التناسل : بحث بيولوجي

للدكتور شريف عسيران

التناسل هو الطريقة التي بواسطتها تخرج الكائنات الحية امثالها فتحفظ نوعها وهو ميزة من ميزاتها وحلقة الاتصال فيما بينها

ان معظم الحيوانات يتناسل في اوقات معينة مسيَّراً بعاملي المحيط والغذاء فضلاً عن العوامل الداخلية . فمن المعروف ان العصافير والحشرات وغيرها تتناسل في فصلي الربيع والصيف . وارتفاع درجتي الحرارة والبرودة تسرعان التناسل او تعيقانه . وقد نسبوا للغذاء تأثيراً غير يسير . وحيث يكون المناخ والغذاء واحدين طول السنة في اقليم ما تفقد الحيوانات ميزة التناسل في فصول معينة . وقد ذكر سمبر ان التناسل في فصول خاصة غير معروف في الحشرات وغيرها من الحيوانات الارضية في جزائر الفيليبين وعلى العكس من ذلك الطيور فانها لا تتأثر بعاملي المناخ والغذاء بل تكون غريزة التناسل هي الباعث لهجرتها على الاغلب

﴿ طرق التناسل ﴾ للتناسل طريقتان رئيسيتان . الاولى التناسل «اللاجنسي» . والثانية التناسل «الجنسي» . في الاولى لا يوجد نطفة ذكر ونطفة انثى بل يحدث التناسل بالطرق الآتية

(١) الانقسام البسيط كما تتناسل البروتوزوى (الحيوانات ذات الخلية الواحدة) التي ليس لها جهاز تناسلي خاص فتنشطر الخلية شطرين متساويين او غير متساويين فتنشطر النواة اولاً ثم السيتبلازم ويشكل الجزء المنشطر الفرد الكامل

(٢) التلامس وهو ان يتلامس فردان متشابهان حتى يلتصق احدهما بالآخر ويبقيا متحدين مدة يتبادلان في خلالها المواد التي في نواتهما ثم ينفصلان ويستقل كل بنفسه وينقسم بالطريقة الاولى اي الانقسام البسيط

(٣) التبرعم Budding وهو ان ينشأ في احد جوانب الحيوان نمو دقيق او برعم يكبر ويبدأ رويداً رويداً ثم ينفصل ويصير حيواناً مستقلاً كالاسفنج وغيره وبعض الحيوانات تجمع بين التناسل الجنسي واللاجنسي كالهيدرا Hydra فتستطيع ان تتناسل بطريق الانقسام البسيط وبالطريقة الجنسية فيوجد في الحيوان الواحد نطفة الذكر ونطفة الانثى ولكن لا يوجد ذكر وانثى بل الحيوان الواحد يجمع بين النطفتين . فالهيدرا يضع بيوضه على سطح جسمه وتخرج منهُ الى الماء الحيوانات المنوية فتسبح حتى تهتدي الى البويضات التي على جسم ذلك الفرد نفسه فتلقحها . وانها لميزة من ميزات نطفة الذكر في كل الحيوانات من اعلاها الى اسفلها ان تكون هي الساعية الى الانثى لانها تستطيع الحركة ونطفة الانثى لا تستطيعها

﴿ التناسل الجنسي ﴾ يحصل بواسطة اعضاء مخصصة لهذه الوظيفة في الذكر والانثى تسمى الجهاز التناسلي وقد يجمع الحيوان الواحد بين النطفتين نطفة الذكر ونطفة الانثى فيتناسل من تلقاء نفسه اذ لا ذكر ولا انثى ويقال لهذا النوع الخنثى Hermaphrodite وطريقة تناسله تسمى التناسل الذاتي وهي مشاهدة في الدودة الوحيدة وغيرها من الحيوانات

