جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم)

علم الاجنة النظري

المحاضرة الاولى

قسم علوم الحياة

المرحلة الثانية

2026-2025

مدرسو المادة

الاستاذ الدكتورة نهلة عبد الرضا البكري

الاستاذ مساعد الدكتورة وجدان بشير عبد

الاستاذ مساعد الدكتورة استبرق عزالدين محمود

الاستاذ مساعد الدكتورة اسماء بشير عبد

علم الأجنة Embryology

مصطلح يتكون من كلمتين يونانيتين Embryon تعني جنين وLogos وتعني علم، فإن تكون الجنين هو بداية تكون الفرد Ontogenesis.

علم الأجنة

هو العلم الذي يتم بدراسة مراحل التكوين الجنيني للفرد منذ البيضة المخصبة **Zygote** إلى أن تصبح كائنات حية عديدة الخلايا معقد التركيب من خلال مراحل وأحداث عمليات النمو **Growth** والتمايز **Differentiation**، ولا يقتصر اهتمامه لغاية الفقس أو الولادة وإنما يستمر في مراحل أخرى من حياة الفرد تستمر طيلة مراحله العمرية.

إن لعلم الأجنة علاقة بالمرحلة ما قبل تكون الجنين وذلك من خلال دراسة الخلايا الجرثومية Germ cells وتكوينها، وكذلك له علاقة بدراسة ظاهرة التجدد Regeneration وأهمية حدوثها وكذلك ظاهرة التحول الشكلي Metamorphosis التي تحدث في بعض الحيوانات، كما يوجد علم مهم جداً يهتم بدراسته علم الأجنة ألا وهو علم التشوهات الخلقية Teratology والوقوف على حدوث التشوهات في الأجنة وأسبابها المؤدية إلى حدوث اختلال في النسيج والأعضاء. كما ان علم الاجنة مهم في زراعة الانسجة Tissue culture التي تخدم مجال الطب والكيمياء الحياتية وفروع عديدة من علوم الحياة.

وفي الوقت الحاضر تشير الدراسات الجنينية ودراسات الكلونة Cloning إلى أهمية الاعتماد على الجنين وخلاياه في خدمة الطب والبشرية ومن ضمنها دراسات الاستنساخ.

وترتبط حالياً تجارب علم الأجنة مع علم الأحياء الجزيئي والمتعلقة بالجينات وتحديد موقعها في الجنين والإشارة إلى دورها خلال عملية التكوين الجنيني مثل Hox-gene الذي يلعب دوراً مهماً في تحديد بداءات الأعضاء.

نبذة تاريخية

يعد التكوين الجنيني من السمات الأساسية للحياة وهو عملية تبعث الرهبة في الخالق سبحانه وتعالى إذ كيف لبويضة صغيرة لا ترى بالعين المجردة تكون فرد كامل في تكوينه يتألف من آلاف البلايين من الخلايا وكل منها تقوم بدور وظيفي لها مخصص لها وتعمل بدقة لا تتحمل الخطأ.

لقد ظهرت في مراحل تاريخية قديمة الكثير من النظريات إذ أن الفترة المحصورة بين العصور الوسطى وعصر النهضة الفكرية ظهر خلالها الكثير من فلاسفة الطبيعة ولأجل تتابع الفترات الزمنية المتعلقة بدراسة المنشأ والتكوين أو النماء Development فقد قسمت كالآتي:

أولاً: الفترة ما قبل الميلاد

العالم الاغريقي **أبقراط** في القرن الخامس قبل الميلاد وأول من أشار إلى الدراسات الجنينية، إذ كان يلاحظ تكوين الجنين في الدجاج من خلال كسره بيضة مخصبة كل يوم. وتعد دراسات العالم **أرسطو Aristotle** 340 قبل الميلاد المؤسسة لعلم الأجنة فهو وصف التكوين الجنيني للطيور داخل البيضة وكانت دراساته وصفية Descriptive فقط مشابهة لدراسات أبقراط.

