فـي يوم حار، وبعد أن صعـدْتُ بضع مئات من الخطـوات على سلّم منارة قديمـة تقع على ساحل ولاية أوريغون، اعترتني حالة من التعب والإرهاق، لكنّني كنت مستعدة للمغامرة التالية. فقد راودني شعور بالإثارة؛ لأنّني كنت أعلم حقًّا أنّ الأمـر يستحق صعود هذه الدرجات للتمتع بالمنظر الجميل من علٍ. في باحة موقـف السيـارات، تناهى إلى سمعي صـوت صبيّ في الخامسة مـن عمره يبثّ شكـواه إلى والديه بآهـات متعبة محبطة، وهي طريقة الشكـوى التي يعرفها أيّ أب أو معلـم. لم يرد الصبي الذهاب إلى أيّ منـارة أخرى، فقد كان الأمر -من وجهـة نظره- يبعث على الملل والكآبة، فلماذا يتحتـم عليه الذهاب؟ وحين زاد غضب الصبي ورفضه، اقترح عليه والداه الجلوس في السيارة حتى تهدأ نفسه، ثـمّ يمكنهم متابعة النقاش. عرف الصبي ما يعنيـه هذا الاقتراح؛ عرف أنّه لن يكـون هنالك أيّ نقاش، ولن يُؤخَذ برأيه فـي النهاية، لذلك ردّ بحدّة قائلًا: «إنّ جلوسي لا يعني أنّنا سنغادر!».

إنّ المشاعـر التي خالجت نفس هذا الصبي شبيهة جدًّا بمشاعر الأطفال الذين يكافحون لتعلّم القراءة أولًا، ثمّ محاولة فهم النصوص المعقدة؛ إذ يزداد الإحباط والقلق من ارتكاب الأخطاء، ونفاد الصبر شيئًا فشيئًا كلّما حاول المعلمون وأولياء الأمور إجبار الأطفال على صعود درجات سلم المنارة التي تُمثِّل «المفردات الإملائية التي يجب معرفتها».

يكتسـب بعض الأطفـال مهارة القراءة بسهولة، ولكـنّ معظمهم يعاني في جـزء من العمليـة المعقدة التي تبدأ بالمقاطع اللفظيـة، وتستمر حتى استيعاب النصوص المعقدة. وحين يُطلَب إلى الطلاب مواجهة صعوبات القراءة المجهِدة،

فإنّهم لا يشعرون بالراحة في القراءة التي تماثِل يومًا حارًّا، وصعود درجات سلم طويلة شاقة.

سيُظهِر الطلاب عنادًا ورفضًا للمهمة المنوطة بهم إذا كان تنفيذها يتطلّب مهارات يفتقدونها، أو افتقرت إلى التحفيز لدرجة تجعلهم يُحجِمون عن المثابرة لأجلها، ناهيك عن عدم إدراكهم -بالضرورة- قيمة المكافأة المترتّبة على التنفيذ؛ سواء كانت مشاهدة المنظر من أعلى المنارة، أو قراءة كتاب ما. وقد لا يعتقدون أصلًا بوجود أيّ هدف يحفزهم إلى القراءة حين يكون بمقدروهم الاستمتاع بالقصص، وحتى اكتساب المعلومات من مقاطع الفيديو والأفلام وبرامج التلفاز، والإستماع للآخرين وهم يقرأون له.

لا تُعَدّ القراءة مرحلة من مراحل تطور الإنسان الطبيعية، وهي بخلاف اللغة المحكية، لا تأتي من الملاحظة وتقليد الآخرين؛ (جاكوبس، شال، شكيبل Jacobs, Schall & Scheibel, 1993). توجد في الدماغ مناطق محدّدة تُعنى بمعالجة التواصل الشفهي، ولكنّ الدماغ لا يحوي أجزاء مخصّصة للقراءة. إنّ عملية القراءة المعقدة تتطلّب تضافر مناطق عدّة في الدماغ للعمل معًا عن طريق شبكات من الخلايا العصبية؛ ما يعني احتمال وجود اختلالات عديدة في الدماغ يمكن أن تتدخل في عملية القراءة.

