل للعالم أرسطو طاليس ذو التفكير الثاقب والذي أرسى مبادئ علم وظائف الأعضاء في الحضارة الإغريقية من خلال ربطه للعلاقة بين الوظيفة والتركيب، بينما كان العالم كلاود جالينوس (129-200 قبل الميلاد) والمعروف باسم "جلين" أول من أجرى تجارباً لاختبار وظائف الجسم وهو المؤسس لعلم الوظائف التجريبي.

ازدادت المعرفة بعلم وظائف الأعضاء خلال القرن التاسع عشر كثيراً، خصوصاً مع ظهور النظرية الخلوية في عام 1838 للعالمين "ماتياس شيلدين" و "تيودور شوان" والتي تنص على أن الكائنات تتكون من وحدات تسمى خلايا.

فيما بعد ظهرت اكتشافات العالم "كلاود برنارد" (1813 – 1878) التي قادته لنظرية البيئة الداخلية للخلية والتي أسماها العالم الأمريكي "وولتر كانون" (1871-1945) بالتوازن المتناسق أو الاستقرار المتسق. و في القرن العشرين ازداد اهتمام الباحثين في التعرف على وظائف الكائنات الأخرى غير الإنسان وذلك لإرساء أساسيات المقارنة بين علم وظائف الأعضاء وعلم وظائف الأعضاء البيئي. ومن أشهر العلماء في هذين المجالين العالمين "نت شميدت نلسن" و "جورج بارثولوموف"، وقد أصبح مؤخراً علم تطور وظائف الأعضاء فرعاً قائماً بذاته.

وتعد جائزة نوبل في علم الوظائف أو الطب أعلى منصب للتكريم في مجال علم وظائف الأعضاء وتمنحها الأكاديمية الملكية السويدية للعلوم منذ عام 1901.

إنَّ أقدم فرع من فروع علم الفيزيولوجيا هو علم وظائف الأعضاء البشري Human physiology والذي يختص بدراسة وظائف الجسم البشري بأسره من المكونات الفرعية لخلايا أجهزة الجسم ونظم الأجهزة, ثم علم وظائف الثديات Mammalian physiology بعدها في بداية النصف الثاني من القرن التاسع عشر وبظهور نظرية التطور العضوي Organic evolution للعالم دارون ظهر في الفترة ذاتها ظهر اثنين من علوم الفيزيولوجيا هما: علم الوظائف المقارن Comparative physiology وعلم الوظائف العامة General physiology ثم بظهور النظرية الخلوية Cell theory التي تقول بأن جميع الكائنات الحية تتألف من خلية أو مجموعة خلايا وهذه الخلايا بالإضافة إلى كونها وحدات بنائية هي أيضاً وحدات

وظيفية ظهر علم الفيزيولوجيا الخلوي Cellular physiology الذي يدرس الفعاليات الأساسية للخلايا الحيوانية أو النباتية, وعليه تعتبر الفعاليات الحيوية للكائن الحي أو العضو أو النسيج هي المجموع الكلي لفعاليات الخلايا المكونة لذلك الكائن أو العضو أو النسيج, مثلا أثناء التنفس فإنَّ مقدار ما يتم استهلاكه من الأوكسجين وطرح ثاني أوكسيد الكربون هو مجموع الفعاليات التنفسية لملايين عديدة من خلايا الجسم.

باختصار يعتمد الأساس الحيوي لدراسة علم وظائف الأعضاء على التداخل بين وظائف أجهزة الجسم المختلفة بالإضافة إلى تركيبها ويحدث ذلك من خلال طرق مختلفة تشمل الموصلات الكهربائية والكيمائية. ويلعب الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء دوراً كبيراً في عملية استقبال ونقل الإشارات لتحفيز وظائف الأعضاء لدى الحيوانات. كما يعد الاستقرار المتسق عامل أساسي في عمليات التفاعل داخل النباتات وكذلك الحيوانات.

تعريف علم الفيزيولوجيا:

علم وظائف الأعضاء أو الفيزيولوجيا (Physiology): هو العلم الذي يدرس وظائف الأعضاء والأجهزة الحيوية ويتضمن ذلك كيف تقوم الأجهزة العضوية، والخلايا، والجزيئات الحيوية بالعمليات الكيميائية والفيزيائية في الكائنات الحية.

ويمكن تعريف علم وظائف الأعضاء أيضاً: بأنه ذلك الفرع من العلوم الحيوية الذي يتعامل مع الوظائف الكاملة للأعضاء المختلفة للجسم وهي بكامل صحتها ويؤكد على التغيرات التي تطرأ على الجسم بأكمله عند نشاط وعمل هذه الأعضاء أثناء قيامها بفعالياتها الأساسية والتحري عن سبب وكيفية إنجاز تلك الوظائف الحيوية الضرورية لإدامة حياة الكائن الحي. ويعنى علم الفيزيولوجيا بالمملكتين الحيوانية والنباتية.

