الفصل الخامس

الچينات فى الزمان أو فى البعد الرابع

چان بياجيه السويسرى عالم موسوعى عمل فى أوائل القرن العشرين فى أبحاث البيولوچيا وما لبث أن تحول بعدها إلى الفلسفة البحتة . على أنه كان أيضاً عالماً فى علم نفس الأطفال ، وله فى ذلك أبحاث مهمة . دارت أبحاث بياجيه بين ١٩٣٢-٢٦ حول طريقة نمو المعرفة عند الطفل وهو يرى أن كل طفل لابد أن يمر بسلسلة من مراحل النمو تكون دائماً بالترتيب نفسه . هناك أولاً مرحلة الإحساس – الحركة حيث يكون الطفل الوليد مجرد حزمة من الانعكاسات وردود الفعل ، وهو لا يدرك بعد أن الأشياء عندما تُخبأ تظل موجودة . يلى ذلك المرحلة قبل العملياتية ، وهى مرحلة من فضول يتمحور على الذات . ثم مرحلة إجراء عمليات إدراكية متماسكة . وأخيراً مع آخر المراهقة تأتى بشائر الفكر التجريدى والاستدلال الاستنباطى .

يعتقد بياجيه أن الطفل لا يصل إلى أى من هذه المراحل ، إلا بعد أن يكون المخ المتنامى مستعداً لتعلمها. وهكذا فإن تنامى الإدراك هو نوع من تشارك نشط بين المخ النامى والعالم . والبنى الفعلية اللازمة للتنامى الفكرى تتحدد أو تتحتم وراثياً ، إلا أن العملية التى يتنامى بها العقل حتى ينضج تتطلب تغذية مرتدة من الخبرة والتفاعل الاجتماعى . تتخذ هذه التغذية المرتدة شكلين : أن يتمثل الطفل الخبرات المتوقعة ، وأن يتكيف الطفل مع الخبرات غير المتوقعة ، وبياجيه هكذا عند تصنيفه بلغة من الطبع والتطبع سيكون موقفه فى الوسط تماماً منهما . وهو هكذا يختلف عن اثنين من معاصريه اتخذ كل منهما موقفه عند أقصى طرف مخالف ، وهما كونراد لورنز نصير الطبع أو الفطرية ، وب. ف. سكنر نصير التطبع أو الأمبريقية . وعموماً فإن بياجيه يعد من أوائل من بحثوا جدياً تأثر الطبيعة البشرية والنمو بالبعد الرابع أو الزمان.

التطرف فى النزعة الفطرية

ثار فى الخمسينيات والستينيات من القرن العشرين نزاع علمى بين لورنز وليهرمان . رأى النمسوى لورنز أن السلوك فطرى فى جزء منه ، بمعنى أنه سينبثق من الحيوان حتى لو عُزل عن بيئته الطبيعية منذ الطفولة . ومعظم الحيوانات يدفعها فى سلوكها چيناتها وليس خبراتها . وعارضه فى ذلك ليهرمان الأمريكى الذى رأى أن لورنز بنظريته هذه قد أهمل دور النمو تماماً أو أهمل الطريقة التى يصل بها السلوك إلى ما يكونه . فالسلوك لا يقفز مكتملاً من الچينات ، وإنما تؤدى الچينات إلى تكوين مخ ، وهذا المخ يمتص الخبرات قبل أن ينبثق منه السلوك . هل يوجد فى منظومة كهذه معنى لكلمة «فطرى» ؟

