الكيمياء في السياق المجتمعي: فكرة معروضة تفاعلية

د. نادر وهبة

كنا في غرفة مليئة بالدوارق والسوائل،[1] كرات بلورية بيضاء منتفخة بفعل غاز ثاني أكسيد الكربون،[2] بخار أبيض متصاعد، سوائل تتغير ألوانها. مزيج من الروائح القوية، غير مألوفة، وكأنك في غرفة سحرة. ظهورنا منحنية ومشدودة، متوجهة نحو دورق زجاجي، وعيوننا مترقبة لما قد يحدث بداخله. فنص التجربة يتحدث عن تغير مفاجئ يطرأ على لون السائل بداخل هذا الدورق، لون مائل إلى الصفرة، يتحول إلى الأحمر فالأخضر عند التحريك، ويعود عكسياً إلى الأحمر والأصفر في حالة السكون، فهي تحولات في الألوان تشبه تغيرات اللون في إشارة المرور (شكل 1). لكن على الرغم من اتباعنا خطوات مدروسة، لم يحدث هذا التغير المتوقع. ارتخينا إلى الوراء. أمسك مراد (وهو طالب في الصف الثامن) نص التجربة، وقال وهو يحرك الدورق:

- عملنا كل إشي، ذوبنا صبغة الإنديغو في الكحول، أضفنا الجلوكوز، حركنا، أضفنا هيدروكسيد الصوديوم، مش عارف شو صار! ممكن هناك مشكلة في المقادير؟
- مريم (طالبة جامعية سنة ثالثة): عملنا كل إشي زي ما هو مكتوب، ممكن بحاجة إلى وقت أكثر. خلونا نستنّا شوي.
- نريمان (طالبة جامعية سنة ثانية): عندي شعور بأنه لازم نزيد كمية الصبغة.

ما يجمعنا اليوم هو حبنا للعلوم، على الرغم من الاختلافات في العمر والتخصص. نحن مجموعة تكونت منذ عام ونصف لكي "نفكر بأيدينا"، لقيادة مهرجانات العلوم وعمل أنشطة مجتمعية تهدف إلى تحبيب الجمهور من أطفال وكبار بالعلوم، وذلك عبر تجارب مثيرة توضح لهم بأن "ما نراه أمامنا ليس سحراً، بل علوم نعرضها عليكم اليوم بشكل مختلف عما تعودتم عليه، فلنفكر معا كيف تعمل العلوم".

شكل (1): تجربة إشارات المرور الكيميائية.

يمكن أن نصف الخطوات الرئيسية لعملنا على النحو التالي: نفكر في موضوعة ما في العلوم تثير شغف الجمهور (وكان موضوع المهرجان لهذا العام هو الضوء)، نبحث في الإنترنت واليوتيوب عن تجارب لها علاقة بالموضوع، نحضر المواد ونجرب مرات ومرات، نناقش النتائج والتحديات، نقرر ما إذا كانت التجربة ممتعة، أو مناسبة للعرض أمام الجمهور، نتعلم كيف نفعّل التجربة مع الجمهور، وكيف نتحاور مع الناس، وفي بالنا دائماً أننا لن نستطيع توقع من سيحضر، ومن سيجرب، ومن سيسأل: هل هو أم أو أب مع أطفالهما يقضون وقتاً مستقطعا للراحة من متطلبات الحياة الصعبة؟ أم تلاميذ يحبون العلوم ويرغبون في تجريب أفكارهم ومهاراتهم؟ أو ربما معلمة مدرسة، تريد أن تستفيد من التجارب في التعليم؟ أو أستاذ جامعي يريد أن يمتحن معرفتنا بالتجربة؟ بالتالي، كان علينا أن نفكر كثيراً في سؤال مركزي: كيف يمكن تحقيق "التفاعلية والمتعة والتعلم في آن واحد": هل نقدم التجربة كعرض فقط، أم عرض ويليه محطات عمل وتعميق، أو ورشة عمل لفئة معينة؟ وماذا يجب أن نعرض مع التجربة من رسومات ووثائق وأغراض".

نحن الآن في قمة الفضول إن صح التعبير. يذكرني الحدث بما كتبه جيروم برونر[3] حول الفضول، حيث عرّفه بأنه شيء يشبه الدافع الداخلي؛ تلك الحالة التي يصب فيها اهتمامنا على شيء ما غير واضح، لامتناهٍ، ويقول: «الوصول إلى الوضوح أو البحث عنه هو الوصول إلى الرضى ... وما يرضي الفضول هو شيء متأصل في حلقة النشاط (أي الفعل)»، ويضيف: «إن الفضول المفرط، غير المدجّن لا يختلف عن التشتت أو الشرود؛ فأن تكون مهتماً بكل شيء، كأنك مهتم بلا شيء لمدة طويلة». أستطيع أن أرى المشهد الآن مجدداً، نريد أن نعرف عن هذا الشيء الغامض بين أيدينا.