ثانيا: الفترة ما بعد الميلاد

كتب العالم **جالي Gale** في القرن الثاني للميلاد كتاب تكوين الجنين وتكلم فيه عن وصف الجنين وتغذيته، وفي القرن 15 للميلاد رسم العالم **ليوناردو دافنتشي Leonardo Da Vinci** رسماً تخطيطياً يوضح فيه الجنين داخل الرسم (شكل 1).

شكل (1): رسم تخطيطي للعالم دافنشي يوضح الرحم وبه الجنين.

وبعد ظهور الطريقة العلمية في تحليل الظواهر الطبيعية والحياتية تطورت العلوم ومن ضمنها علم الأجنة (للفترة ما بين القرنين 17 و 18 ميلادي) فظهرت أفكار عديدة وكالآتي:

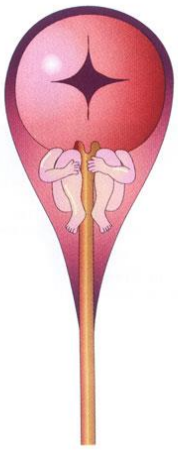
1- نظرية قبل التشكيل Preformation theory

من مؤيدي هذه النظرية **مالبيجي Malpighi (1673) وبوفون (1760).**

افترض أصحابها وجود جميع أجزاء الجنين المستقبلي داخل البيضة وتكون غير مرئية تبدأ بالتشكل Formation عند التنبيه بالسائل المنوي مكونة قزماً Homunculus جنيني يمتلك بويضات توجد في مبيض الأنثى وهي أيضاً تحتوي على أقزام ثانوية.

وفي عام (1677) **اكتشف ليفنهوك Leeuwenhoek** النطف في السائل المنوي وأطلق عليه Animalcule وعاد التساؤل من المسؤول عن تشكيل الجنين النطفة أم البيضة.

كان العلماء يعتقدون أن الأنثى ليس لها دخل في تشكيل الجنين واعتقدوا أن البيضة تهيئ المكان والغذاء للنمو كما تنمو بذور التربة وعليه فإن اسم الحيمن Sperm أو Semen يعني البذرة. وعند وصف **Hartsoker** الحيوانات المنوية في الإنسان على أنها تحتوي فعلاً على أقزام مصغرة (شكل 2).



شكل (2): جنين قبل التشكيل ضمن النطفة حسب ما تصور الحيوانيون.

انقسم أصحاب نظرية قبل التشكيل إلى:

A-**البويضيين Ovuolists:** يعدون البيضة مسؤولة عن تشكيل الجنين.

B-**الحيوانيين Animalculists:** يعدون الحيمن مسؤولاً عن تشكيل الجنين.

2- نظرية التشكيل التدريجي Epigenesis theory

تنسب إلى العالم **وولف Wolff** (1659) صاحب الحكمة الشهيرة "**تخرج الحياة من البيضة**"، بالرغم من أن أرسطو أول من ادعى هذه النظرية عندما وصف تكوين جنين الدجاج وذكر أن أجزاء الجنين تنشأ تباعاً القلب أولاً ثم أجزاء الجنين الاخرى التي تتكون حول الأوعية الدموية.

افترضت هذه النظرية أن (التكوين الجنيني يظهر في كتلة متجانسة من المادة الحية وأن الأعضاء تتكون واحداً بعد الآخر وصولاً إلى تكوين الجنين الكامل)، وأيدت هذه النظرية من قبل عالم التشريح البارز **ميكل (1821) Meckel**.

3- نظرية الصندقة Embodiment theory

رائدي هذه النظرية **سوامردام وبونت Swamerdan & Bonnet** (1720-1793 م). تعد هذه النظرية تحويراً للفكرة الأساسية لنظرية التشكيل التدريجي وتنص على أن (**أفراد الأجيال المتعاقبة**

تحفظ في الخلايا الجنسية للأم الواحد داخل الآخر)، وعندما اكتشفت البيضة من قبل **دي كراف De Graaf (1672 م)** قدر عدد الأفراد الصغار في بيضة حواء 200 مليون فرد.

4- نظرية التلخيص أو قانون التكوين الحياتي Biogenetic law or Recapitulation theory

عندما أعلن **داروين Charles Darwin (1859 م)** نظرية التطور ظهر لعلماء الأجنة إضافات جديدة على المعلومات السابقة في تكوين الأجنة.

