١- الخصائص المظهرية والخصائص الجينية :

تمتلك الكائنات الحية عموما ظاهرة ثبوت او استقرار الخصائص العامة للنوع الواحد من الناحية الوراثية حيث ينقل الاباء صفاتهم الى الابناء ، فهي اذن ظاهرة « تشابه وراثي » . الا انه وفي بعض الاحيان يحدث تغاير او شذوذ في صفات الفرد الواحد مقارنة مع الصفات التي ورثها هذا الفرد في بيئة تختلف ظروفها عما هو معهود في بيئته . وتقترن هذه التغيرات الوصفية بظاهرتين اساسيتين ترتبطان بمستوى الخلية الواحدة الا وها « الخصائص الجينية » «Genotype والخصائص المظهرية « Phenotype» . ويعني بالخصائص الجينية الميزات او الخصائص العامة الوصفية والتركيبية للجينات التي يستدل عليها من خلال الصفات الخلوية ، في حين ان الخصائص المظهرية يعني بها مجموع الصفات التي تظهرها الخلية في وقت معين .
وتبقى الخصائص الجينية لمزرعة بكتيرية معينة مستقرة نسبياً خلال عملية الزرع ، وان حدث تغيير فانه يستقر نسبيا ويتضمن بعض التغييرات في الجينات. ان الخصائص الجينية من شأنها ان تحدد مجموعة صفات يمتلكها الكائن الحي ، ولكن مجموعة الصفات هذه قد تتغير عند تغير الظروف البيئية وبكلام آخر فإن الميزة أو الصفة المعينة المسيطر عليها من قبل جين معين عرضة لتغيير مؤقت عندما تتغير الظروف البيئية ، وبهذا فإن الخاصية الجينية تمثل مجموع المتغيرات الخلوية في حين ان الخاصية المظهرية تمثل الخاصية أو الصفة التي تعبر عنها الخلية او التي تظهرها الخلية بشكل ملحوظ .

٢- التغيير في الخصائص المظهرية « التحور » «Change in Phenotype «<Modifications :

في هذا المجال لا بد أن نضع في الحسبان ان البكتريا تحت ظروف بيئية منتظمة تظهر ثبوتاً ملحوظاً في الخصائص العامة ، وفي الواقع لولا هذه الظاهرة لما استطعنا تشخيص البكتريا وتصنفها فمثلا بكتريا الـ *Neisseria perflava* التي تغمر بسهولة من التجويف الانفى Nalopharynx تمتاز بكونها سالبة لصبغة غرام وهي مكورات ثنائية Diplococcus وتمتاز ايضـاً بكونها تخمر اربعة انواع من السكريات الا وهي سكر العنب Glucose والـ Fructose والمالتوز Maltose والسكروز. Sucrose. وكذلك بكتريا الـ *Necsseria meningitidis* التي تعزل من التجويف الانفي وهي ايضاً مكورات ثنائية وسالبة لصبغة غرام ولكنها تمتاز بكونها تخمر نوعين فقط من السكريات وهما سكر العنب والمالتوز. وعند حفظ هذين النوعين من البكتريا في المختبر ولمدة طويلة نسبياً نرى انها يحتفظان بخصائصهما طول مدة الخزن . وضمن السياق نفسه يجدر الاشارة الى انه تم فحص بكتريا الـ *Lactobacillus lactis* طيلة اربعين سنة ومن قبل باحثين مختلفين وتبين ان هذه البكتريا تحتفظ بخصائصها طيلة هذه المدة .
يظهر مما تقدم ثبوت الخصائص العامة في البكتريا ، الا انه وعند دراسة البكتريا في مراحل نموها المختلفة وفي بيئات مختلفة نلاحظ بعض الاختلافات أو التحويرات Modifications في المظهر او الفعاليات الايضية . ويقصد بالتحويرات هنا الخصائص المظهرية دون الخصائص الوراثية.

٢-١ التحويرات المظهرية Morphological Modification :

لقد اسلفنا في فصل سابق أن البكتريا تنمو ضمن منحنى نمو معين عند زرعها في وسط غذائي . وعند فحصها وهي في نهاية طور الركود lag phase نلاحظ ان الخلايا تمتاز بكونها كبيرة الحجم وبشكل غير مألوف ، وعند دخولها - الطور اللوغاريتمي ووصولها الى الطور الاستقرار أو الثبات Stationary Phase تصغر الخلايا وتكون اكثر انتظاماً في الحجم . وهنا يجدر الاشارة الى انه في هذه المرحلة من النمو تشخص الخلايا مورفولوجياً وتصنف . اما الخلايا الموجودة في مزارع قديمة او معمرة فتظهر مزايا قد تكون غير مألوفة بالنسبة للنوع قبل الدراسة فقد نرى فيها حبيبات

خلوية أو اختلافات في الحجم والشكل ، وعلى اية حال تستطيع هذه الخلايا من استعادة نشاطها وميزاتها او خصائصها المعروفة عند نقلها الى وسط غذائي طازج او جديد.