أخذنا نشكك بالمقادير، بصلاحية المواد، وحتى ما إذا كانت الدوارق نظيفة أو مناسبة. لدينا الإحساس بأنه قد يحدث شيء ما في أي لحظة، وعلينا أن نكون يقظين. مرت نصف دقيقة، ودقيقة، وكأن الزمن قد توقف، فالدقيقة بالنسبة للكيميائيين ليست هي تلك التي نعرفها، هي لحظات الشعور المواكبة للزمن من قلق، وترقب. أخذ صبرنا ينفد، وفقدنا الثقة بالنص، أو ربما فقد النص مصداقيته، فتركناه جانباً، وأضفنا كمية قليلة من صبغة الإنديغو الزرقاء دون تحديد الكمية بالضبط، فتحول لون السائل إلى الأخضر الزيتي، وهو اللون الذي توقعه النص، لون متوقع لأن النص توقعه، لم يهمنا حينها سؤال ربما يخطر في بال أي شخص من الخارج: كيف يُنتِج لون أزرق غامق بهذا العمق لوناً أخضرَ زيتياً؟ حرمنا النص من التفكير حتى في البديهيات، وربما من حسن حظنا أننا تركناها جانباً ولو للحظات. أضفنا بعضاً من الجلوكوز، لا نعرف كم أضفنا بالضبط، وكان خوفي إن نجحت التجربة بالصدفة أن لا نتمكن من إعادة المكونات بالمقادير التي أنجحت التجربة. حركنا، غيرنا الدورق، ووضعنا السائل في دورق أوسع، «فلربما بحاجة إلى أوكسجين أكثر» قال مراد. لا فائدة. لم نحصل على ألوان أخرى سوى الأخضر الزيتي. لم تعد الإمبريقية تقودنا، بل قادتنا العاطفة، وسيطر علينا الحدس، فنحن نريد أن نرى التغيير، ولا يهمنا التعليمات. ربما لو أضفنا بعضاً من الماء، أو قليلاً من القاعدة.

تذكرت قصة «العطر» لباتريك زوسكيند،[4] قصة جرت أحداثها في أوائل القرن الثامن عشر، حيث استطاع فيها بطل الرواية غرونوي أن يصنع عطر «الحب والروح» لسيدِه بالديني- العطار الأكثر شهرة في باريس، الذي حاول مراراً الحصول على مكونات الخلطة لصنع هذا العطر بالتحديد، فلم ينجح. حلل غرونوي رائحة العطر والمكونات الأصلية لهذا العطر بالاعتماد على ملكة الشّم، حضّرها، وسكبها بكميات تقديرية دون استخدام أدوات العطار المخبرية، ففاحت رائحة العطر في الغرفة، واغرورقت عينا بالديني بالدموع، بعد أن يئس من تلك المحاولات الفاشلة على مدى عامين لتقليد هذا العطر. لم يلجأ بالديني إلى الصيغ الكيميائية وأدوات المقياس المدرجة. لقد تفاعل الخيال مع ملكة الشم لديه، لينتجا العطر الباريسي البرجوازي، «الحب والروح». ما حصل في غرفتنا اليوم ربما يشبه ما حصل مع غرونوي. هنا لم نعد نأبه بالمقادير والخطوات، بل على تقاربات الألوان. أصبحنا ندقق أكثر بمواصفات اللون، فعلينا أن نحصل على لون أصفر شفاف يشبه لون زيت الذرة، وأعدنا التجربة بالمقادير التقديرية للحصول على اللون المطلوب.