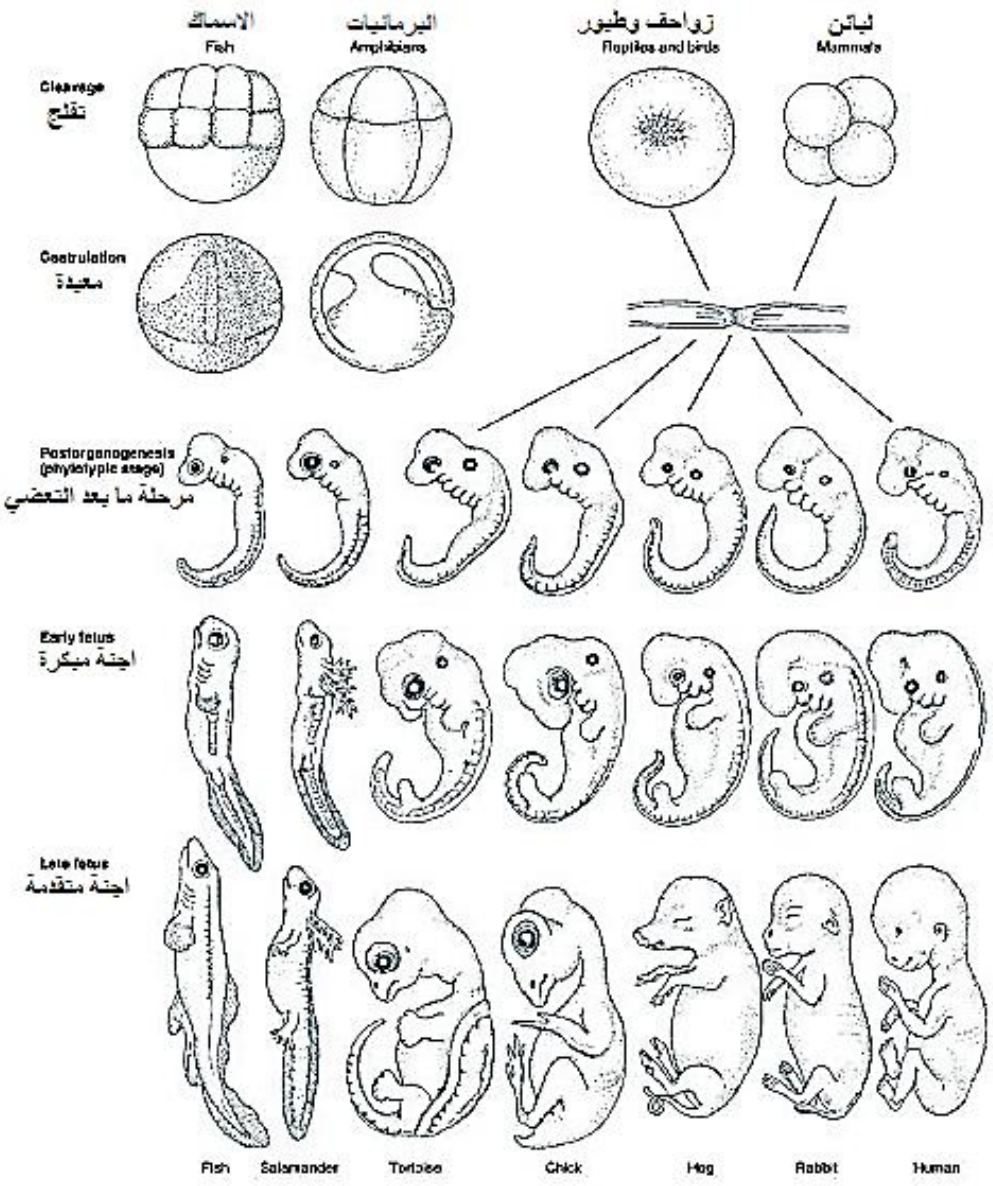
فظهرت نظرية التلخيص التي تنسب إلى **هيكل Hackel (1834-1919 م)** الذي أعاد صياغة قانون **كارل ايرنست فون بيير Von Bear** (1828 م) ونصه (تظهر الصفات العامة في الجنين قبل الصفات الخاصة وتتشابه أجنة الحيوانات الواطئة والراقية في المراحل المبكرة من التكوين الجنيني وتتباين في المراحل المتقدمة).