الجينات حسب الفطريين تؤدى إلى سلوك غريزى محتم ، ولكن المدرسة الأخرى مدرسة أنصار التنامى ترى أن التعبير عن الجينات يتم فى سياق معين يتأثر به ، وأن السلوك يتأثر بالجين والبيئة معاً حيث يتشابك مفعولهما تشابكاً لا ينفصم . وإذا كان قد حدث فى الثلاثينيات من القرن العشرين تركيب جديد لنظرية التطوير يدمج مندل وداروين ، فإن لدينا الآن تركيباً جديداً يأتى بالدمج بين الميكانزمات النمو وميكانزمات الوراثة . وكمثل لذلك ، لدينا النمط الذى تظهر به الأوردة على ظهر اليد . تتجه هذه الأوردة فى كل الأيدى ناحية الأماكن المقصودة نفسها ، ولكنها تصل إليها بمسالك أو طرق تختلف بعض الشىء إحداها عن الآخري . ولا ينتج هذا عن اختلاف فى البرنامج الوراثى للأيدى المختلفة ، وإنما هو ناتج عن أن البرنامج الوراثى برنامج مرن ، وهو بطريقة ما يعهد بمهمة توجيه الأوردة محلياً إلى الأوردة نفسها . وجينات السلوك لا تقل مرونة عن التشريح .

هكذا كان أنصار نظرية التنامى ينبهون أنصار الحتمية الوراثية فى السلوك إلى وجود تأثير بيئى لا يقل أهمية عن الوراثى . وهم يستنكرون تشجيع الحتميين لوسائل الإعلام، عندما تعلن عن إكتشاف جين لسلوك «الشذوذ الجنسى» أو «جين السعادة» ! الأمور ليست بهذا التبسيط المخل ، والسلوك الواحد يقع تحت تأثير عدد هائل من الجينات، بعضها تحفزه وبعضها تخمده ؛ أى إن الجينات تعمل فى بيئة من جينات أخرى ، كما أن هذه الأعداد الهائلة من الجينات عندما تبنى الكائن الحى وغرائزه لا تفعل ذلك على نحو مباشر ، وإنما من خلال عملية مرنة من التنامى .

تثبت التجارب تعقد هذه المنظومة ومرونتها وأنها تنتظم فى حلقة أو دائرة .

كيف إذنً يمكننا الربط بين ميكانزمات الوراثة وميكانزمات النمو فى الزمان ؟

لافتات توجيه المسار فى العقل

دعنا نأخذ حاسة الشم كمثل . الشم يتحدد وراثياً ، ويوجد فى الإنسان ٣٤٧ جين شم لتلقى الروائح ، فى حين يوجد فى الفأر ١٠٣٦ جيناً مختلفاً ، لكل منها مستشعر خاص للشم فى أنف الفأر . الخلايا العصبية التى تستقبل الرائحة فى الأنف يرسل كل منها ليفة عصبية واحدة ، تسمى المحوار ، تصل إلى وحدة عصبية معينة فى مركز الشم بالمخ المسمى البصلة الشمية . الخلايا التى تعبر عن نوع واحد من الجين الشمى ترسل كلها محوارها إلى وحدة واحدة أو اثنتين فى البصلة . وكمثل فإن فى أنف الفأر مئات من محاوير التلقى (ب٢) كلها تعبر عن جين التلقى نفسه، وكلها توصل مُخرجها الكهربائى لتنبيه بؤرتين لاغير فى المخ ، يحدث على مر الزمن تقلاب مستمر فى العصبونات ، أى فى الخلايا العصبية وتفرعاتها كالمحوار . لا يعيش العصبون إلا ٩٠ يوماً يتم بعدها إحلاله ، وينمو العصبون الجديد فى المخ ، ويحتل

بالضبط المكان نفسه مثل سابقه . هكذا يظل الفأر يشم الرائحة نفسها ، رغم زوال عصبونات الطفولة ، لأنها بعد زوالها يحتل مكانها عصبونات تتبع بالضبط المسار نفسه فى المخ . عند إزالة چين المخ الذى يتلقى الرائحة من خلية (ب٢) ، فإنها تضل الطريق فى المخ وتطوف فيه بلا هدف . يثبت من ذلك أن تنامى حس معين بالرائحة يتطلب أن يكون هناك چين يتم التعبير عنه فى الأنف وچين آخر يتم التعبير عنه فى المخ ويتوافق مع الچين الأول ، وتتنامى المحاوير لتربط بينهما . ونتيجة لذلك طرح بعض العلماء أن الجهاز العصبى مبنى من أعصاب تنمو متجهة إلى أماكن محددة نتيجة وجود مواد كيميائية تغريها بذلك .