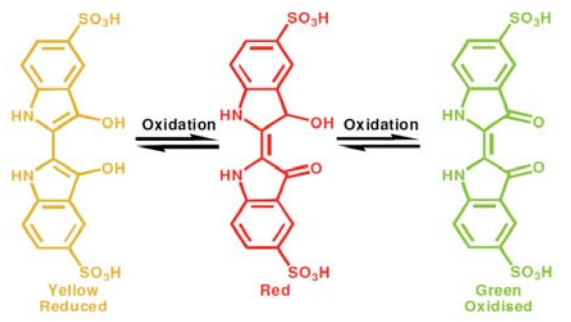
بدأ يعمل الخيال بشكل أكبر، فهي فرصة لنا أن نرى اللون المطلوب بخيالنا، ونخمن الكميات، ونبرر سبب إضافتنا للكميات في كل مرة، ولماذا يمكن أن تنجح المحاولة. انفتحنا على مفاهيمنا، وأصبحنا نفكر في معارفنا، وتوضحت لنا معتقداتنا، وانكشفت آفاق جديدة للتجريب بالخيال. الكثير منا يعتقد أن العلوم تطورت باتباع ما يسمى «الطريقة العلمية»، لكن من رجع إلى تاريخ تطور المعرفة العلمية، يرى أن حالة الفوضى التي عشاها العالم في مرحلة ما من مشروعه العلمي قادته إلى الإبداع، فالطريقة العلمية -في رأيي- هي وصفة لقتل الإبداع والخيال، طريقة تتطلب منا أن نعتمد بشكل أساسي على فرضية نستخلصها من أطر ونظريات معرفية سابقة، لكن ذلك لم يخدم كبارنيكوس في نظرية مركز الكون، ولا لافوازييه مع نظرية الأوكسجين، ولا واتسون وكريك مع نظرية الحمض النووي، ولا آينشتاين مع النظرية النسبية. جميعهم وضعوا جانباً، ولو للحظات، تلك النظريات السابقة، وفتحوا المجال نحو الخيال في إطار حر من الممكنات.

انفصل مراد في زاوية الغرفة، واختار طاولة لكي يجرب ما قرأه، بينما ذهب رامي إلى مصباح الأشعة فوق البنفسجية وسلطه على المواد المخلوطة في الدورق، ربما كان يعتقد أن الطاقة الناتجة عن هذا المصباح يمكن أن تحث المحلول على التوهج، ولا استغرب ذلك، فقد كان رامي منغمساً في تجارب سابقة لها علاقة بكيمياء الضوء، وتلك المواد المتوهجة عند خلطها معاً. أما نريمان ومريم، فبدأتا تضيفان هيدروكسيد الصوديوم على محلول صبغة الإنديغو بشكل تدريجي لدراسة درجة تغير اللون، فهما من المهتمات بموضوع التأكسد والاختزال في الحموض والقواعد، وكيف تتغير الألوان وفق تغير درجة حموضة الوسط، وقد عرضتا تجارب تفاعلية مع الجمهور في هذا الموضوع سابقاً. لحظات قيمة في فحص خبراتنا السابقة، نجربها، ونستكشفها. حالة من الفوضى الصحية، تلك التي عاشها العلماء، لحظة يأسهم من نتائج البيانات، وانحرافها عما هو متوقع، فهي لحظات الانغماس في الشيء.

شطحنا قليلاً، وسمحنا لأنفسنا بأن نتخلى عن الوضعية الإمبريقية. لم نعد مرتبطين بالأوضاع المحسوسة، فهي أوضاع بالنسبة لفيجوتسكي نقطة يكون فيها الخيال صفر: «تلك النقطة التي تظهر عندما يكون الفرد بارتباط كامل بالمحسوس، غير قادر على تجريد نفسه منها، أو إعادة تشكيله لها بشكل مبدع». وخلال ترقبي للفريق، سمعت رامي (طالب الصف السابع، 12 سنة) يهمس، فتوجهت إليه، أثارني سؤاله المستحي الخافت، ربما كان يتساءل مع نفسه، أو كان متردداً في طرح السؤال:

- ليش من المفروض أن يتغير اللون؟

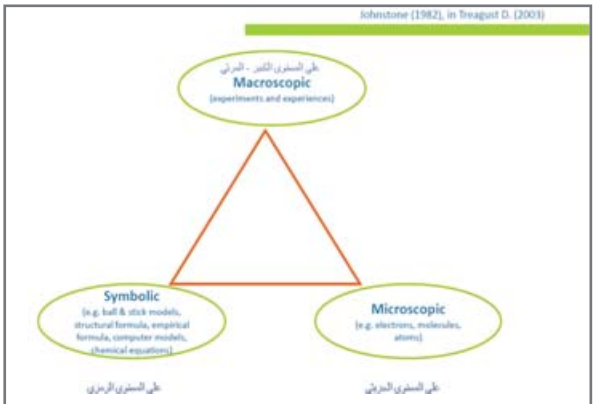
وكأن السؤال قد انزلق من فمه، ربما استنفد فضوله، وجاء سؤاله في مرحلة من اليأس، أو ربما كان يتساءل طيلة الوقت، لماذا هم منشغلون بتلك التفاصيل التقنية لهذه الدرجة؟ حرك سؤال رامي فينا تساؤلات عديدة، مرت وكأنها صحوة، أو دعوة إلى العودة إلى النظرية من جديد. فهل نعمل من أجل إثبات التجربة، أم مساءلتها، أم إثبات نظرية ما حولها؟ وهل من المعقول أن لا تعمل التجربة؟ فهي معادة مئات المرات، وشاهدنا التغيرات على اليوتيوب والإنترنت، ووجدنا مراجع عديدة حولها. من المفترض أن يعمل الأكسجين عمله في التجربة، فيتفاعل مع المواد بقدر ذائبيته في السائل، فكلما امتزج الأكسجين أكثر، تفاعل مع المواد الذائبة، وتغير اللون (انظر شكل 2).