إذ أن الصفات العامة هي الصفات الموروثة عن الأجداد المشتركين، في حين أن الصفات الخاصة هي المميزة للأنواع وتظهر متأخرة خلال تكوين الفرد وهي الصفات التي اكتسبها النوع من خلال تطوره. لقد أعاد هيكل صياغة قانون فون بيير على ضوء نظرية التطور وأطلق عليها **نظرية التلخيص أو قانون التكوين الحياتي** الذي ينص **(تاريخ نشوء الذرية يميل إلى تلخيص تاريخ الأسلاف)**، أي أن جنين أي كائن حي يمر عند تكوينه بالمراحل التي مر بها أسلافه مثل وجود الشقوق الغلصمية في مرحلة جنينية معينة في جميع أجنة الفقريات ثم اضمحلالها في المراحل المتقدمة من التكوين الجنيني لأجنة الفقريات (عدا أجنة الأسماك) (شكل 3).

إن جميع المبادئ التطورية في علم الأجنة تعتمد على قانونين مهمين هما:

1- **قانون التكوين المظهري Morphogenetic law:** يشير هذا القانون إلى ثبات أحداث التكوين الجنيني الذي يعتمد على مراحل التكوين.
2- **قانون عدم ثبات نشوء الفرد:** يشير إلى أن عمليات التكوين الجنيني قابلة للتغير التطوري.

عندما برز المجال في علم الأجنة التجريبي بدأ الهجوم على استنتاجات تاريخ تطور الأصل Phylogeny لعلماء الأجنة الذي رأوا أن تكوين الجنين هو وصف تاريخي للتطور. وذكروا في هجومهم أن العامل المسبب لتكوين الخلايا والأنسجة والأعضاء وتميزها لا يمكن تحديد مكانه بمجرد الخيال على نهج تطور الأصل دائماً على نوع الوظائف التي تقوم بها تلك الأعضاء وليس على تاريخها في التطور.



شكل (3): مراحل التشكل الجنيني الاولي Phylotypic stage

5- نظرية البلازما الجرثومية Germ-plasm theory

وضعت من قبل **وايزمان Weismann** (1834-1914 م) وتوضح (أن الخلايا الجرثومية البدائية Primordial germ cells التي تعطي المناسل تحتوي على الموروثات المحددة المكونة للفرد الجديد). أما الخلايا غير الجرثومية (الجسمية Somatic cells) تنقسم وتعطي جسم الحيوان. وأن خلايا المناسل (الجنسية Sex cells) تكون جيلاً ثانياً بعملية الإخصاب وهكذا، فإن كل مخلوق يعيش الآن على وجه الأرض يحمل شعلة الحياة التي كانت في الحيوانات الأولية Protista كيفما كان شكلها. وعند موت الجسم تعود مكوناته إلى العالم غير العضوي وتبقى البلازما الجرثومية في الأجيال اللاحقة.

6-النظرية الفسيفسائية Mosaic theory

جاء بها العالم رو **Roux** (1850-1924 م) يرى أن (البيضة في المبيض تحتوي على مساحات خصصت لتكون مناطق معينة بالجسم و يمكن وضع مخطط "في مرحلة الاريمة Blastula" لما يتكون من كل بقعة مستقبلاً بحيث تشبه الفسيفساء).

7-النظرية الخلوية Cellular theory

أن تطور المجاهر وظهور المواد الكيميائية لحفظ وتثبيت الأجنة واكتشاف المكونات وظهور صبغة الهيماتوكسلين التي اكتشفها **Waldayer** (1863 م) واختراع هس **His** (1870 م) للمايكروتوم (المشراح اليدوي) أصبح بالإمكان قطع الجنين بأكمله إلى قطاعات متسلسلة على شرائح زجاجية وتلوينها ودراستها تحت المجهر. إن الدراسات في مجال علم الأجنة الخلوي أدت إلى ظهور علم الخلية ووضعه في مستوى علم جديد يدين بوجوده إلى علم الأجنة.