ثبت تماماً صحة هذا الفرض نتيجة تجارب أُجريت على حيوانات مثل الضفادع للبحث فى أعينها ومسار الأعصاب من الشبكية إلى كل عين . تنمّى كل خلية فى عين الضفدعة محواراً يتجه إلى مركز الإبصار فى المخ . يوجد عند طرف كل محوار ما يسمى بمخروط النمو . يعمل هذا المخروط وكأنه قاطرة للمحوار تشد طرفه فى مسار مستقيم أو تنعطف به أو توقفه ، وذلك فى استجابة لوجود مواد كيميائية تجذب المخروط إليها أو تنفره منها . هذه المواد الكيميائية تسمى «دليل المحوار» وهى مواد بروتينية تتحكم فى إنتاجها الچينات المختصة ، وتُعد بمثابة لافتات لتوجيه الطريق فى المخ .

يوجد عدة مواد من هذا النوع مثل إيفرين ب والنترين وسليت . وهى موجودة فى كل الحيوانات تقريباً من أدناها لأرقاها . وفيما يبدو فإن هذا النظام البسيط هو العامل الأساسى فى القدرة على انتاج المخ البشرى بعصبوناته التى يصل عددها إلى الترليون ، كل منها له ألف اتصال بالعصبونات المجاورة .

لا يعنى هذا التفسير أننا نعرف الآن كل شىء عن تنامى المخ . الأمر أبعد من ذلك ، وهذه مجرد خطوة أولى .

تنامى المخ والسلوك

تنامى المخ كما شُرح فيما سبق قد يبدو وكأنه أمر بعيد عن السلوك ، ولكنه فى الحقيقة له دوره فى السلوك كما يتبين من القصة التالية عن علاقة الشم بحجم القضيب والإحساس بالشهوة الجنسية !. فى ١٩٤٤ وصف فرانز كالمان عالم النفس متلازمة مرضية ، يحدث فيها أن تكون الأعضاء التناسلية صغيرة ، وأن يفقد المريض حاسة الشم ، وهذه المتلازمة حالة خلل وظيفى نادر تسرى عائلياً ، وتصيب أساساً الرجال . تبين أن الجينات التى لها دور فى هذه المتلازمة هى جين على كروموسوم أكس . وتبين حديثاً الطريقة الواضحة التى يعمل بها هذا الچين وماذا يحدث عند عطبه .

يبدأ تشغيل هذا الجين فى حوالى الأسبوع الخامس من الحمل ، ولا يكون تشغيل الجين فى الأنف ولا فى الأعضاء التناسلية ، وإنما يحدث تشغيله فى جزء من مخ الجنين سوف يصبح فيما بعد البصلة الشمية أو مركز الشم فى المخ . ينتج هذا الجزء بروتيناً اسمه أنوزمين ، وهو بروتين يجعل الخلايا التى يؤثر فيها تلتصق معاً. للأنوزمين تأثير درامى فى مخروطات المحاوير الشمية التى تتجه رحلتها من الأنف إلى البصلة الشمية . عند وصول هذه المحاوير إلى المخ فى الأسبوع السادس من حياة الجنين ، يعمل فيها الأنوزمين تأثيره فتتمدد وتتفسخ إلى جزيئات . يتوقف كل محوار عند رحلته ويرتبط بوصلات مع الخلايا المجاورة له . بعض الناس ينقصهم وجود الجين المختص ، وبالتالى ينقصهم بروتين الأنوزمين . ومحـــاوير هـــؤلاء الناس لا تقيم أى وصلات مع البصلة الشمية ، ولا تلبث هذه المحاوير أن تنزوى . وبالتالى لا يوجد عند المريض إحساس بالشم .