يعود أصل كلمة "الفيزيولوجيا" إلى اللغة الإغريقية ويتكون من شقين "فيزيو" ويقصد به الطبيعة أو الأصل والجزء الآخر "لوجيا" وتعني العلم.

يدرس علم الفيزيولوجيا وظائف الأعضاء عند الإنسان أو عند الحيوان, والهدف الرئيسي من دراسة علم وظائف الأعضاء هو دراسة أعضاء جسم الكائن الحي والأجهزة التي تكونها. وتم التوصل إلى الكثير من المعلومات عن وظائف أعضاء جسم الإنسان من خلال التجارب التي أجريت على الحيوانات.

كما يبحث علم الفيزيولوجيا في فعاليات المادة الحية سواء على مستوى الكائن الحي بأكمله أو عضو منه أو على مستوى الخلية أو جزء منها, ويهدف بالتالي علم الفيزيولوجيا إلى فهم معنى الحياة. ويعد علم الفيزيولوجيا أحد الفروع الهامة لعلم البيولوجيا الذي يهتم بدراسة ظاهرة الحياة في الكائنات الحية بصورة عامة، فالكائن الحي عبارة عن وحدة بيولوجية أي وحدة بنائية متكاملة مترابطة تتفاعل مكوناتها لتعطي ظاهرة الحياة للكائن الحي.

من الجدير ذكره أنّ علم وظائف الأعضاء يرتبط ارتباطاً وثيقاً بعلم التشريح، حيث يدرس علم التشريح تركيب الأعضاء والأجهزة الحيوية، بينما يدرس علم وظائف الأعضاء وظيفة تلك الأعضاء والأجهزة، ونظراً لمدى التداخل بين التركيب والوظيفة فإنه لا يمكن الفصل بين دراسة علم وظائف الأعضاء وعلم التشريح وهذا له أهمية كبيرة في دراسة الطب على سبيل المثال.

من خلال كل ذلك يمكننا أن نفهم أنّ الدراسات الفيزيولوجية تهدف أساساً إلى محاولة الإجابة عن الأسئلة التالية:

1- ما هي الوظيفة.
2- كيفية أداء هذه الوظيفة.
3- ما هي العوامل المؤثرة على الوظيفة.
4- كيفية اندماج هذه الوظيفة مع الوظائف الأخرى.

في ضوء ما تقدم يمكن تفسير علم الفيزيولوجيا بأنه فيزياء وكيمياء الكائنات الحية, وبالتالي لا يقتصر أن نعرف ما هي وظيفة هذا العضو أو ذاك، حيث هذا الوصف غير كافي ولكن الأهم أن نفسر كيف يؤدي ذلك العضو تلك الوظيفة ونحاول اكتشاف آلية هذه الوظيفة فضلا عن دراسة العلاقة بين أنشطة أعضاء الكائن الحي والعوامل التي تؤثر على هذه الأنشطة إذ يعتمد علم الفيزيولوجيا على العوامل الفيزيائية والكيميائية والحيوية بالجسم.

علم الفيزيولوجيا علم تجريبي:

علم الفيزيولوجيا هو علم تجريبي أي أنّ المعطيات يتم الحصول عليها عن طريق التجريب أي باجراء التجارب في حين أنّ معظم العلوم الحياتية الأخرى هي أكثر ما تكون وصفية أي تعتمد على الملاحظة الدقيقة والوصف دون الحاجة الى إجراء التجارب, والتجربة ماهي إلاّ محاولة للإجابة على سؤال يطرح من قبل الطبيعة وعند إجراء التجربة يجب خلق الظرف المناسبة لها بحيث يصبح بالإمكان دراسة تأثير عامل واحد فقط على المادة تحت ظروف التجربة.

تقسم الدراسات الفيزيولوجية إلى ثلاثة أقسام:

1- **الفيزيولوجيا العامة:** وهي تعنى بدراسة الخصائص الأساسية المشتركة بين معظم الكائنات الحية دون التقيد بنوع معين من هذه الكائنات كالحيوان, الإنسان, والنبات ويتم من خلالها دراسة العمليات الحيوية المميزة لكل كائن حي مثل التغذية، التنفس، التكاثر وغيرها، وعلى سبيل المثال يدرس التنفس كعملية حيوية بصورة عامة وهذا يعتمد على بناء الخلية والتي تتشابه في كثير من الخصائص عند الكائنات الحية.

2- **الفيزيولوجيا الخاصة:** ويعنى هذا الفرع بدراسة الخصائص الوظيفية لمجموعة معينة من الحيوانات أو النباتات مثل فيزيولوجيا الثديات، الحشرات، الأسماك, وقد تختص بدراسة نوع واحد فقط مثل فيزيولوجيا الإنسان.