استنتج مؤيدو هذه النظرية أن Roux كان على صواب وأن المواد تنحصر في أماكن محددة من البويضة واستمر الجدل حول هذا الموضوع 30 عاماً إلا أن وايزمان Weismann أوضح ميكانيكية التميز والتنظيم الجنيني وعلاقتها في أبحاث الوراثة، فقد ذكر أن (البيضة تمتلك جميع الموروثات اللازمة لتكوين اليافع وأن التكوين والتميز اللاحقان ينتجان من ميكانيكية التفلج المنظمة إذ يتم بواسطتها انتقال موروثات معينة إلى فلجات خاصة بواسطة الانقسام، وأن الجينات التي تمثل التركيب الوراثي في الكائن الحي ثابتة ومحددة من قبل ولا يمكن أن يؤثر في وظيفتها بشيء إلا أن البيئة التي تكون دائمة التغير والتبدل).

8-نظرية التدرج المحوري Gradient theory

تقدم بها **Child** (وتوضح سبب تغير البيئة الداخلية والعوامل المسببة لهذا التغير وتختص بالتدرج Gradient في التكوين الجنيني وهي مهمة في تفسير التجدد Regeneration وتفتقر إلى التدرج الفسلجي والأيضي).

إن وجود المح له دور مهم في سرعة الانقسام في مرحلة التفلج المبكرة في بيوض البرمائيات، القطب الحيواني أسرع من خلال القطب الخضري ونظراً لتكوين الأماكن المحددة التي ستكون أكثر تنوعاً من الأماكن الأولية فإنه يوجد تأثير تكويني تدريجي حقيقي.

9-نظرية المنظمات Organisator theory

صاحبا هذه النظرية هما **هانس شبيمان ومانكولد Hans Spemann & Mongold** اللذان أجريا تجارب عديدة عن الحث الجنيني Embryonic induction وقد حاز شبيمان على جائزة نوبل

عام 1935 م لاكتشافه **المنظم Organizer** الذي له دور في التكوين الجنيني. وأنه ركز على أن (كل مجال يسبب تميزاً في التأثير وأن قوى المجالات تشتد في مراكزها وتتناقص كلما بعدت عن المركز).

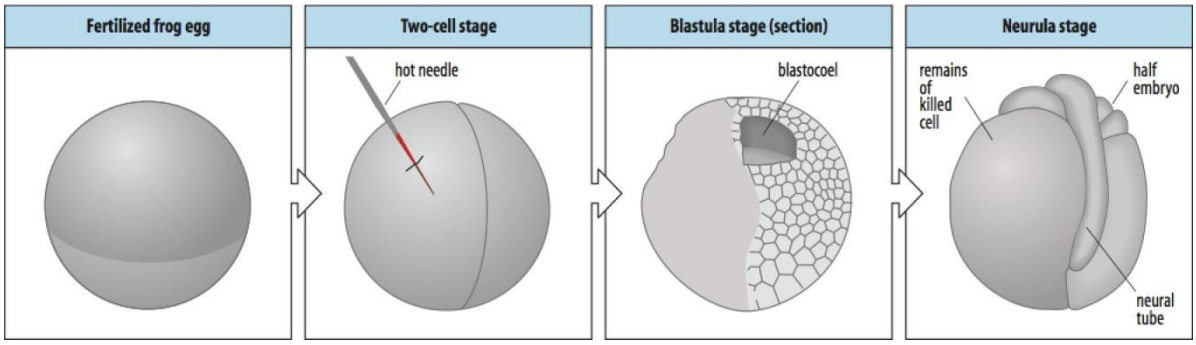
من خلال ما تقدم يمكن القول أنه في الوقت الحالي يمكن الأخذ بنظرية قبل التشكيل على اعتبار جميع المعلومات الخاصة بتشكل الجنين محددة سلفاً ومحمولة في الـ DNA، وأن الجنين يتشكل تدريجياً حسب نظرية التشكيل التدريجي على اعتبار أن أعضاء الجنين وأنسجته تتكون بالتدريج.