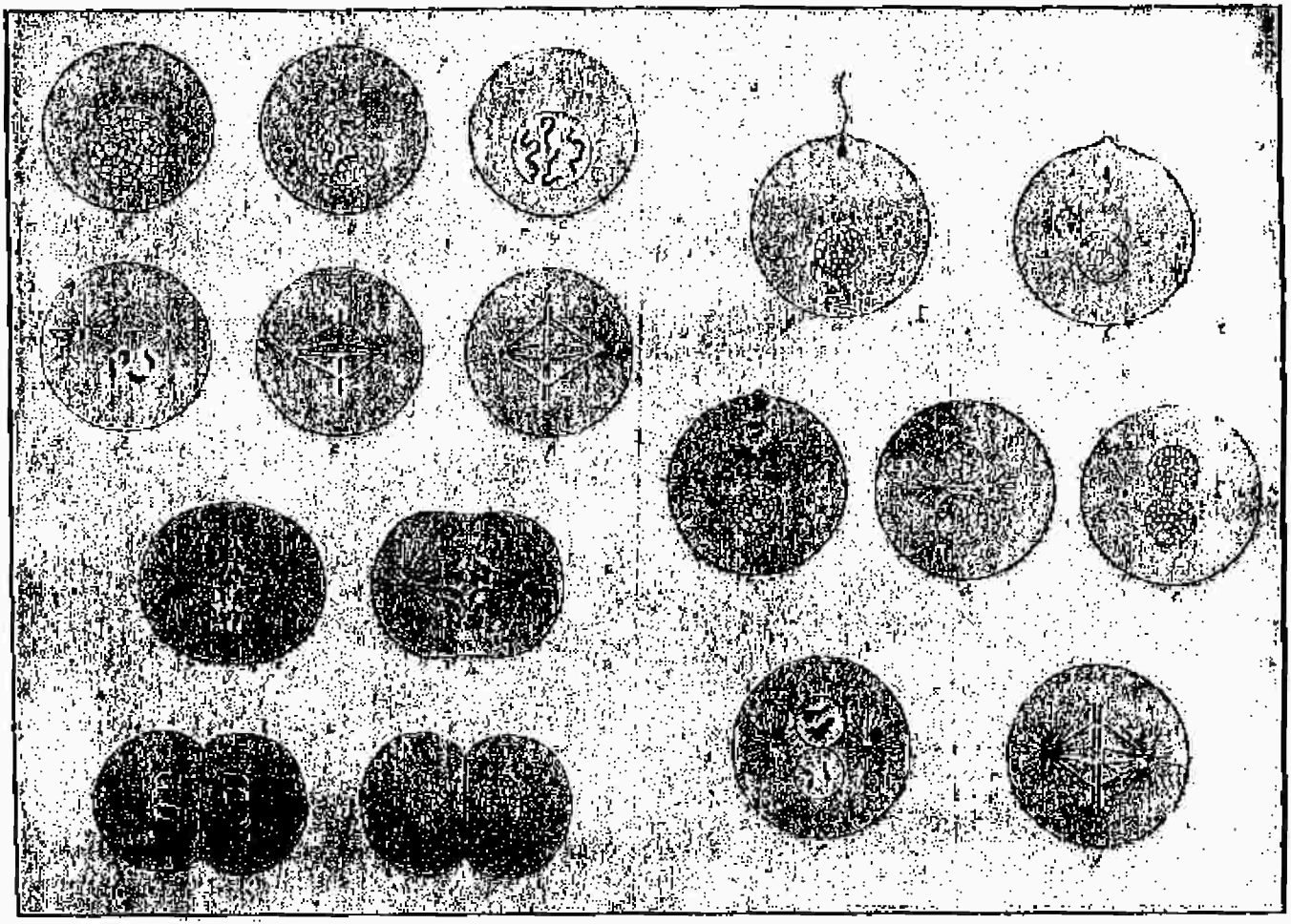
وبيت القصيد من بحثنا هو طريقة التناسل العادية في الحيوانات العليا ومنها الانسان . فالنطفتان موجودتان في فردين مختلفين الذكر والانثى . فأعضاء التناسل الرئيسية في الذكر هي الخصيتان والقناتان والحويصلتان المنويتان والموثة (البروستات) وغدتا كوبر والقضيب ويقابلها في الانثى اعضاء التناسل الداخلية وهي المبيضان وقناتا فالوب والرحم والمهبل . فالخصيتان في الذكر تفرزان نطفة الذكر التي تحملها القناة المنوية الى الاحليل الذي يدفعها الى الخارج والحويصلات المنوية وغدتا كوبر والبروستات تفرز سائلاً تسبح فيه هذه الحيوانات ويساعدها على ان تحيى طويلاً . والمبيضان يفرزان نطفة الانثى وتسمى البيضة فبيضة الدجاجة خلية واحدة وبيضة النعام اكبر خلية معروفة