إنّ المتأمِّل جميع المهام المعرفية اللازمة للانتقال؛ من: ربط الرموز بالأصوات، والأصوات بالكلمات، والكلمات بالمعاني، والمعاني بالذاكرة، والذاكرة بمعالجة المعلومات معالجة عميقة، لن يُفاجَأ بوجود ما نسبته (20–35%) من طلبة المرحلة الابتدائية وحتى الثانوية في الولايات المتحدة الذين يعانون صعوبات خطيرة في القراءة؛ (شنايدر وتشين، Schneider & Chein, 2003).

أشعر شخصيًّا بالإعجاب والتقدير لكلّ معلم ساعد طالبًا على صعود درجات سلّم المنارة، مستخدمًا استراتيجيات وحوافز ناجحة. فمن دون أمثال هؤلاء، لن يكون بمقدور الطلاب اكتشاف جمال المنظر الآسر من علٍ.

تطور أبحاث الدماغ

إنّ أهم إنجازين تقنيين استطاع الإنسان تحقيقهما في مجال أبحاث الدماغ، هما» التصوير المقطعي بالانبعاث البوزيتروني (positrone emis–sion tomography– PET)، والتصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (functional magnetic resonance imaging–fMRI). يعتمد النوع الأول من التصوير على إحدى خصائص الدماغ؛ وهي حاجته الماسة إلى الجلوكوز والأكسجين. يقيس هذا التصوير أيض الجلوكوز في الدماغ استجابة لأنشطة معيّنة. وفيه، تُحقَن نظائر تحوي بوزيترونات– تعمل بوصفها مقتفيات مشعة– في الشرايين بالإضافة إلى الجلوكوز. ويتعين قياس معدل استخدام أجزاء معينة من الدماغ للجلوكوز بينما يكون الشخص الخاضع للاختبار منهمكًا في أنشطة معرفية متنوعة. ويستعمل مثل هذا القياس لرسم خرائط لأجزاء الدماغ ذات النشاط الذهني العالي والمنخفض في وظائف معرفية معيّنة.

من جانب آخر، تشبه التقنية المستخدمة في الرنين المغناطيسي الوظيفي (fMR) تلك المستخدمة في الرنين المغناطيسي (MRI). ولكن، ما يُميِّز الأولى من الثانية هو الخصيصة المميّزة للهيموجلوبين (بروتين دم ينقل الأكسجين إلى أنسجة الجسم). وللهيموجلوبين الذي يحمل الأكسجين خصائص تختلف عن الهيموجلوبين الذي لا يحمله. وبالكشف عن الهيموجلوبين الذي يحمل الأكسجين، يستعمل العلماء الرنين المغناطيسي الوظيفي لقياس التغيرات في تدفق الدم إلى أجزاء من الدماغ، علمًا بأنّ أجزاء الدماغ النشيطة تستقبل دمًا وأكسجينًا أكثر.

ومع ذلك، فإنّ الاستخدام الأبرز للرنين المغناطيسي الوظيفي يتمثَّل في الكشف عن الآليات العصبية للقراءة عند الأطفال. من جانب آخر، يُؤخَذ على التصوير المقطعي ذي الانبعاث البوزيتروني محدودية فاعليته بسبب النشاط الإشعاعي للنظائر المستخدمة في مادة الحقن. أمّا التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي فهو غير مؤلم، ولا يحتوي على إشعاع، وهو كذلك أسرع. إلّا أنّ أبرز عيوبه تتمثَّل في إصداره صوتًا عاليًا، ولكنّ الباحثين وجدوا أنّهم إذا أعدّوا الأطفال مسبقًا لسماع الأصوات التي تشبه الضرب على الطبول- التي سيسمعونها في أثناء التصوير- بوساطة السماعات. فضلًا عن استعمال سدادة الأذن في أثناء التصوير (الوقت المستغرق في المتوسط هو عشر دقائق)؛ فإنّهم (أي الأطفال) سيشعرون بالارتياح من هذا الإجراء.

لقد زُوِّدت أبحاث التعلّم المستندة إلى الدماغ -وما تزال تُزوِّد- الباحثين التربويين ببيانات مهمة عن الصور العصبية، تتيح لهم ربط استراتيجيات الصف بنشاط الدماغ في أثناء مراحل التعلّم. وفي العقود القادمة، سيستمر علم الأعصاب الخاص بالتعلّم في تزويد الباحثين في المجال المعرفي ببيانات، يمكن استعمالها لتطوير الاستراتيجيات الصفية، وقياس مدى قدرتها على تعليم الطفل مهارات القراءة العديدة.