لقد عجزت العلوم عن تفسير الكثير من ظواهر التشكيل والتكوين الجنيني وأن هذا العجز بدأ منذ الوهلة الاولى لظهور علم الأجنة، إذ وصف **أرسطو** وجود روح غير مادية لها علاقة بتوجيه عمليات التكوين في جنين الدجاج واعتبرها **وولف Wolf** (1739 م) القوة الحيوية وأن المسخ Monster هو إنذار القوى فوق الطبيعة بمستقبل رديء ومازال العجز حتى يومنا هذا (ويبقى سراً من أسرار الوجود). وعلى الرغم من عملية التكوين الجنيني هي سلسلة الانقسامات والتطورات المستمرة إلا أنه من المستحسن تقسيمها إلى عدة مراحل توضح تكوين جنين الفقريات.

حقول علم الأجنة Fields of embryology

ضم علم الأجنة مجموعة من الحقول تخصصت في مجالات عديدة منه ومتسلسلة حسب ظهورها وكما يأتي:

1- **علم الأجنة الوصفي Descriptive embryology:** ظهر على يد **أرسطو** (340 ق.م) إذ تابع التكوين الجنيني للدجاج داخل البيضة وذكر أن أجزاء الجنين تتكون تدريجياً.
2- **علم الأجنة المقارن Comparative embryology:** ظهر على يد **فون بيير Bear** (1828 م) الذي استنتج أن كل شعبة حيوانية تتضمن نمطاً خاصاً في التكوين الجنيني وقام بالمقارنة بين الحيوانات جنينياً.
3- **علم الأجنة التطوري Evolution embryology:** عند ظهور نظرية (أصل الأنواع) **لدارون Darwin** (1859 م) أصبح علم الجنين أحد الوسائل الرئيسة لتفسير تطور السلالات Phylogeny في العالم الحيواني وكان لهذا العلم دور هام في القرن (19 م).
4- **علم الأجنة التجريبي Experimental embryology:** في نهاية القرن (19 م) أسس العالم **Roux** (1888 م) الطريقة التجريبية لمعرفة آلية التكوين، فقد قام بتجربة لحسم الخلاف بين مؤيدي نظريتي التشكيل المسبق والتشكيل التدريجي. فقد قام بقتل إحدى الخليتين الناتجتين عن انقسام البيضة المخصبة للضفدع وذلك عن طريق إبرة ساخنة إلى درجة الاحمرار فيها، وكانت نتيجة هذه التجربة حصوله على جنين مشوه أو ناقص وكانت هذه النتيجة لصالح نظرية قبل التشكيل (شكل 4).



شكل (4): تجربة العالم Roux –1888.

كما عمل في حقل إجراء التجارب على الأجنة دريش Driesch (1891 م) إذ أجرى تجربة لمعرفة إمكانية تكوين جنين كامل لقنفذ البحر بعد فصله للخليتين الناجمتين عن الانقسام الأول للبيضة المخصبة. وتجارب شبيمان Spemann عن الحث الجنيني خلال الثلث الأول من القرن العشرين وآخرون قاموا بتجارب عديدة هدفها معرفة القوى الفاعلة في تكوين الجنين.

5- **علم الأجنة الوظيفي Physiological embryology:** يعتمد هذا العلم على دراسة العوامل المسببة في سيطرة المادة الوراثية للبيضة المخصبة التي توجهها في بناء مواد مختلفة تستفيد منها الخلايا خلال فترة تكوين الجنين أو بناء أجزاء من الجنين عن طريق نشاط الحموض النووية، ويدعى هذا العلم أيضاً بعلم الأجنة الكيميائي Chemical.

6- **علم الأجنة التحليلي Analytical embryology:** يسميه البعض علم الأجنة المعاصر Modern تعود بدايته إلى أوائل القرن العشرين عندما قام موركان Morgan (1919 م) بتوضيح الترتيب الخطي للجينات على كروموسومات الخلايا وأنها السبب في انتقال الصفات الوراثية. وأن جميع صفات الفرد الوظيفية والمظهرية تتحد من قبل الشفرات المحمولة بالحامض النووي DNA. ويساعد هذا العلم على فهم طرق سيطرة المادة الوراثية في البيضة المخصبة على بناء المواد المختلفة أو تركيب أجزاء الجنين عن طريق نشاط الحموض النووية.