هذا عن الشم ، ولكن لماذا القضيب الصغير الحجم ؟ تبين أن الخلايا اللازمة لقدح زناد النمو الجنسى تبدأ حياتها هى أيضاً فى منطقة بأنف الجنين عند جهاز للتلقى له أصل عتيق تطورياً كمتلقى للفيرمونات أو المواد المثيرة جنسياً فى الكائنات الأدنى ، ويسمى هذا الجهاز للتلقى بالعضو الميكعى الأنفى . هذه العصبونات تهاجر بنفسها بأكملها إلى المخ بخلاف العصبونات الأنفية التى ترسل محاويرها فقط إلى المخ . على أن العصبونات الجنسية تهاجر إلى المخ متبعة المسار نفسه الذى أرسته محاوير الشم . وفى غياب بروتين الأنوزمين لا تصل العصبونات الجنسية قط إلى غايتها المقصودة ، وهى الغدة النخامية ، ولا تقوم بمهمتها الرئيسية بأن تفرز من النخامية الهرمون الحاث للنمو التناسلى ، وبالتالى فإن الخصى لا تنضج ، وينخفض مستوى هرمون الذكورة فى الرجل المصـــاب ، وينخفض مســتوى الشــبق عنده ، ولا يهتم جنسياً بالنساء حتى بعد بلوغه .

يدل ما سبق على أننا يمكننا أن نتابع مساراً من أحد الجينات إلى نوع معين من السلوك ، وذلك عن طريق ما يحدث فى بناء أحد أجزاء المخ . تبين مكلازمة كالمان أن الجينات يمكن حقاً أن تؤثر فى السلوك ، وإن كان الارتباط بطريق غير مباشر ومتعرج . وسيكون من الخطأ أن نعلن أن الجين المسئول عن الأنوزمين هو «الجين المسئول» عن الخلل الوظيفى فى الجنس . فتأثيره غير مباشر ، كما أن له وظائف أخرى . كما أن هناك جينات عديدة أخرى تبين أن تلفها قد يؤدى للأعراض نفسها جنسياً .

لا يوجد «تقابل الواحد بالواحد» بين الجين والسلوك ، وإنما هناك أكثر من جين واحد يتعلق بالسلوك الواحد . ومع ذلك فإن متلازمة كالمان فيها مثل لتأثير

«أحد الجينات» على جزء من السلوك الجنسى ، وهى توضح ما ذكره بياجيه وليهرمان من حيث إن التأثير السلوكى للمتلازمة يظهر بواسطة ما يحدث فيزيقياً من نمو فى الجهاز العصبى . فالجينات تحدد الطريقة التى يحدث بها النمو ، والنمو بدوره يحدد الطريقة التى يحدث بها السلوك .

منذ ما يزيد عن ٤٠ سنة تصدّى عالم الأعصاب روجر سبرى للنظرية السائدة بين العلماء التى نرى أن المخ تخلقه الخبرة والتعلم اللذان يؤثران فى شبكة من العصبونات تكون قبلها غير متمايزة وشبه عشوائية . رأى سبرى على عكس ذلك أن العصب تكون له هويته مبكراً فى النماء ، ولا يسهل بعدها إعادة برمجته . أثبت سبرى بتجارب أجراها على حيوان السلمندر أنه عند قطع أعصابه تتجدد هذه الأعصاب بحيث يتخذ كل عصبون الطريق نفسه مثل سلفه السابق . كما أثبت بإعادة توصيل العصبونات فى مخ الجرذان والضفادع أن ثمة مرونة فى حدود معينة لعقول الحيوان . وإذا أعيدت توصيلات أعصاب الجرذ بحيث تتصل قدمه اليمنى بأعصاب آتية من الجهة اليسرى سيستمر الجرذ فى تحريك قدمه اليسرى عند تنبيه قدمه اليمنى . وإذ أكد سبرى بتجاربه على وجود حتمية فى الجهاز العصبى ، فإنه جلب إلى علم الأعصاب ثورة تؤيد الاتجاه الفطرى توازى ثورة شومسكى فى علم النفس . وطرح سبرى ، فرضاً بأن لكل عصبون انجذاباً كيميائياً إلى هدف مقصود يتعرف عليه ، وأن المخ ينبنى على وجود عدد كبير من جزيئات مختلفة للتعرف هكذا . وثبت صدق هذا الغرض فيما بعد .