ان مكونات الوسط الغذائي لها تأثير واضح على الشكل الظاهري للخلايا البكتيرية اذ يمكن حصول تغيير على شكل الخلايا عند تغيير الوسط الغذائي . أما التراكيب الخلوية وأثرها بالوسط الغذائي فنلاحظ ان المحفظة أو الكبسولة تنمو بشكل جيد عند زرع البكتريا في الحليب بوصفه وسطاً غذائياً ، الا ان البكتريا نفسها لاتظهر أي أثر للمحفظة عند زرعها في المرق المغذي . وعلى نفس الوتيرة تتأثر عملية تكوين السبورات بتغيير الوسط الغذائي من ناحية تركيبه او قوامه كأن يكون الوسط سائلاً او صلباً ، وكذلك درجة حرارة التحضين Incubation Temperature فمثلا الملاحظات التجريبية التي ثبتت على بكتريا *Bacillus sphaericus* ، حيث تشكل الخلايا الخضرية لهذه البكتريا نسبة ١٠٠% في المزرعة التي يحتوي وسطها الغذائي على البيتون بنسبة ٢٪ في حين يتحول افراد المزرعة جميعاً الى سبورات عند انخفاض البيتون الى 0.1 % وذلك بعد يومين فقط

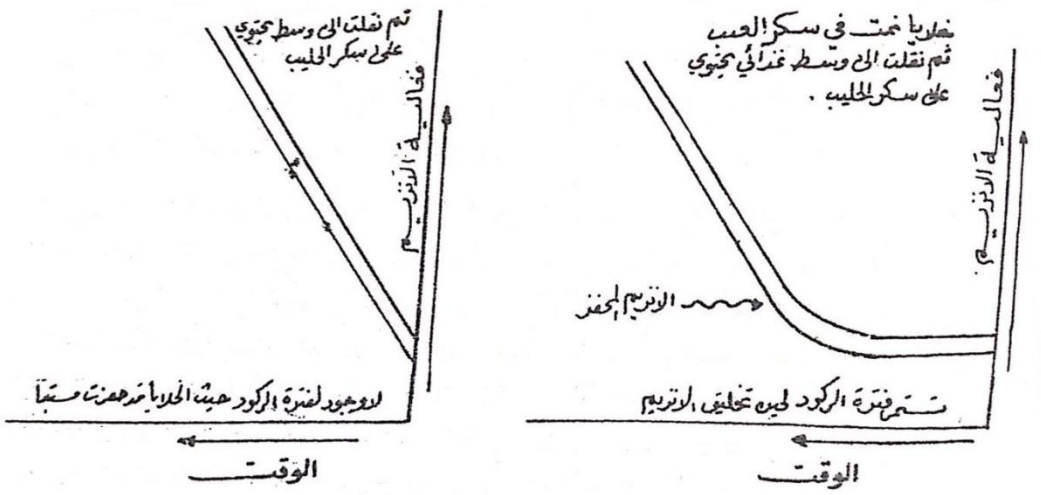
2-2 التحويرات المزرعية Cultural Modifications

يعد انتاج الصبغات من اهم التغييرات التي تطرأ على الخصائص المزرعية ضمن التحويرات التي نلاحظها في البكتريا . فبكتريا الـ *Serratia marcescens* تنتج صبغة حمراء مميزة اذا ما حضيت في درجة حرارة الغرفة (٢٥ °م) الا ان هذه الصبغة تختفي تماماً عندما ترفع درجة حرارة الحضن الى ٣٧ °م وعلى هذه الشاكلة هناك احياء مجهرية اخرى تتأثر صبغاتها بدرجات الحرارة . ان مكونات الوسط الغذائي له دخل ايضاً في التغيير الذي يطرأ عل الصبغات التي تفرزها البكتريا اضافة الى الخصائص المزرعية الأخرى . ان التغاير في قابلية البكتريا على انتاج الكبسول او المحفظة يعطي نتائج مذهلة فيما يخص شكل المستعمرات لبعض انواع البكتريا . فمثلاً في بعض الاوساط الغذائية التي تحتوي على السكروز وهو من السكريات الثنائية تتحفز عملية تخليق المحفظة حيث تركيبها المتعدد السكاكر وبذلك تتكون مستعمرات بكتيرية مخاطية كبيرة ، وهذا لا يحدث الا في الوسط الغذائي السابق الذكر ، فلو زرع نفس النوع البكتيري على وسط غذائي آخر لا يحتوي على السكروز نلاحظ صغر المستعمرات النامية وذلك لفقدان البكتريا القدرة على تخليق المحفظة .