3- **الفيزيولوجيا المقارنة:** وهي دراسة مقارنة الطرق التي تؤدي بها الكائنات الحية وظائف متشابهة. فعلى سبيل المثال عند دراسة ظاهرة التنفس فإن الإنسان يتنفس والطيور تتنفس والضفدع يتنفس والأميبيا تتنفس ولكن طريقة تنفس وميكانيكية التنفس تختلف من كائن إلى آخر وعليه فإن الآلية تختلف والأعضاء تختلف بحسب خصوصية كل كائن حي.

أمثلة على بعض اهتمامات علم الفيزيولوجيا:

- **فيزيولوجيا الخلية (Cell physiology):**

هي دراسة بيولوجية للأنشطة التي تجري في الخلية لإبقائها على قيد الحياة. مصطلح " علم وظائف الأعضاء " يشير إلى جميع الوظائف التي تحدث في الكائنات الحية، مثل امتصاص الماء من قبل الجذور، وإنتاج الغذاء في الأوراق، و نمو البراعم نحو الضوء كأمثلة على فيزيولوجيا النبات. الأغذية المشتقة من النباتات والحيوانات واستخدام الحركة للحصول على المواد الغذائية (حتى لو كان الكائن الحي نفسه لا يزال في وضع ثابت نسبيا) هي سمة من علم وظائف الأعضاء الحيوانية. علم وظائف الأعضاء البشرية، وعلم وظائف الخلية هو مصطلح غالبا ما ينطبق تحديداً على فيزيولوجيا النقل عبر غشاء الخلية وهو النقل العصبي وانقباض العضلات. بشكل عام، هضم الطعام، والدورة الدموية، وانقباض العضلة، هي جوانب هامة من علم وظائف الأعضاء البشرية.

- **الفيزيولوجيا المرضية (Pathophysiology):**

هو دراسة التغييرات في الوظائف الطبيعية للأعضاء، سواء كانت التغيرات ميكانيكية أو فيزيولوجية، أو كيميائية حيوية، وتُسبب هذه التغيرات إمّا عن طريق مرض ما، أو ناجمة عن متلازمة.

ويمكن أيضاً أن تُعرّف الفيزيولوجيا المرضية على أنها دراسة المظاهر البيولوجية والفيزيائية للمرض والتي ترتبط بالاضطرابات الفيزيولوجية والشذوذات الكامنة وراء هذا المرض.

يمكن اعتبار الفيزيولوجيا المرضية كفرع من الطب الذي يتعامل مع أي اضطرابات لوظائف الجسم، والناجمة عن مرض أو الأعراض البدائية للمرض (prodromal symptoms) وهي الأعراض التي تسبق ظهور المرض مثل ارتفاع درجة الحرارة، الوهن وغير ذلك.

- **علم وظائف أعضاء الإنسان (فيزيولوجيا الإنسان):**

هي دراسة الوظائف الكيمياوية الحيوية والطبيعية والميكانيكية للبشر أو الأنسجة أو الأعضاء الإنسانية. المستوى الرئيسي لعلم الفيزيولوجيا هو الأعضاء والأنظمة.

أغلب سمات علم وظائف أعضاء الإنسان مشابه لسمات علم وظائف أعضاء الحيوان، وقد زودت التجارب الحيوانية بمعظم أساسيات المعرفة الفيزيولوجية البشرية.

إنّ علم التشريح وعلم وظائف الأعضاء حقلان دراسيان وثيقا الصلة، فعلم التشريح هو دراسة الشكل، بينما علم وظائف أعضاء هو دراسة الوظيفة.

- **فيزيولوجيا النبات Plant physiology :**

هو فرع من علم النبات يعنى بدراسة وظائف الأعضاء المختلفة للنبات وشرح طرق قيام تلك الأعضاء بوظائفها. ويتضمن كيفية قيام النباتات بإنتاج الغذاء واستغلاله، وكيفية مساعدة الخلايا المتنوعة للنباتات في نموها وتكاثرها وكيفية استجابة نبات ما إلى العالم الخارجي. وتأخذ النباتات مواداً من الأرض ومن الهواء وتحولها إلى غذاء. يستخدم هذا الغذاء في إنتاج الطاقة المستخدمة في نمو النباتات وكذلك في إنتاج المواد اللازمة لبناء جسم النبات النامي. وتسمى هذه العمليات بالأيض.