ان الذكر يفرز افرازه او نطفه حين يشاء اما الانثى فلا تفرزه الا في اوقات معينة ويكون على الاغلب قبل الحيض باسبوعين فاذا تلقحت احدى البيضات ونجح التلقيح لم يظهر الحيض واذا لم ينجح ظهر الحيض الذي من اتم علاماته نزول الدم الى خارج الرحم ويقابله في الحيوانات دور الحرارة فتهيج في خلاله عامة الحيوانات الجنسية مرة او اكثر في السنة وسوف لا ندخل في تفصيل هذه الامور بل نقتصر منها على ما له علاقة بموضوع الوراثة

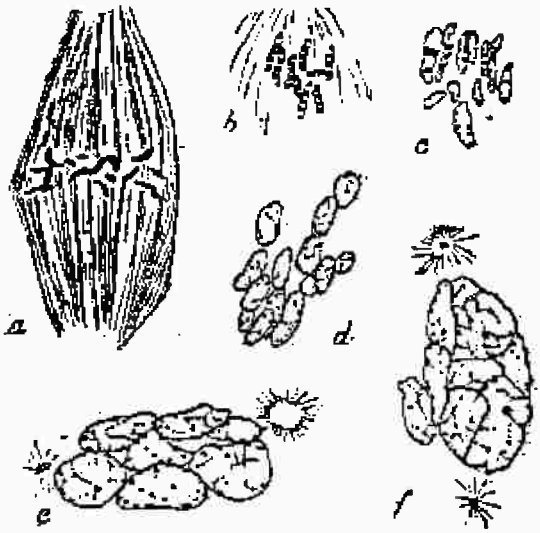
* * *

يفرز الذكر السائل المنوي الذي تسبح فيه الحيوانات المنوية ويقدر عددها بـ ٥٠ — ٦٠ مليوناً في السنتمتر المكعب لا يشترك منها في التلقيح الا واحد على الاغلب . ويقدر عدد البيضات التي في المبيض باثنين وسبعين الفاً لا ينضج منها سوى اربعمائة على رأي بعض الثقاة. ففي وقت التبويض Ovulation يتمزق غشاء البيض وتنتشر البيضات في فسحة البريطون وقناة فالوب التي من وضيفتها نقل هذه البيضات وهما فتحة الى الرحم وفتحة اخرى للبريطون وفي الفتحة الاخيرة اهداب دقيقة تتموج تموجات متوالية فتجذب اليها البيضات التي تدخل القناة وتبقى ماكثة فيها منتظرة نطفة الذكر . اما الحيوانات المنوية فتفرز من الخصيتين لا من القناة المنوية وبعد ان تتجهز بالسائل المنوي الكافي من الغدد التي ذكرناها تدخل الاحليل الذي يجري فيه البول وتندفع اثناء الجماع الى المهبل ومنه الى عنق الرحم ثم الى الرحم ثم الى مضيق فالوب حيث تتلاقى بنطفة الانثى . والبيضة تتألف من نواة وسيتبلازم[1] والحيوان المنوي يتألف