شكل (2): الصيغ الجزيئية لصبغة الإنديغو أثناء التفاعل.

لكن ومع ذلك، يبقى سؤال رامي الذكي، سؤال المايكرو – الجزيئي: لماذا يتغير اللون بوجود تلك المواد بالذات؟ السؤال الذي يعتبره الكبار من قائمة المحرمات، فهل يعقل أن نشرح الجزيئات والذرات، ومستويات الطاقة لهذا الجيل الصغير من الطلبة؟ ما الذي يغير اللون؟ يا إلهي، كم هو سؤال صعب في وقت صعب.

تذكرت ديفيد تريجيست،[5] معلم الكيمياء الذي أوجد نموذجاً لتعليم الكيمياء. فلكي تعلم الكيمياء لأي مرحلة كانت، عليك الأخذ بالاعتبار المستويات الثلاثة التالية: المستوى المرئي، والجزيئي، والرمزي (شكل 3). مثلاً، في محاولة افتراضية للإجابة عن سؤال رامي، يمكن أن نكتفي بالمستوى المرئي، كأن نقول إن السبب هو الأكسجين. لكن في حالة رامي الذي لديه أعلى مستوى من الفضول، نستطيع أن ننتقل إلى المستوى الجزئي والرمزي بكل سهولة، كأن نجلب كرات تمثل الذرات، ونتحدث عن كرتين تمثلان ذرتي الأكسجين الموجودتين على صبغة الإنديغو، وكيف أن ذرتي الأكسجين تتحولان في مراحل ما إلى هيدروكسيد (عملية تأكسد واختزال) بوجود المواد الثانية (وأقصد هنا الجلوكوز، وهيدروكسيد الصوديوم)، ومن المفترض أن يبدأ التفاعل باللون الأصفر، لأن المركب يكون في حالة اختزال بفعل القواعد الموجودة في المحلول (أي أن هناك ذرتي هيدروكسيد على الإنديغو كارمن) (انظر شكل 2)، وعندما نحرك قليلا، فإننا نعرض المحلول للأكسجين الموجود في المحيط، فيتأكسد أحد الهيدروكسيدين إلى أوكسجين ويتكون اللون الأحمر، وعندما نحرك أكثر، يتحول الهيدروكسيدان إلى أوكسجين، وبالتالي يصبح اللون أخضر.



شكل (3): نموذج تريجيست (1982).

لكن هل يجب أن أدخل في هذه التفاصيل الآن، في الوقت الذي لا يعمل فيه أي شيء؟ أتخيل نفسي أقول: المفروض أن يحدث كذا، والمفروض أن يظهر كذا ...؟ لا، من الأفضل ربما أن أؤجل ذلك ريثما تنجح التجربة، على الأقل عندما نصل إلى الألوان، أو حتى لون واحد من الألوان المرغوبة. لا أريد أن أدخل في تعقيدات الشرح الآن، ربما سيفقد رامي والمجموعة الفضول، هذا إن لم يفقدوه أصلاً، فعادة عندما أبدأ في الحديث عن المستوى الجزئي، وأراقب أعين المستمعين، فكأنهم يقولون لي «اسكت، هذا لا يهمنا»!

لم يصبر رامي، وتوجه إلى الكمبيوتر المتواجد في الغرفة، ودخل إلى الإنترنت، وأخذ يقرأ ما هو متوفر من معلومات باللغة الإنكليزية،

ولحقته بقية المجموعة، وبدأوا يقترحون ماذا يمكن أن يكتب رامي على شبكة البحث لكي يصلوا إلى المطلوب. دعوني إلى الإنترنت للبحث معهم، يريدون معرفة المزيد، الآن، وليس لاحقاً. شعرت في تلك اللحظة أنني أتعلم منهم، وأني جزء من فريق بحث حقيقي.