عصبونات جديدة

يبدو لأول وهلة أن قصة النمو هكذا تؤدى إلى استنتاجات تختلف نوعاً عما كان يتوقعه بياجيه وليهرمان ، وهذا يشبه ما حدث فى دراسات التوائم . فقد كان يتوقع منها أولاً أنها ستكشف عن دور كبير للبيئة ودور أصغر للوراثة ، ولكنها أثبتت العكس . ويبدو بما يماثل ذلك أن النمو أيضاً عملية تتحدد وتتحتم بالجينات . هل معنى هذا هو أن نستنتج أن الطبيعة هنا تكتسب هذه المحاجة بالذات ، وأن أنصار غلبة الاتجاه النمائى على الوراثة قد خسروا ؟

الإجابة هى لا ، ذلك أنه حتى الماكينات ذات البنية المحتمة ، تظل مما يمكن تعديله . فجهاز الكمبيوتر قد تكون له دورة عمل محددة بعناية تحديداً خاصاً ، ولكن هذا لا يمنع من تعديل نشاط اتصالاته كاستجابة لبرنامج جديد . أصبحت المرونة العصبية هى السائدة الآن . وهذا فى جزء منه نوع من رد فعل كما يحدث كثيراً فى صراع الطبع / التطبع . فعلماء اليوم يتصرفون برد فعل لما يرون أنه تطرف فى الاتجاه الفطرى ، تماماً مثلما كان رأى سبرى رد فعل لما رأى أنه تطرف فى الاتجاه الأمبريقى . بل لقد ظهر أيضاً ما هو أكثر من ذلك . كان من العقائد الثابتة

عند علماء الأعصاب أن الحيوانات لا يمكن أن تنمى عصبونات جديدة فى القشرة المخية يعد مرحلة البلوغ . ثم تبين تدريجياً من التجارب على الحيوانات كلها بما فيها الإنسان أنها تستطيع تنمية عصبونات جديدة كاستجابة للخبرات الثرية ، وأنها يمكن أن تفقد عصبونات نتيجة إهمالها . وتوافرت الأدلة على أنه مع كل ما يكون من حتمية فى التوصيلات الباكرة فى المخ ، إلا أن الخبرة أمر ضرورى لتنقيح هذه التوصيلات . وفى أوائل قرننا هذا ، أُجريت تجارب تدل على أن الخبرة أو الممارسة تؤثر فى نمو المخ . فقد بينت تجارب هوليس كلاين ، عالمة الأعصاب طريقة سلوك عصبون من العين عندما يقترب من مقصده فى المخ . وهو بدلاً من أن يتجه على نحو محدد مسبقاً إلى هدفه ، فإنه يرمى إلى خارجه شبكة من المستشعرات ، وكأنها تبحث عن التوصيلات التى «تعمل» معاً ، توصيلات بين عصبونات ذات توجه متشابه ، تنطلق للعمل معاً ، ولا تلبث بقية المستشعرات أن تتراجع وراء . والضوء هنا هو المستثير الذى يؤدى إلى أن يرمى العصبون بمزيد من شبكات تلتمس الاتصال بالعصبونات الأخرى . ولعل هذه هى الطريقة التى تؤثر بها الخبرة فعلاً فى نمو المخ. بل إن كاريل سفويدا زميل كلاين قد راقب بالفعل من خلال نافذة فى الجمجمة المتشابك ، وهى تتكون أو تتلاشى بين خلايا مخ الفأر كأستجابة للخبرة .