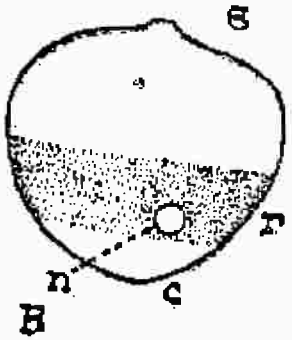
(١) راجع مقالة اسس الوراثة في عدد يناير من هذه السنة ص ٦٤ وفيه رسم بيضة نحلة البحر



مقال التناسل (شكل ١) الجانب الخاص بالمقال هو المحتوي على ١٠ رسوم والكلام عليه صفحة ٥١٦



(الشكل ٢)



(الشكل ٣)

من رأس وجسم وذنب فالرأس يمثل النواة والجسم فيه قدر يسير من المادة المغذية ويقال ان فيه الجسم المركزي Centrosome كما سبق بيانه. والذنب يمكن الحيوان من الحركة أو السباحة فحينما تمر هذه الحيوانات الى المهبل تسبح في السائل المنوي متخذة طريقها الى البيضة وتبقى هذه الحيوانات عائشة مدة طويلة اذا كانت الظروف ملائمة لها ومن الممكن ان تبقى حية في البشر في الرحم أو قناة فالوب عدة ايام وتعيش في المهبل بضع ساعات. ومن اغرب الامور طول حياتها في الخفافيش التي تتزاوج في الخريف فتبقى الحيوانات المنوية في رحم الانثى حية نشيطة الى الربيع اذ يأتي وقت التبويض فتلقح البيضة. وفي عنق الرحم اهداب دقيقة تتموج تموجات متوالية فتسترشد الحيوانات المنوية بالمجرى العكسي التي تنشئه هذه التموجات (تتموج الاهداب الى الامام والى الوراء) فتدخل من المهبل الى عنق الرحم ثم الى الرحم ومنه الى مضيق فالوب. فاول حيوان يلتقي باول بيضة يلقحها ومتى اتحدت النطفتان تتولد حالاً مادة صلبة تمنع دخول حيوان آخر الى البيضة. اما بقية البييضات والحيوانات التي تكون قد وصلت الى القناة فتتلاشى ولا يبقى لها اثر. ويقال ان بين نطفة الانثى والذكر نوعاً من الالفة الكيماوية تجذب بواسطتها نطفة الانثى نطفة الذكر. وقد بينا ان من مميزات نطفة الذكر الحركة أو السعي ومن مميزات نطفة الانثى تجهيز الغذاء. وحري بنا ان نتخذ من هذه الحقيقة البيولوجية درساً اجتماعياً نطبقه في حياتنا اليومية لتنتظم اعمالنا ونسعد في حياتنا

وبعد ان تلقح نطفة الذكر نطفة الانثى في مضيق فالوب ويصيران خلية واحدة تنتقل هذه الخلية الى جسم الرحم حيث تنمو وتكون الجنين. ولا تتمكن نطفة الذكر أو نطفة الانثى من النمو قبل ان تتحد النطفتان. فالبيضة تحتوي على النواة والسيتبلازم ولكن ليس فيها الجسم المركزي (Centrosome) الذي يولد حركة النمو. ونطفة الذكر تحتوي على النواة والجسم المركزي ولكنها خلو من السيتبلازم. فهل لو جهزنا نطفة الذكر بالسيتبلازم الكافي تولد جنيناً دون مساعدة البيضة؟ هذا ما تحققته العلامة الشهير بوفري Boveri فاخذ بيضات قنفاء البحر (الرتسا) وخصاها خصاً عنيفاً حتى تحززت فلو دخل حيوان منوي احد هذه الاجزاء التي ليس فيها الا السيتبلازم فان ذلك الجزء ينمو ويولد الدعموص (Larva) وكذلك نتوقع ان تنمو البيضة من تلقاء نفسها اذا ادخلنا اليها الجسم المركزي (Centrosome) وقد فعل ذلك جاك لوب Loeb من جامعة كالفورنيا فلقح بيض قنفاء البحر بوسائط كيماوية فيزكية فعالج البيض المذكور دقيقة أو دقيقتين باحد الحوامض كالحامض الخلي أو النملي حتى نشأ فيه غشاء ثم وضعه في ماء البحر المشبع بالملح وبعد ذلك نقله الى ماء البحر العادي وعقب ساعة أو ما يقرب من ذلك اخذ ينمو ويولد دعاميص عادية