في أيّ الأبحاث نثق؟

أظهرت نتائج أبحاث الدراسات التي تناولت المعرفة العلمية المتزايدة لفيزيولوجية تعلّم الدماغ البشري، قدرة هذه المعرفة على التأثير الفاعل في التدريس والمواقف الصفية. ولكي يضطلع التربويون بدور قيادي واعٍ حيال القضايا المتعلقة بتدريس القراءة المستمدة من أبحاث الدماغ؛ يتعيّن عليهم أولًا فهم هذه الأبحاث، ثمّ التحلّي بالحياد والموضوعية، وإيجاد طرائق فاعلة

لتطوير استراتيجيات تستند إلى أبحاث محكمة تُمكِّن الطلاب من إثراء مهاراتهم القرائية.

إنّ الهدف المعلن في كثير من التشريعات التعليمية يكمن في تمكين الطلاب جميعـاً من تعلّم القراءة، ولكنّ هدف معظم التربويين يتجاوز هذا الأمر؛ فهو لا يقتصر على تعليم الطلاب تقنيات القراءة وفهم النصوص فحسب، بل يشمل أيضاً تنمية الشعـور لديهم بحب القراءة. إنّ تحقيق هذه الأهداف يبدأ بتوفير المناخ التعليمي المناسب للطلبة، الذي يتيح لهم تعلّم عملية القراءة بطريقة فاعلة جاذبة خالية من التهديـد. وأفضل التعليمات تأتي من المعلميـن المؤهّلين والمطّلعين الذين يتمتعون بدعم من الإدارة، والمناهج التي تستجيب لاحتياجات المتعلمين كافـة. وبوجـود مثل هذا النوع من الدعـم، سوف يظل معلمـو الصفوف بحاجة إلى تعديل الطرائـق والأساليب التي يتبعونها في التدريس. فضلاً عن استخدام الاستراتيجيـات أو المناحي التي تلائِم أساليب التعلّم الفردية لدى الطلاب؛ ما يسمح للمعلميـن بطرح استراتيجيات ومواد قراءة متنوعة تكون محفزة وجاذبة للطلاب حتى تصبح القراءة خياراً نابعاً من الذات وليس واجباً.

يتمتع معظم المعلمين بدافعية عالية ورغبة أكيدة في تعليم طلبتهم وتمكينهم ليصبحوا قارئين مهرة يستمتعون بالكلمة المطبوعة. وقد شَكَّلت بعض الاختبارات المقنّنة الناجمة عن تسييس التعليم من خلال قانون «عدم إهمال أي طفل» (No Child Left Behind) تحديـاً كبيراً أمام المعلميـن، تمثَّل في وجوب استخدام أساليب التعليم المتمايز للوصول إلى الطلاب الذين يتطلّب تعليمهم اتباع طرائق تعلّم مختلفة. وبوجود القليل من الوقت للتخطيط، ونقص المرونة الملازمة لبعض برامج تعليم القراءة المثقلة بالصوتيات، والتعقيد والحجم المتزايدين لأبحاث الدماغ المتعلقة بالقراءة؛ فإنّ المعلمين عادة لا يمتلكون معرفة بعلم الأعصاب،

obeikandl.com

أو وقتًا ليقوموا بأنفسهم بتقويم الأبحاث- ومنها الأبحاث الزائفة- المقدّمة لدعم برامج مناهج القراءة التي يتعيّن عليهم تدريسها.

يمكن لأبحاث الدماغ التي يراجعها الأقران أن توفِّر بيانات وتفسيرات بيولوجية موثوقة. ولكن، ينبغي للتربويين أن يكونوا حذرين من البحوث الزائفة التي تُسنَد جزافًا إلى أبحاث الدماغ، وأن يملكوا القدرة على تمييزها من الأبحاث الصحيحة فعلاً. فعلى سبيل المثال، فإنّ إعادة التقويم اللاحقة لتفسيرات أبحاث التصوير المقطعي ذي الانبعاث البوزيتروني مَكَّنت التربويين من تحديد الأبحاث التي يمكن ربطها بالتعلّم الحقيقي.