النقطة الرئيسية فى التعلم هى بالتأكيد تفعيل دوائر المخ التى قد تكون هناك حاجة إليها فى الحياة ، وذلك أولى من أن يُحشى المخ بالحقائق . وأن يحدث تفعيل لها فإنها تتنامى مزدهرة . وهذا التأثير للخبرة والتعلم فى النمو تثبته التجارب على كل الجينات من أدناها لأرقاها . إحدى الديدان الخيطية ليس لديها مخ ، وجهازها العصبى يتكون بالضبط من ٣٠٢ عصبوناً ، تم توصيلها حسب برنامج جامد تماماً ، وهذا يجعلها بعيدة عن أن تكون مرشحة لأى خبرة تعليم ، ناهيك عن أن ترشح لأى مرونة فى النمو وفى السلوك الاجتماعى . وسلوكها لا يزيد عن أن تتلوى للأمام وللخـلف . إلا أن هذه الدودة عندما يتكرر أن يتاح لها الطعام عند درجة حرارة معينة ، تسجل هذه الحقيقة ، وتبدى بعدها ميلاً لهذه الحرارة ، وإذا منع عنها الطعام عند هذه الدرجة فإنها تفقد تفضيلها لها . وقد اتضح وجود جين محدد مسئول عن هذه المرونة فى التعلم . وأُجريت تجارب تُربى فيها مجموعات من الديدان فى طبق تجارب ، كما تربى أيضاً ديدان منفردة كل منها منعزلة وحدها فى طبق . عند الطرق على جانب من الطبق ، يسبب ذلك أن تعكس الديدان اتجاه حركتها . الديدان الاجتماعية التى تربت فى مجموعات تكون أكثر حساسية للطرق عن الديدان المنعزلة . ووُجد أن اختلاف السلوك هكذا يرجع إلى اختلاف فى قوة مشابك معينة عند عصبونات معينة ، وأن قوة هذه المشابك يمكن تعديلها حسب عدد الطرقات

على الطبق . وهكذا تؤثر خبرة التعليم هى والخبرة الاجتماعية فى المشابك نفسها ، وهى تحدث هذا التأثير بأن تعدل من التعبير عن جينات بعينها .

تثبت هذه التجارب أن هناك مرونة بيئية فى تنمية السلوك عند دودة وضيعة . وإذا كان كائن كهذه الدودة بلا مخ يستطيع الإفادة بالتعلم والمجتمع ، فما بالك بتأثير التنشئة فى الإنسان .

هكذا يحدث التقاء بين أمنا الطبيعة وأمنا التطبعية . هذه التجارب هى والكثير غيرها تطرح أن نمو المخ فيه حساسية هائلة للطريقة التى يُعامل بها صاحبه بيئياً ، سواء داخل الرحم أو بعد الولادة بزمن قريب . وهى تطرح أيضاً أن هذه التأثيرات تحدث مفعولها عن طريق جينات الحيوان . بل إن الجينات أيضاً تكون هى نفسها تحت رحمة سلوك الحيوانات الأخرى فى البيئة ، خاصة الوالدين . النظرية السائدة الآن لا تدعم الموقف «التطبعى» المتطرف ، لأن التطبع ظاهرة جعلت ممكنة بواسطة فعل الجينات ، كما أنها لا تدعم الموقف «الطبعى» المتطرف ، لأن الطبيعة أو الوراثة تظهر مدى ما يمكن وجوده من مرونة فى التعبير عن الجينات . والرسالة هى أن الجينات تخدم التطبع بالقدر نفسه الذى تخدم به الطبع .