وقبل ان تتحد نطفتا الذكر والانثى تمران بدورين اساسيين للتلقيح وهما دور النضوج ودور

التنقيص. ولما كانت العملية واحدة في النطفتين تقتصر على دور النضوج في البيضة وما يصدق عليها يصدق على الحيوان المنوي مع مراعاة الفروق التي سنذكرها : لما تخرج البيضة من الحويصلة الاصلية تكون خلية واحدة مؤلفة من نواة وسيتبلازم ويحيط بالخلية كلها غشاء يسمى المنطقة الشعاعية (Zona Radiate) فتظهر النواة شبكية الشكل اولاً انظر الرسم ١ (a) ويكون في وسط السيتبلازم جسم متناهٍ في الصغر يسمى الجسم المركزي أو (Centrosome) فينقسم هذا الجسم الى جسمين يتجه كل منهما الى الجهة المعاكسة للنواة الرسم ١ (b) وتحيط بهذين الجسمين خيوط دقيقة فيظهر الجسمان كالنجم ثم تتجمع المادة الشبكية التي هي الكروموسومات وتكوّن خيوطاً غليظة نسبة للخيوط الاولى الرسم ١ (c) ثم يتلاشى الغشاء الذي يحيط بالنواة الرسم ١ (d) وتصطف الكروموسومات بشكل مستطيل (e) ثم تنشطر طولاً الى شطرين تتصل كل فئة منها بالجسم المركزي الذي بجانبها (g b) ويعقب ذلك انشطار السيتبلازم الى شطرين (i) ثم تتجمع الكروموسومات كما كانت وتكون طبقة شبكية في النواة ويصير كل شطر خلية مستقلة . وهذا الرسم من مستنبطات بوفري وهو المعول عليه في اكثر الكتب العلمية لتمثيل دور النضوج أو الاستعداد للتلقيح. وسوف نتبسط قليلاً في وصف هذا المظهر ونبين علاقته بموضوع الوراثة فنزيده وضوحاً

لما بحثنا في الخلية والكروموسومات علمنا الشأن الاكبر في نقل الصفات الوراثية بالكروموسومات وسنأتي الآن على ناحية اخرى من نواحي البحث ترينا علاقة السيتبلازم بالكروموسومات والعكس بالعكس . ان السيتبلازم مركب من عدة عناصر اهمها الايدروجين والكربون والاكسجين والفصفور والكبريت والحديد وغيرها مما لا مجال لذكره هنا ويختلف عن الكروموسومات بانه لا يتركب من ذرات مختلفة لكل منها وظيفة خاصة بل هو مادة واحدة بتركيبها وعملها فالفروق التي تحصل بين الافراد لا تسند اليه بل الى العوامل الوراثية . ومع ان له شأناً خطيراً في تجهيز الغذاء فان الاختلافات الوراثية لا تتوقف عليه الاّ في بعض انواع النباتات التي تختلف باختلافه خاصة فيما يتعلق بالمادة الملونة (الكلوروفيل) ولا يسري هذا الحكم على اكثر النباتات والحيوانات

بينا ان كروموسومات البيضة تكون قبل انقسامها متجمعة فتمتص قبل الانقسام السيتبلازم فتنتفخ وتزداد حجماً ويصير الكروموسوم الواحد كالحويصلة ويكبر حجم تلك الحويصلات التي هي عين الكروموسومات ثم تقترب بعضها من بعض وتمتزج وتشكل النواة انظر الرسم (٢) . . . وبعد ان تختلط تعيد الى السيتبلازم ما امتصته منهُ وعلى الاغلب ان هذا هو سبب اختلاف السيتبلازم كيماوياً وفيزكياً في ادواره الاولى عن ادواره الثانية