يُشار إلى أنّ أول أبحاث التصوير المقطعي ذي الانبعاث البوزيتروني الذي وفَّر معلومات عن تطور أدمغة الأطفال، كان جزءًا من مشروع بحثي أجرته جامعة كاليفورنيا عام 1987م، ولم يُقصَد منه أن يكون أداة بحثية عن التعليم؛ إذ كان الأطباء يقيسون نشاط الدماغ الأيضي لدى المرضى الذين يعانون النوبات وغيرها من الاضطرابات العصبية التي تؤثِّر في النشاط العصبي للدماغ. وقد شمل هذا البحث دراسة حالة (29) طفلًا مصابًا بالصرع، تتراوح أعمارهم بين (5) أيام و (15) سنة. وفيه، بدأ الأطباء أولًا بقياس نشاط الدماغ الأيضي وقت الراحة المخصّص لكلّ طفل (أيض الجلوكوز عند الأطفال حين لا تتمّ إثارتهم ببيانات حسية أو معرفية)، ثمّ توصّلوا إلى أنّ أعلى معدل لأيض الجلوكوز، في أثناء مراحل تطور أدمغة هؤلاء الأطفال، كان في سنّ الثالثة أو الرابعة عندما بلغ معدل الأيض ضعفي معدل أيض الجلوكوز لدى البالغين. أمّا بعد سنّ الرابعة فقد ظل الأيض محافظًا على المستوى نفسه نسبيًّا حتى سنّ التاسعة أو العاشرة، ثمّ بدأ بالانخفاض ليصل إلى معدله الطبيعي في مرحلة البلوغ ويستقر في سنّ السادسة عشرة أو السابعة عشرة؛ (Chugani, Phelps, & Mazziotta, 1987).

إنّ البيانات الخاصة بتطور الدماغ التي أفضى إليها بحث جامعة كاليفورنيا، لوس إنجلوس، (University of California, Los Angeles –UCLA) عام 1987م، كانت ثمرة جانبية لغرض البحث المتمثّل في دراسة أيض الدماغ لدى الأطفال المصابين بالصرع أو أمراض عصبية أخرى؛ إذ لم يُقصَد منه أن يكون أداة لتحديد العمر الذي يكون فيه أيض الدماغ في أوجه، أو إيجاد أيّ روابط للأوقات التي يجب فيها التأكيد على التدخلات التربوية.

وفي واقع الأمر، فقد برزت المشاكل عندما أُعطِيت البيانات المتعلقة بأيض الدماغ أهمية أكثر ممّا تعنيه في الحقيقة. فعلى سبيل المثال، عكفت أحد الأبحاث السابقة على حصر كثافة عدد روابط المشابك بين خلايا الدماغ في عينات تشريح مأخوذة من أفراد من مختلف الأعمار؛ (Epstein, 1978). وقد تبيّن وجود علاقة تربط بين العمر الذي تكون فيه كثافة المشابك في حدّها الأعلى (أي عدد الروابط البينية بين الخلايا العصبية أو التشابك العصبي) والعمر الذي يكون فيه أيض الجلوكوز مرتفعًا حسب صور التصوير المقطعي ذي الانبعاث البوزيتروني الذي تعرّضت له مجموعة الاختبار في بحث جامعة كاليفورنيا. إلّا أنّ أيًّا من هذه النتائج لم يُثبِت أنّ ارتفاع معدل الأيض مردّه الحفاظ على هذه الكثافة الكبيرة للمشابك (أي الروابط بين الخلايا العصبية)، كما لم يَثبت أنّ كثافة المشابك أو نشاط الدماغ الأيضي هما السبب المباشر لاحتمال تميُّز التعلّم في أيٍّ من هذه المراحل العمرية؛ (Chugani, 1996).

في الحقيقة، لم يدّعِ تشوغاني هو وزملاؤه أنّ فترات أوج النشاط الأيضي هي الفترات الحيوية المثلى لحدوث التعلّم. وقد يتضح في ما بعد صحة هذا الأمر. ولكن، ما زالت الحاجة قائمة إلى عمل أبحاث معرفية مرتبطة بالتصوير

openkanal.com

الدماغـي؛ لوضع فرضيات علمية عن كثافـة مشابك الدماغ، والنشاط الأيضي، وإمكانية التعلّم الأفضل.