تبرع مراد بالإجابة: "إنه الأكسجين، من المفترض أن يتفاعل الأكسجين مع المادة لكي تعطي موادَّ وألواناً مختلفة". كان مراد مهتماً منذ صغره بالعلوم، وبالكيمياء بالذات، فقد شارك في أنشطة مدرسية ولامنهجية عديدة، وقدم للمجموعة التي معنا أفكاراً وتجارب مهمة للغاية.

مريم: يعني الأكسجين له أثر في التجربة؟

مراد: أكيد، إحنا كُل اللّي عم بنعمله إنو بنحرك كتير منيح حتى نعرّض المزيج السائل للأكسجين.

مريم: عشان هيك بنغطي الدورق؟

رامي: مش متأكد عشان هيك، فالدورق بداخله أوكسجين، سواء غطيناه أو تركناه مفتوح ... بس لسه اللي مش فاهمه هو كيف بغير الأكسجين اللون؟ شو السر في الخلطة من المواد؟

مراد: خلينا نفكر شوي، شو موجود عندنا في الدورق ...؟

رامي: صبغة الإنديجو كارمن،...

مريم: وجلوكوز، وهيدروكسيد الصوديوم.

مراد: تمام ... هاي شكل الصبغة (يشير بإصبعه إلى التركيب الجزيئي للصبغة التي وجدها من الإنترنت).

رامي: آه، (لحظة صمت) يعني مثل الأصباغ والكواشف الثانية، كلها لها شكل دوائر هيك (حلقات كربونية).

مراد: شكلو هيك ... .

مريم: بس الوسط الموجود قاعدي ... لأنه أضفنا هيدروكسيد الصوديوم ... .

نريمان: شكلو هادا كاشف فقط عن نسبة الأكسجين ... .

في الحوار السابق، توفرت ظروف لتكون معرفة جديدة، تجلت عبر الحوار التتابعي. هناك لحظة تحول ربما كانت مهمة في فهم الفريق لما يحدث، تلك اللحظة التي استطاع فيها الفريق، بمساعدة رامي، ربط شكل صبغة الإنديغو الجزيئي بأشكال الكواشف الأخرى. فقد استخدم رامي مع بقية المجموعة الكواشف في تجربة الجليد الجاف[6] (dry ice): فمثلاً، استخدم المثيلين الأزرق، والفينولفثالين، والكاشف العالمي، ومعظمها مكون من حلقات جزيئية. ما هو ملفت للنظر بالنسبة لي آلية بناء المعرفة عبر السياق الاجتماعي التاريخي للمحاورين، فالتعلم عملية حوارية، وعملية بناء المعاني. ربما ينطبق هنا ما تحدث به الباحثان جيمز جي (James Gee)، وجوديث جرين (Judith Green)، في بحثهما في موضوع تحليل الخطاب الاجتماعي، مستندين إلى نظرية ميخيل باختين[7] (Bakhtin) في موضوع الحوارية والتفاكر. يتحدث الباحثان في بحثهما[8] عن الحوار النوعي بين شركاء الحديث، بأنه عملية «تستخدم فيها اللغة للسفر مع بعضهم من الماضي إلى المستقبل، وذلك عبر استكشاف فهمهم لواقع ما»، ينعكس فيه الحوار الاجتماعي إلى حالة تفاعل داخلي يؤسس لها التاريخ والثقافة، وهذا ما عرَّفاه بـ«الانعكاسية الداخلية» (Reflexitivity). يذكر الكاتبان في أبحاثهما أن الحوار المعتمد على الاستكشاف يؤدي إلى توليد نوع من التفكير الانعكاسي الداخلي في حال وجود سياقات تحدٍّ وحل مشكلات، عنه من أنواع أخرى من الحوارات، وبخاصة تلك التي سمياها النزاعي (الناجم عن اختلاف الآراء) أو التراكمي التتابعي الذي يحصل في الحياة اليومية.

العلوم التفاعلية ومسؤوليتنا نحو الجمهور

محطة رقم 1:

يدخل الزائر المكان، يصادف طاولة مستديرة مغطاة بغطاء أبيض، وموضوع عليها دورق مستدير القاع ومغلق يحوي سائلاً أصفر اللون. يحرك الزائر الدورق وفق التعليمات، ويلاحظ التغيرات التي تطرأ على اللون. يطلب أحد الفريق من الزائر التفكير بسبب تغير اللون، وتسجيل الملاحظات على الورقة، إضافة إلى شعورة تجاه هذه التجربة والخبرة التي مر بها.