ان الخلية الاولى التي تنشق منها البيضة تنفث في السيتبلازم ذرات دقيقة تُرى بتلوينها

باصباغ خاصة فتنتشر هذه الذرات في السيتبلازم وتجعله يزداد حجماً وكذلك الخلية حتى تصير حويصلة كبيرة بشكل البيضة انظر الرسم . ثم يتلاشى الغشاء الذي يحيط بهذه الحويصلة ويتمزج السائل الذي فيه بالسيتبلازم اي ان السيتبلازم يسترد ما امتصتهُ منهُ الكروموسومات وهذه اول درجة في الاستعداد لتكوين الشخصية الجديدة

ومن الممكن مشاهدة هذه التغيرات في بعض الحيوانات ففي سيتبلازم بيضة توتياء البحر ذرات حمراء تقسم السيتبلازم الى ثلاث مناطق المنطقة العليا مادة سنجابية اللون والمنطقة الوسطى هي الذرات الحمراء الآتية الذكر والمنطقة السفلى صافية لا لون فيها انظر الرسم (٣) فالمنطقة العليا السنجابية (ع) هي محل اتصال البيضة بالام الاصلية وهذه المناطق الثلاث هي الاساس في تكوين الشخصية الجديدة والمنطقة السنجابية يتولد منها غطاء الجسم الخارجي اي الجلد والحواس الخمس والمنطقة الحمراء او المتوسطة (م) يتولد منها غشاء القناة الهضمية ويتكون من المنطقة السفلى (ب) الهيكل العظمي وسائر اجزاء الجسم التي بين القسم الداخلي والخارجي . فاذا حصل نقص في اي من هذه الاقسام نشأ الفرد مشوهاً او لم نحظ هذا التقسيم العلامتان Theodore Boverie وكونكلن E. G. Conklin وينشأ في بعض الحيوانات خمس طبقات بدل الثلاث ويختلف اقسام الطبقات باختلاف الحيوانات وقد اتينا على نموذج منها فقط اجتناباً للتطويل وبسطنا وصف التغيرات التي تحدث في البيضة قبل انقسامها فرصفنا دور النضوج ولكن قبل ان تنقسم البيضة الانقسام الاول تصطف الكروموسومات زوجاً زوجاً . ويعقب هذا التزاوج دور التنقيص اي تنقيص عدد الكروموسومات المخصص للنوع الى النصف . فعدد الكروموسومات في الصنف البشري ٤٨ تشكل ٢٤ زوجاً فتنقص ١٢ زوجاً ويبقى في البيضة ١٢ زوجاً تنشطر البيضة بواسطة الانقسام المذكور الى شطرين مختلفين حجماً يقال للاصغر منهما الجسم القطبي الاول الذي يتلاشى والشطر الاكبر هو البيضة التي تحوي الآن نصف المادة الغذائية ونصف عدد الكروموسومات المخصصة للنوع . وبعد ان يتشكل الجسم القطبي الاول تنقسم البيضة انقساماً ثانياً يتعادل فيه انقسام الكروموسومات دون تنقيص ولكن يتفاوت القسمان حجماً فيدعى الشطر الاصغر الجسم القطبي الثاني الذي يتلاشى ايضاً والجسم القطبي الاول ينقسم ثانية الى شطرين فالبيضة تنقسم اربع مرات المرة الاولى الى شطرين غير متساويين يقال للاصغر منهما الجسم القطبي الاول وينقسم هذا الجسم الى شطرين ايضاً والشطر الاكبر الناشيء عن الانقسام الاول ينشطر ايضاً الى شطرين غير متساويين يقال للاصغر منهما الجسم القطبي الثاني فالجسم القطبي الاول مع تفرعاته والجسم القطبي الثاني يتلاشيان ويمثل الشطر الاخير الذي يحمل نصف عدد الكروموسومات المعين للنوع البيضة في دورها الاخير استعداداً للتلقيح