إنّ التصويـر الدماغي في أبحـاث التعلّم والتعليم ما يزال إيحائيًّا إلى حدّ كبيـر، ولم يصل بعدُ درجـة الكمال تجريبيًّا في ما يخصّ إنشاء رابطة قوية بين كيفية تعلّم الدماغ وكيفية تأييض الأكسجين أو الجلوكوز. ومعظم الاستراتيجيات التي سأقترحها في الكتاب هي- في حدود فهمي للدماغ- متوافقة مع نتائج الأبحاث التـي تُظهِر كيفية استجابة الدماغ استجابة تفضيلية للمثيرات الحسية المقدَّمة لـه. وسيكون الأمر سابقًا لأوانه، ومناقضًا لما تدرَّبْتُ عليه كطبيبة؛ أن أدّعي أنّ أيًّـا من هذه الاستراتيجيات تـمّ اعتمادها من الدراسـات المعرفية المعاصرة، والتصويـر الدماغي، وأبحـاث التعلّم الصفية. فهي-حتـى الآن- مزيج من فن التدريس والعلم المتخصّص في دراسة كيفية استجابة الدماغ أيضيًّا للمثيرات، التي سترشِد التربويين إلى إيجاد أفضل الوسائل العصبية - المنطقية، التي توفِّر البيانات اللازمة لتحفيز عملية التعلّم.

تقويم أبحاث الدماغ المتعلقة بالقراءة

يمكـن لتقويـم الدراسات الـذي يُعنى بإعـداد القارئ الجيـد، أو العوامل والاستراتيجيـات المرتبطة بالإنجـاز الناجح لمراحل القـراءة أن يكون تقويمًا خادعًا. ومثل المنطق الخطأ الذي «يربط» بين شرب الحليب والقَتَلة (99% من القتلة شربوا الحليب على نحوٍ منتظم في طفولتهم)، فإنّ المجموعة المستفيدة المتكسِّبة مـن شراء المنهاج أو تطبيقه يمكن أن تسـيء عرض البيانات. وحتى في حال اعتماد البيانات على فحوص التصوير الدماغي، فإنّ هنالك خلافًا حول تفسير ما تعنيه نتائج الصور.

أحد الموضوعات المختلف عليها هو نظرية الخلل الدماغي (brain dlitch theory) لعسر القراءة المستندة إلى التفسيرات الخاطئة لصور الدماغ من أجل دعم المناهج المثقلة بالصوتيات. تقترح هذه النظرية وجود منطقة محدّدة في القشرة الأمامية الجبهية، حيث يُسبِّب الخلل أو القصور مشكلات في القراءة، يمكن علاجها أو التخفيف منها عن طريق برنامج القراءة المثقل بالصوتيات والمدمج في منهاج القراءة المدعوم من قانون «عدم إهمال أيّ طفل». إلاّ أنّ المشكلة في الزعم القائل بأنّ مناطق معيّنة من الدماغ مسؤولة عن الأجزاء المحدّدة من عملية القراءة المعقدة؛ تتمثَّل في النظر إلى التصوير الدماغي بوصفه علماً غير دقيق. وقد تشير نتائج إحدى الدراسات التي تستخدم أساليب التحفيز المغناطيسية للمقارنة بين المعالجات الصوتية والدلالية، وتحديد مناطق النشاط في القشرة الأمامية الجبهية، إلى وجود أدلة مهمة تفصل بين المعالجة الصوتية والدلالية. ولكن، تبقى مجموعة من الأسئلة دون إجابة؛ لأنّ التصوير الدماغي يبيِّن فقط ارتباط نشاط أحد أجزاء الدماغ بعملية أو مهمة معرفية، ولا يبيِّن إذا كان هذا الجزء لازماً للعملية أو المهمة.

إنّ الافتراض بوجود خلل في نشاط أحد أجزاء الدماغ يُسبِّب عسر القراءة، يحتاج إلى دليل دامغ. وحتى الآن، فإنّ هذا النوع من التقويم الذي يعتمد على الدراسات التي تبحث في مثل هذا الخلل، قدّم خليطاً من الأدلة غير الحاسمة على وجود أجزاء محدّدة اعتراها خلل دماغي يتعلق بالقراءة؛ (Poldrack & Wagner, 2004).