ما هي مسؤوليتنا كمجموعة؟ أي نوع من الحوار نريد مع الناس في مهرجان العلوم؟ هل نحاور بهدف إثارة الشغف نحو العلوم؟ وهل هذا يكفي؟ كيف سنصل مع الجمهور إلى خبرة معاشة؟ خبره يعيش فيها المشارك في التجربة رحلة تعلم لها ارتباط ما في حياته وعمله واهتماماته؟ لا بد من بذل جهد أكبر. قمنا بطرح سيناريوهات في حال نجحت التجربة. مثلاً، نحضر المحلول في الدورق، نضعه على طاولة أمام خلفية بيضاء لكي يلاحظ الشخص الألوان بوضوح. ربما بحاجة إلى غطاء أبيض على الطاولة أيضاً. نضع أمام الطاولة لافتة كتب عليها العبارة التالية:

"حرك الدورق الذي أمامك. ماذا تلاحظ! سجل ملاحظاتك هنا. لنفكر معاً بما حصل من تغيرات".

السيناريو الافتراضي الأول: معلم يمسك الدورق ويحرك، ويلاحظ تغير الألوان.

المعلم: واو رائع: ما هي هذه المادة؟

الفريق: إليك الورقة: فيها التعليمات التي تمكنك من فهمها وطريقة عملها.
المعلم: من أين اشتري المواد ... ؟
(وهنا ينتهي التفاعل)

السيناريو الثاني: (طفل بعمر 8 سنوات مع أمه)، الأم تساعد الطفل لكي يحرك:
الأم: انظر لقد تغير اللون!
الطفلة (تتحدث مع أمها بعد أن جربت): أريد اللون الأحمر فقط، اسأليهم كيف ... تتحدث، وتضع يدها على السدادة لكي تفتحها.
الأم: هل مسموح فتحها؟
الفريق: نعم، لكن بحذر.
الطفلة: أريد أن أشم الرائحة (تحاول أخذ الدورق من بين يدي الأم، والأم تمنعها).

السيناريو الثالث: معلم يحرك الدورق:
المعلم: مممم ...، شو عم بيصير جوه الدورق؟
الفريق: هي مادة الإنديغو كارمن، صبغة تتفاعل مع الأكسجين لتعطي ألواناً مختلفة.
المعلم: وماذا أيضاً؟
الفريق: هناك جلوكوز... .
المعلم: لماذا جلوكوز؟
الفريق: لأنه يساعد على التأكسد، إليك ورقة تفصل العملية بشكل علمي.

محطة رقم 2: طلاء قطعة من القماش:

طاولة مستطيلة تحوي محطات فرعية:

بمساعدة بالغ، يقوم الأطفال (عدد 3 في كل مجموعة) بإضافة مكونات الصبغة: صبغة الإنديغو، هيدروسلفيت الصوديوم، هيدروكسيد الصوديوم، كلوريد الصوديوم، (اتباع الخطوات على الرابط أدناه).

تغمس المجموعة قطعة قماش بيضاء في السائل.

تعلق المجموعة قطعة القماش على حبل غسيل لتأخذها معها مع نهاية المهرجان.

https://www.youtube.com/watch?v=-IjvHUKsE_w

أخذنا تلك السيناريوهات وبدأنا النقاش حول تبعاتها، وفي بالنا مجموعة من المبادئ حول التفاعلية، انخراط الناس، فهم الناس للعلوم، وتلك التي تؤسس لتوجه إخراط المجتمع بالعلوم. أين حصل الانخراط؟ وكيف؟ وهل هذا ما نريده حقاً؟ أم نريد أكثر من ذلك؟ وماذا يهم الناس في هذه التجربة: مجرد مادة كيميائية تغير لونها، جميل، ولكن!