ان نطفة الذكر تمر بنفس الادوار التي مرت بها نطفة الانثى فتفقد النواة شكلها الشبكي وتبرز الكروموسومات بصورة واضحة ثم تنقسم طولاً ازواجاً وينقسم نصف عددها الكامل وتنقسم اربعة اقسام متوالية ولكن لا يتلاشى شيء من اقسامها بل كل شطر يشكل حيواناً منوياً كاملاً. وهنا يختلف انقسام نطفة الذكر عن نطفة الانثى لان الاخيرة تنقسم اربع مرات تفقد ثلاثة من اشطرها وتحتفظ بالرابع اما نطفة الذكر فتنقسم اربعة انقسامات يشكل كل منها حيواناً منوياً كاملاً وبعد ان يمر الحيوان المنوي بهذه الادوار الاستعدادية يدخل رأسهُ نطفة الانثى وهو يحمل نصف عدد الكروموسومات المخصصة للنوع فتمتزج النطفتان ويكونان الخلية التي يتولد منها الجنين وفيها الآن عدد الكروموسومات الكامل للنوع نصف من الذكر ونصف من الانثى. ومتى اتحدتا يقفلان الباب في وجه كل داخل غيرهما كما بينا وتكون الخلية الاولى التي يتولد منها الجنين فتنقسم هذه الخلية بكل ما فيها من سيتبلازم وكروموسومات وعوامل الى شطرين متساويين في الشطر الواحد ما في الآخر. واذا تتبعنا سيرهاتين الخليتين اللتين يتكون منهما الفرد رأينا ان كلاً منهما تكون جانباً من جانبي الجسم فواحدة الايمن واخرى الايسر. فهل هناك خواص تجعل بعض الخلايا تشكل الجانب الايمن وغيرها الجانب الايسر؟ ولكي نجيب عن هذا السؤال نفصل الخليتين الاوليين المنشطرتين احداهما عن الاخرى ونتركهما تنموان نمواً مستقلاً ثم نراقب النتيجة فاذا فعلنا ذلك رأينا امراً عجيباً وهو ان الخلية التي قدر لها تكوين الجانب الايمن فقط تصير خلية كاملة وتكون الايمن والايسر معاً وكذلك الخلية الثانية تكون الايسر والايمن فما تكونه الخلية في هذا الدور من التكوين لا يتوقف على العوامل التي بها فقط بل على علاقتها بالخلية الاخرى فيما اذا كانت متصلة بها او منفصلة عنها. فما هو السر الذي يجعل الخليتين يكونان نصف الفرد اذا كانتا متلاصقتين وكله اذا كانتا منفصلتين؟ لقد درسوا هذا المشهد في ترتيباء البحر فرأوا ان الخلية تكون في حالة الانفصال ملامسة لماء البحر من كل جهاتها وفي حالة الاتصال وهي ملتصقة بالخلية الاخرى لا يصل ماء البحر الى جانب منها فيحدث فرق في تنفس الخلية اي في أخذ الاكسجين وافراز الحامض الكربونيك وغير ذلك من العوامل الكيماوية. ويمكن مشاهدة هذه الفروق بصورة واضحة في نجمة البحر Starfish حيثما تكون الخليتان ملتصقتين ترى على سطحهما قشرة بروتوبلازم لا تكون موجودة في داخل الخلية وحينما تفصلهما تكون الطبقة القشرية سريعاً وتنمو كل منها نمواً مستقلاً كأنها خلية واحدة. وقد بينا ان السيتبلازم ينقسم في الحيوانات التي كتوتياء البحر الى مناطق لكل منها وظائف خاصة فاذا فصلنا احدى هذه المناطق فان وظائف تلك المنطقة تتعطل وقد فصلوا فعلاً بعض مناطق السيتبلازم بسكين رفيعة فالخلية التي لم ينفصل شيء منها نمت نمواً كاملاً والتي فصل منها نشأت مشوهة. فما تولده الخلية يتوقف على شرطين اساسيين الاول نوع السيتبلازم الموجود فيها والثاني علاقتها بمحيطها