إنّ استخدام التصوير الدماغي لتقويم نشاط الدماغ قبل التدخلات الخاصة بالقراءة (تدخلات يقيسها التحليل الشامل لمهارات القراءة)، وفي أثنائها، وبعدها؛ قد يساعد -بصورة موضوعية- على تحديد أفضل استراتيجيات التدخل الخاصة بالقراءة وأنسبها للطلبة، وذلك بناءً على أجزاء الدماغ المسؤولة عن

القـراءة، التي تُظهِر نشاطًا أيضًيا غير طبيعـي خلال التصوير الدماغي، ولكنّ الحالة ليست كذلك.

وقد يلجأ بعض أصحاب الضمائر الميتة إلى التغرير بأولياء الأمور والتربويين باستخدام تفسيرات مضللة لصور ملونة جاذبة، التُقِطت بالتصوير المقطعي ذي الانبعـاث البوزيترونـي، أو بوساطة خرائط تخطيط الدمـاغ الكهربائي؛ لإثبات صحة استراتيجياتهم المستندة -حسب زعمهم- إلى الدماغ، وإيهام الجميع بأنّها أفضل من غيرها. وممّا لا شكّ فيه أنّ أولياء الأمور سيزورون صفوف أطفالهم، ويلتقـون خبراء الموارد طلبـًا للنصيحة. وعلى الرغم مـن خبرتي ومعرفتي في علم الأعصاب والتعليم، فإنّني أنصح أولياء الأمور بالتزام الحذر والتحرّي قبل التسجيل في برامج تُكلِّف آلاف الدولارات، وتتطلّب العديد من الصور أو خرائط الدماغ لمراقبة مدى التطور المنشود.

وقد توصّلْتُ -من تحليلي للأبحاث- إلى عدم وجود برنامج واحد فقط يمكنه معالجة مناحي اضطرابات القراءة جميعها. ولو كان مثل هذا البرنامج موجودًا، لأوصى خبـراء المناهج الأكاديمية واللغوية -الذيـن التقيْتُ بهم- باعتماد هذا البرنامج وتعميمه على إدارات المدارس وأولياء الأمور. وبما أنّ مثل هذه البرامج لـم تثبت فاعليتها قبل التصويـر الدماغي، ولم تدعمها الاختبـارات المعرفية؛ فإنّني أنصح بالحذر منها، وأقترح على أولياء الأمور الذين يستفسرون عن آخر العلاجـات التي توصي بها أبحـاث الدماغ بخصوص عسر القراءة أو غيرها من الصعوبات؛ أن يستشيروا خبيرًا في القراءة يقطن في منطقة سُكْناهم، ولا يمتّ بأيّ صلة لبرامج المعالجة الخاصة الخارجية.

إنّ الخبـر السار في هذا الشأن هو توجُّه الأبحاث المضبوطة جيدًا للبحث عن دليل يُثبِت حدوث تغيّرات في الدماغ بعد استخدام استراتيجيات تدخل ناجحة في القراءة. وبرأيي، فـإنّ نتائج بعض هذه الأبحاث ستُثبِت أنّ الصور الملتقطة

لأدمغـة بعض الطلاب ممّن تغلبوا علـى عسر القراءة وأظهروا تحسّنًا موضوعيًّا في اختبار مهارات القراءة؛ سنُظهِر حدوث تغيّرات فيها بعد القيام بالتدخلات. وأعتقد بأنّ إجراء مزيد من الدراسات المتعلقة بالتصوير الدماغي والدراسات المعرفية المستقبلية سيُظهِر وجود علاقة بين بعض التدخلات وتحسُّن مهارات قرائيـة بعينها، وستصبح صور الدماغ الملتقطـة لهذه الفئة من الطلاب شبيهة بصـور الدماغ الخاصة بالقرّاء الجيدين. وربّما -عمّا قريب- سيأتي وقت تدعم فيه الأدلة الموضوعية استراتيجيات معيّنة لتحسين الشبكات الدماغية لمعالجة اختلال اللغة لدى هذه الفئة. وحتى ذلك الحين، فإنّني أعتقد بأنّ الاستراتيجيات التي أستخدمُهـا، والتي سأصفُها، هي أكثر الاستراتيجيـات توافقًا مع دراسات التصوير الدماغي الأولية عن شبكات الدماغ، التي تُظهِر وجود نشاط أيضي في أجزاء محدّدة من الدماغ، في أثناء عملية القراءة المعقدة.

obeikandl.com