3-2 التحويرات في الخصائص الفسلجية والكيمياوية الحيوية/ Modification in Physiological & Biochemical Characteristics

من الحقائق المعروفة تجريبياً ان الخلايا البكتيرية الفتية تتقسم بنشاط وهي اكثر حساسية للكيمياويات مثل المطهرات او المعقمات اذا ما قورنت بالخلايا التي انهت الطور اللوغاريثمي ضمن منحنى نموها . عموماً نستطيع القول بأن مقاومة الأحياء المجهرية للتأثير القاتل او المثبط للنمو للعوامل الكيمياوية أو الفيزياوية يتغير مع عمر المزرعة . ومما لاشك فيه ان البكتريا تستطيع القيام بجملة تفاعلات كيمياوية وتسرع معدلات التفاعلات هذه بواسطة الانزيمات . وان حقيقة اختلاف الانواع البكتيرية في فعالياتها الكيمياوية يعكس حقيقة الاختلاف في المخزون الانزيمي لكل نوع .
عموماً تستطيع البكتريا من النوع الواحد العيش والنمو في بيئات تختلف فا بينها فيزياوياً وكيمياوياً ، وهذا يعني ان البكتريا تحتاج الى انواع مختلفة وجديدة من الأنزيمات لكي تستطيع التآلف مع البيئة الجديدة ، وبمعنى آخر ان البكتريا

التي تنمو في بيئة معينة لا تصنع او تنتج جميع الانزيمات التي تستطيع صنعها ، وعند تغيير البيئة الزرعية قد يتوجب على البكتريا نفسها ان تخلق انزيمات اخرى مختلفة او اضافية . ان حث تكوين الانزيمات يعد مثالاً نوعياً على التغيير في الخصائص الظاهرية ضمن الخصائص الكيمياوية الحيوية . ان عملية حث تكوين الانزيمات تعني أن الانزيم المعين لا يصنع او ينتج الا بوجود محفز نوعي في الوسط مثلاً الغذائي ، عند ذلك فقط تقوم البكتريا بتخليق الانزيم المعني . ولهذا الغرض نجد ان بكتريا القولون *Escherichia Coli* تخلق انزيم الـ B-Galactosidase الذي يفلق سكر الكالاكتوز من المركبات التي تحتويه مثل اللاكتوز ، نقول ان هذا الانزيم يتخلق عند وجود السكريات والمركبات التي تحتوي سكر الكالاكتوز في الوسط لغذائي . وعندما نتكلم عن الخصائص الظاهرية والجينية فهذا يعني ان بكتريا القولون تعرف دائماً طريقة تخليق هذا الانزيم وهذا شيء موروث اي ان هذه القابلية تورث للخلية ضمن حقيبة الخصائص الوراثية او الخصائص الجينية . يبقى ان الخلية تنتج او لا تنتج هذا الانزيم فهذا هو التعبير المظهري لهذه الخاصية بالذات وهي عملية مرتبطة بالظروف البيئية النوعية وبالذات وجود المحفز الكيمياوي الذي يحث عملية تخليق هذا الانزيم. ونستطيع توضيح هذه الظاهرة كما في الشكل ادناه



شكل : تحفيز عملية تكوين الانزيم . حيث لا تستطيع بكتريا القولون استغلال سكر الحليب الا بعد ان يحفز انتاج انزيم الـ B-galactosidase

نستطيع ان نستنتج مما تقدم أن النوع البكتيري المعين يستطيع ان يعبر عن خصائص عديدة او يظهرها قد لا تستطيع حصرها معاً عند وصف الكائن الحي. والتغييرات الخصائصية التي يظهرها الميكروب ترتبط اساساً بمرحلة النمو التي يمر بها واستجابته للظروف البيئية المستحدثة . وهذه التغييرات تعد استجابة طبيعة يقوم بها الميكروب . وعلى اي حال نستطيع ان نحافظ على ثبوت خصائص مزرعة بكتيرية معينة اذا ما سيطرنا على الظروف البيئية من درجة الحرارة والوقت الى تركيب الوسط الغذائي .