حاول جين جريجوري وستيف ميلر[9] (Jane Gregory and Steve Miller) الإجابة عن تساؤلات محورية في حقل التواصل العلمي[10] مع الجمهور، أو ما يعرف بالثقافة العلمية، أو «دمج» الجمهور للعلوم، فمن المفترض أن يختفي ذلك الخطاب الأكاديمي المنشور في المجلات العلمية الأكاديمية والمحكمة، الذي يدعي فيه العالم المنهجية العلمية، وتختفي معها مظاهر سلطة العلم وفوقيته، ومعها ذلك الإرث النخبوي الذي بناه العالم عبر رحلته الطويلة مع التخصص. فهل يتحقق ذلك حقاً في حقل التواصل العلمي؟ يعرض الباحثان إشكاليات الحقل، إحداها تكمن في تحول الهدف من التواصل العلمي مع الجمهور إلى إعادة بناء أفكار العالم أو الفريق العلمي في عقل شخص آخر (الجمهور)، وهذا هو الدور الوظيفي للحقل، الذي يستخدم فيه العلماء الجمهور لأهداف سياسية، بمعنى استقطاب الجمهور للتأثير على المدارس العلمية المنافسة التي تعمل في التخصص نفسه ضمن الحقل الواحد. يضيف الباحثان أن العلماء في تلك الحقول المتنافسة يحاولون إقناع الآخر بطرق مختلفة غير الكتابة العلمية، مثل الإعلام، والمهرجانات العلمية، والمسابقات، وغيرها، بهدف جعل أفكارهم العلمية أكثر ألفة، بهدف كسب الآراء، وهي في نظرهم عملية تشبه محاولة رجال الدين استقطاب الناس. بالتالي فقد وقع حقل التواصل العلمي في نفس إشكالية الحقول العلمية، وهي عملية في غاية التعقيد؛ عملية يصفها عالم الاجتماع ستيفين هيلجارتنر[11] بـ«الاستغلال»، «استغلال الجمهور للتصويت ضد أو مع قضايا معينة تصب في صالح مجتمعهم البحثي»، هنا يصبح حقل التواصل العلمي أداة الإقناع الذي يحكمه القوي بهدف الحصول على تمويل للمشروع البحثي، ما يفقده المصداقية أمام الشارع.

وأدرج جريجوري وميلر التوجه السابق ضمن النموذج الخطي: ذلك النموذج من التواصل الذي يبدأ من مرسل: العالم أو الفريق العلمي في الحقل المتخصص عبر موزع: أو وسيط مثل الإعلام، إلى مستقبل: أي الجمهور، بهدف توصيل المعرفة إلى الناس، وهو نموذج يضع العلماء في المقدمة. أما النموذج الثاني، فهو الانتشار (Diffusion)، وهو نموذج "الإقناع"، فما له معنى للعلماء حول حقل معين، يترجم عبر ميكانزمات واستراتيجيات معينة ليصل

إلى من هم غير المهتمين بالحقل أو العلوم بشكل عام. كلاهما وفق الباحثين يحمل منظور السلطة، ويفصل العلماء عن الجمهور.

وهنا تحدث جريجوري وستيف ميلر[12] عن النموذج الثالث، وهو الشبكي التفاعلي (web) مع الجمهور، حيث يتفاعل الإعلام التقني (الممثل بالوسط العلمي) مع الشعبي بشكل أكثر تعقيداً، ذلك النموذج الذي يفتح الحدود بين الحقول، من قبل أشخاص يعرفون أنفسهم بأنهم من "التواصليين" الذين يرسلون ويستقبلون المعرفة ليصبح فيه العلمي والشعبي مجتمع واحد يعملون بالمنظومة نفسها، ويؤثر كل منهما على الآخر.

ولتوضيح أكثر، الجأ إلى دراسة قام بها كل من مارتين فارديبساندن وفرانس ميجمان (Maarten C.A. van der Sanden and Frans J. Meijman)[13] في محاولة لدعم تقدم الحقل نحول التأثير الشعبي على العلوم، وبحثا فيها الخطاب المعلن والخفي في أحد برامج التواصل العلمي المتعلق بمراكز الصحة. وفي إحدى فعاليات البرنامج، فتح حوار مع الناس في الموضوع الجدلي المتعلق بفحص الحمض النووي (DNA) التنبؤي، وهو فحص يؤخذ بموافقة الشخص للتنبؤ بمدى إصابته بأمراض معينة في المستقبل وفق التحليل الجيني. في البداية حاول المنظمون التأثير على رأي الجمهور للموافقة على إجراء مثل هذا الفحص، وتبنوا خطاباً معيناً عبر أسئلة مفتاحية؛ مثل: "كيف تحافظ على صحتك؟" – وهو سؤال يندرج تحت الحوار الوظيفي الخطي، فالجمهور في هذه الحالة يتلقى نصائح من أصحاب المعرفة بأن "افعل كذا، ولا تفعل كذا لكي تحافظ على صحتك"، وهو الخطاب السلطوي، الذي يخضع الناس لنتائج أبحاث طبية، لا مجال للفرد في التشكيك أو حتى الاستفسار عن معقوليتها. في المقابل، تمت إعادة بناء العلاقة من قبل شبكة تفاعليين مختصين، فعندما تغير السؤال المطروح إلى أسئلة مثل "لماذا يجب علي الاهتمام بصحتي؟"، ازدادت نسبة اهتمام الجمهور بالمعرفة من وراء تكنولوجيا الفحص الجيني المسبق (التنبؤي)، وتمكن من طرح أسئلة أخرى، والتوصل إلى نتائج تتعلق بتفاصيل مختبرات العلوم التي تقوم بمثل هذا الفحص، وماذا يحدث هناك، ومساءلة موضوعة الأخلاق والعدالة والحرية والخصوصية. بالتالي، يدعو الكاتبان إلى تغيير أداة الحقل، أو على الأقل تطويره ليبدأ من الحوار المنطلق من المساواة والأخلاق، لكي ينتج النقاش الجدي نحو العدالة والحرية.