ولا يعتبر علم الوظائف علماً مهماً للخبير الذي يقوم بدراسة النباتات فحسب، بل لكل الأشخاص الآخرين في العالم أيضاً حيث إنّ النباتات تنتج، بصورة مباشرة أو غير مباشرة، كل الغذاء الذي يأكله الإنسان الحيوان. فإضافة إلى بعض أنواع البكتيريا، فإن النباتات هي الكائنات الوحيدة التي تقوم بتصنيع غذائها بنفسها. وتقوم النباتات بهذا عن طريق عملية التركيب الضوئي. ونتيجة لذلك تكوِّن النباتات قاعدة سلسلة الغذاء الخاصة بالطبيعة، وهو النظام الذي يتم فيه تحويل الطاقة من كائن إلى كائن آخر في صورة غذاء. يرتبط هذا العلم بشكل وثيق بالأفرع الأخرى لعلم النبات مثل شكل النبات وتشريح النبات وعلم بيئة النبات. كما يرتبط بعلم الأحياء بفروعه وبكثير من العلوم البحتة والتطبيقية الأخرى مثل علوم الفيزياء والكيمياء والرياضيات بفروعها المختلفة. يكتسب علم فيزيولوجيا النبات أهمية كبيرة في مجال العلوم الزراعية مثل زراعة المحاصيل الحقلية والخضار والفاكهة والنباتات الطبية، وغيرها، إضافة إلى دراسة تأثير الإجهادات النباتية على سلوك وإنتاجية النبات.

- **الفيزيولوجيا الكهرَبية:**

هو العلم الذي يبحث الصفات الكهربائية للخلايا والأنسجة البيولوجية. تعتمد الفيزيولوجيا الكهربية على قياس التغيرات في الجهد الكهربائي أو التيار الكهربائي في درجات مختلفة، ابتداءً من قناة أيونية بروتينية واحدة حتى أعضاء كاملة مثل القلب. في علم الأعصاب، يشمل ذلك قياس النشاط الكهربائي للخلايا

العصبية، وبالتحديد جهد الفعل. يمكننا كذلك ضم لمجموعة قياسات الفيزيولوجيا الكهربية تسجيلات الإشارات الكهربائية على نطاق واسع من الجهاز العصبي بشكل شامل، مثل تخطيط كهربية الدماغ.

- **الفيزيولوجيا العصبية (Neurophysiology):**

هو فرع من فروع علم وظائف الأعضاء (الفيزيولوجيا) يختص بدراسة وظائف الجهاز العصبي. يرتبط هذا المجال بكل من البيولوجيا العصبية وعلم النفس وطب الجهاز العصبي والفيزيولوجيا العصبية السريرية والفيزيولوجيا الكهربية والفيزيولوجيا العصبية الفيزيائية وعلم السلوك (الإيثولوجيا) وتشريح الجهاز العصبي والعلوم المعرفية وغيرها من العلوم التي تهتم بدراسة المخ. يعتبر عالم الأحياء الروسي "إيفان سيتشينوف" مؤسس الفيزيولوجيا الكهربية والفزيولوجيا العصبية.

- **فيزيولوجيا الكلية:**

هي دراسة جميع وظائف الكلى، مثل إعادة امتصاص الغلوكوز والأحماض الأمينية ، والجزيئات الصغيرة الأخرى؛ تنظيم الصوديوم والبوتاسيوم والأملاح الأخرى, تنظيم توازن السوائل وضغط الدم، والحفاظ على التوازن الحمضي القاعدي، وإنتاج مختلف الهرمونات بما في ذلك إرثروبويتين، وتنشيط فيتامين د وغير ذلك.

تدرس فيزيولوجيا الكلية على مستوى النفرون، وهو أصغر وحدة وظيفية في الكلى. كل نفرون يبدأ بتركيب يعمل على تشريح الدم الداخل إلى الكلى. يتدفق هذا الرشح بعد ذلك بطول نفرون، وهو هيكل أنبوبي مبطن بطبقة واحدة من الخلايا المتخصصة المحاطة بالشعيرات الدموية. المهام الرئيسية لهذه الخلايا المبطنة هي إعادة امتصاص الماء والجزيئات الصغيرة من الرشح إلى الدم، وإفراز النفايات من الدم إلى البول.

- **فيزيولوجيا العضلات:**

هو ذلك العلم الذي يتناول دراسة كيفية قيام العضلات بوظيفتها وكذلك ملاءمة تركيب العضلة لوظيفتها كل ذلك من خلال تقدير جهد هذة العضلة والتغيرات البيوكيميائية التي تتم فيها.

- هناك الكثير من فروع الفيزيولوجيا أيضاً مثل فيزيولوجيا التنفس, فيزيولوجيا الهضم, فيزيولوجيا الجهاز العصبي, فيزيولوجيا الغدد الصم,.. وغيرها وهناك أيضاً فروع أخرى لعلم الوظائف أو علم الفيزيولوجيا منها علم فيزيولوجيا الحشرات Insect physiology وفيزيولوجيا الأسماك Fish physiology وعلم الوظائف النباتية وفروعها Plant physiology .. الخ.