4-2 التغيير في الخصائص الجينية Genotypic changes

من الواضح الآن بأن الاحياء الراقية مثل الانسان تمتلك جهازا وراثيا بحيث أننا نلاحظ بعض العوائل تمتاز بامتلاكها وباستمرار شعرا أسود وعيونا قهوائية وشكلا معينا للانف مثلا بينما تمتلك عوائل اخرى شعر اصفر وعيونا زرقاء وشكلا معينا للانف . إضافة لهذا فنحن نلاحظ بين الحين والآخر تغييرات مفاجئة في خصائص او شكل الانسان او الحيوان او النبات . ونحن نعول في تفسير هذه الملاحظات على قاعدتين مهمتين اولهما أن الكائن الحي يمتلك تركيبا

معينا يدعى الجين ، وهذه الجينات تحدد خصائص الكائن الحي بطريقة ما . أما ثاني هاتين القاعدتين فهي أن الجين الواحد يستطيع أن يتغير او « يطفر » الى شكل آخر وبذلك تتغير الخصائص المرتبطة به . إن عملية التغيير هذه تدعى الطفرة (Mutation) والكائن الحي الذي تجري فيه عملية الطفور يدعى الطافر (Mutant) . إن هذه الحقائق اصبحت واضحة لنا الآن لاننا عايشناها لمدة طويلة كبشر لكن الأمر مختلف تماما عندما قيل ان هذه الحقائق تنطبق على البكتريا أيضا

هنالك خصائص مظهرية بكتيرية عديدة نتيجة اختلاف الظروف البيئية التي تنمو بها البكتريا قيد الدراسة . ولقد ظل علماء الاحياء المجهرية يعتقدون بأن هذه التغييرات التي تعاني منها البكتريا ليست الا تحويرات مظهرية فقط «Modifications» . ولم يكن معتقدا بأن البكتريا تمتلك جهازا وراثيا ثابتا شأنها في ذلك شأن بقية الاحياء وإن هذا الجهاز قد يعاني انحرافات او تغييرات ثابتة ومستقرة . بل إن هذه التغييرات كانت تعزى الى فعل الظروف البيئية ، الى أن جاء العالمان ماكس ديلبريك وسلفادور لوريا (Max Delbruk & Salvador Luria) ليقولا أن البكتريا تمتلك تقنية وراثية مستقرة وفي عام ١٩٤٣ قام هذان العالمان بتجربة تقليدية ليثبتا وجهة نظرها هذه .

لو اخترنا بعض أنواع الفايروسات التي تدعى البكتروبوفاجات التي تستطيع قتل البكتريا مثل بقية العوامل الكيمياوية القاتلة الأخرى ، وعرضنا البكتريا لهذه الفاجات لرأينا أن قسما من البكتريا سيقاوم الفعل القاتل ويستمر بالحياة وكذلك للخلايا المتولدة من القسم المقاوم . اعتقد بعض العلماء أن هذه الخلايا قد تحورت بفعل تماسها مع البكتريوفاج وبذلك اكتسبت المقاومة ، ولكن العالمين المذكورين آنفا اعتقدا بأن البكتريا المقاومة للفاج ظهرت نتيجة حدوث طفرة وراثية في بعض الجينات البكتيرية . لقد لوحظ بأن هناك اختلافا جوهريا بين فرضية الطفرة «Mutation Hypothesis» وفرضية التحوير« Modification Hvpothesis» في هذا المجال . ولنفرض جدلا ولهدف التجربة هذه بأن الخلايا قد تحورت واصبحت مقاومة نتيجة تماسها مع الفاج . اذن لو هيأنا عددا كبيرا من مزارع بكتيرية متماثلة وعرضناها جميعا الى الفعل القاتل لكميات متساوية من الفاج لظهرت لدينا اعداد من البكتريا المقاومة متساوية تقريبا في كل من المزارع التي استخدمت . اما اذا كانت مقاومة الخلايا نتيجة طفرة وراثية وإن الطفرة تحدث عشوائيا ، اذن لاختلف عدد البكتريا المقاومة في كل مزرعة من المزارع المستخدمة العدد في المزرعة الأخرى ، وهذا الاختلاف كبير بسبب عشوائية حدوث الطفرة كما اسلفنا . ففي بعض المزارع قد لا تحدث الطفرة وبذلك لانرى خلايا مقاومة ، بينا نرى في مزرعة اخرى جميع الخلايا تقريبا مقاومة بسبب حدوث الطفرة باديء ذي بدىء .

و في الواقع لقد لوحظ هذا التباين في الاعداد البكتيرية المقاومة للمزارع المستخدمة في هذه التجربة مما اثبت وجهه نظر لوريا وديلبريك . ومن الامور المسلم بها الآن إن للبكتريا جهاز وراثي لا يختلف ابدا عن نظيره في الكائنات الحية الأخرى.

المصادر :

1- Dale, J. W. & Park, S. F. (2010). Molecular Genetics of Bacteria. 5TH Edition. Wiley – Blackwell.

٢- الزيدي، حامد مجيد. (٢٠٠٠ م) علم الاحياء المجهرية (النظري). الطبعة الثانية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة بغداد.