7- **علم الأجنة الجزيئي Molecular embryology:** في هذا العلم انتقلت التجارب من مستوى الخلايا إلى مستوى الجزيئات نتيجة لتقدم العلوم ودقة الأجهزة العلمية المخترعة. يفسر هذا العلم معطيات علم الأجنة الوصفي وعلم الأجنة التجريبي استناداً إلى معطيات الكيمياء الحياتية. لذا فإن الباحثين في هذا المجال يستخدمون الأجهزة الخاصة في مجال علم الحياة الجزيئي **كالمجهر الالكتروني Electronic microscope، وجهاز الطرد المركزي الفائق Ultracentrifuge بموجات المطياف Spectrophotometer، وجهاز الترحيل الكهربائي Electrophoresis، وجهاز Chromatography** وغيرها. إن جميع هذه العلوم أسهمت في تقدم علم الأجنة ودفعه لدراسة ومعرفة التفاصيل الدقيقة وراء تكوين الجنين.

مراحل التكوين الجنيني Developmental stages

1- مرحلة تكوين الخلايا الجنسية والإخصاب Formation of Sex cells & Fertilization

وهذه المرحلة تشمل:

A- **عملية تكوين الأمشاج Gametogenesis** وتشمل عملية تكوين **النطف Spermatogenesis وعملية تكوين البيوض Oogenesis**. وخلال عملية تكوين لأمشاج تنشأ الخلايا الجنسية وتتكون المناسل Gonads الذكرية والأنثوية، وكذلك تنتج الخلايا الجنسية Sex cells عند اكتمال النمو الجنسي للفرد.

B- **عملية الإخصاب Fertilization** وتتضمن اتحاد البويضة أو الخلية الجنسية الأنثوية بالحيوان المنوي أو الخلية الجنسية الذكرية ومن ثم إنتاج البويضة الملقحة (المخصبة) **Fertilized egg or Zygote**.

2- **مرحلة التفلج Cleavage:** حيث تتفلج أو تنقسم البويضة المخصبة عدة انقسامات ينتج عنها مجموعة من الخلايا تعرف الفلجات **Blastomeres** تنتهي هذه المرحلة بالتويتة **Morula**.

3- **مرحلة تكوين الاريمة Blastula:** تستمر في هذه المرحلة الانقسامات إلى أن تصبح مجموعة من الخلايا على شكل كرة جوفاء سمكها خلية واحدة كما في الرميح Amphioxus الذي هو من الحبليات الأولية Primitive chordates، أو كرة نصف جوفاء وسمكها عدة خلايا كما في البرمائيات Amphibia تدعى الأريمة **Blastula** أو تصبح مجموعة من الخلايا على شكل قرص مستمر على أحد أقطاب البويضة يدعى القرص الجرثومي **Blastodisc** وتدعى فيما بعد الأدمة الارومية **Blastoderm** كما في الزواحف Reptilia والطيور Birds.

4- **مرحلة التمعد Gastrulation وتكوين المعيدة Gastrula:** تتم في هذه المرحلة حركة الخلايا وهجرتها من خلال الحركات المكونة للتشكل **Morphogenetic movements** فتتكون الطبقات الجنينية (الجرثومية) **Germ layers** الثلاث وهي:

الأديم الظاهر A- Ectoderm

الأديم المتوسط B- Mesoderm

الأديم الباطن C- Endoderm

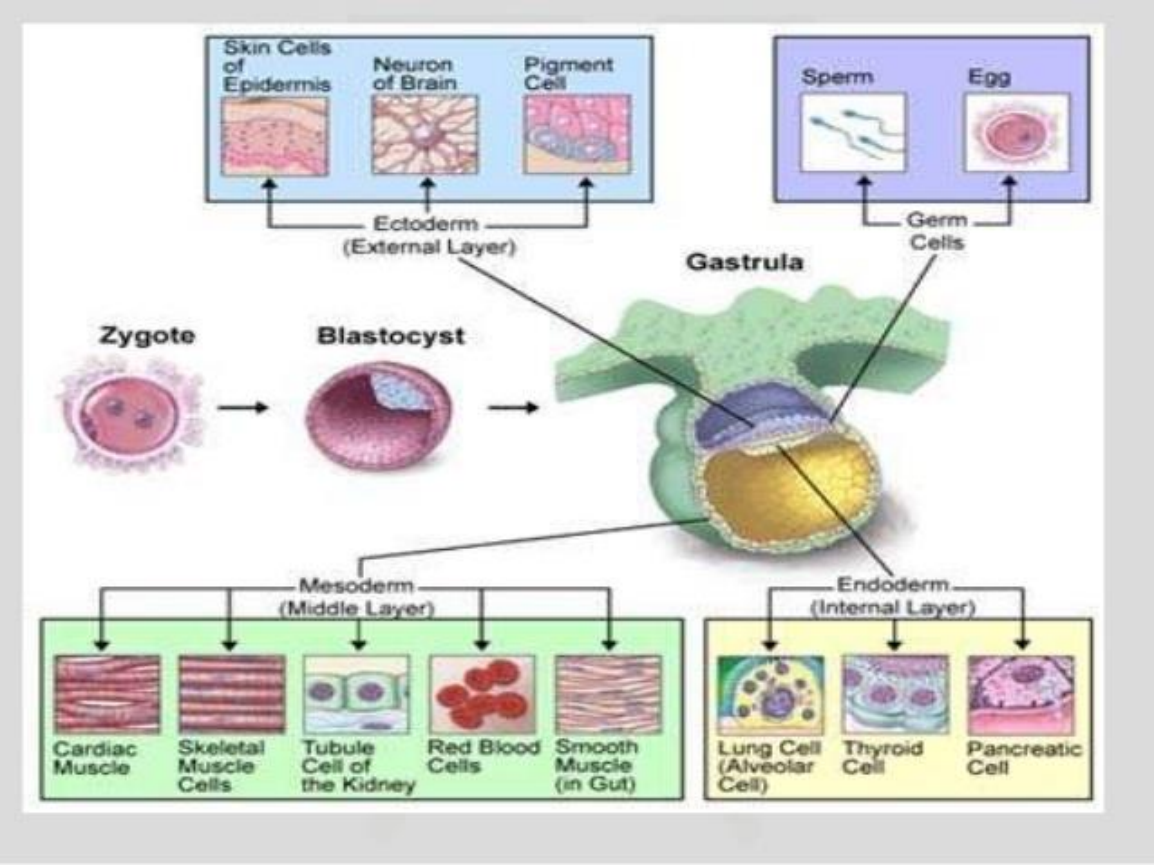
5- **مرحلة التنسج Histogenesis:** يتم خلالها تكوين النسيج المختص من خلايا غير متمايزة للطبقات الجرثومية الثلاثة مثل العظم والقلب وغيرها حيث يحدث في الخلايا تمايز نسجي Histological differentiation يؤدي الى تكوين النسيج.

6- **مرحلة التشكل والتعضي الجنيني Embryonic Differentiation and Organogenesis:** وهي مرحلة تشكل الاعضاء وتكوينها كالدماغ والعين وغيرها.

7- **مرحلة تكوين الاجهزة Systemogenesis:** وهي المرحلة التي تترتب فيها الاجهزة الجسمية كالجهاز الهضمي مثلا الذي يتكون من مجموعة اعضاء كالمريء والمعدة والامعاء ... الخ.

8- **مرحلة الفقس Hatching أو الولادة Birth:** في هذه المرحلة يخرج الجنين إلى الحياة سواء بالفقس من البيضة كما في معظم الأسماك وجميع البرمائيات ومعظم الزواحف وجميع الطيور وبعض الثدييات البدائية، أو خروج الجنين إلى الحياة عن طريق الولادة كما في بعض الأسماك وبعض الزواحف ومعظم الثدييات.

وبنهاية هذه المرحلة تبدأ عملية النضج الجنسي للفرد **Sexual maturity** الذي تنتهي بحيوانات ناضجة جنسياً من ذكور وإناث يتزاوجون مرة أخرى وهكذا.



شكل (5): بعض مراحل التكوين الجنيني.