أين نحن من النماذج الثلاثة؟ فالأول نوع من الحوار مع العامة لنشر أفكار علمية محددة، وما دورنا فيها إلا الوساطة بين المعرفة المنتجة مسبقاً من قبل فئة من العلماء المهتمين والمتخصصين وبين الناس، ربما نحاول توصيل فكرة ما هنا؟ ما هي؟ هل نريد أن نوصل معرفة عن طبيعة المادة وعلاقتها بالضوء؟ عن مادة الإنديغو كارمن بالذات؟ عن التأكسد والاختزال؟ وهل نريد أن "نعلم" الناس فكرة ما؟ ما هي؟ ربما أننا علماء، نخطو المعرفة بطرق علمية، وعلى الناس أن تثق بالعلم؟ أن تفكر بشكل علمي؟ أن تخطو نهجاً علمياً في التفكير واتخاذ القرارات؟ ربما هذا مفيد، خصوصاً في ظروفنا الاجتماعية والسياسية التي نعيشها، ظروف قاهرة يلجأ الناس فيها على الخرافة والميتافيزيقيا في اتخاذ قرارات حاسمة. هل نلجأ إلى الحوار مع الناس حول التجربة والمعرفة التي توصلنا إليها، وكيف توصلنا إليها؟ هل هذا كاف؟ وهل نعزز في ذلك سطوة العلم التي تحدثنا عنها سابقاً؟ أسئلة جوهرية لا بد من طرحها باستمرار أثناء عملنا مع الناس.

فتح التجربة العلمية نحو الاجتماعي التاريخي والسؤال الإنساني: فكرة معروضة تفاعلية

نبتة الإنديغو (Indigofera Tinctoria)

ربما علينا أن نضع التجربة في سياق أكبر، السياق الثقافي التاريخي. موضوع الأصباغ الطبيعية، وتقدم اللباس في القرن الماضي، وحاجة الناس إلى صبغ الملابس بألوان زاهية تجلب الزبون، وتعطي المواد طبيعة جذابه عبر اللون الخلاب، وهنا نفكر في حاجة المجتمع إلى الأصباغ بكميات كبيرة لكي تلاحق الطلب. وبما أننا نتحدث عن الأصباغ الطبيعية، فمن الطبيعي الحديث عن تلك النباتات التي يتم استخراج الأصباغ منها.

محطة رقم 3:

معرض صور لزراعة الإنديغو عبر العصور.

عرض تلك الصور التي تظهر معاناة المزارعين.

في تجربتنا نتحدث عن صبغة الإنديغو كارمن، صبغة مستخلصة من نبات الإنديغو الذي ينمو بكثرة في بانغلادش شرقي الهند، (طبعاً هناك أصناف كثيرة من هذا النبات تنمو في أوروبا أيضاً). كانت عملية استخراج الصبغة من النبات في القرن الثامن عشر تتم بمراحل تعتمد معظمها على الأيدي العاملة، وتبدأ باستغلال الأراضي لزراعة بذور الإنديغو، يتبعها الانتظار 90 يوماً لحصد الأوراق، حيث يتم تجميعها في برك مائية، لتنتقع هناك فترة من الزمن، وبعدها تتم معالجة الماء الناتج، وترسيب الإنديغو الصلب على شكل مكعبات، أو مسحوق، تبكت وتشحن إلى دول أوروبا لتشكل المادة الأولية لصباغة الثياب باللون الأزرق. في عهد الاحتلال البريطاني للهند (تحديداً في أواسط القرن التاسع عشر)، كانت العملية أكثر درامية، حيث أجبرت الحكومة البريطانية المزارعين على استغلال أراضيهم لزراعة الإنديغو فقط، وأغرت طبقة من ملاكي الأرض الأصليين لاستغلال المزارعين بالقيام بعملية استخراج الصبغة تحت ظروف قاهرة. فالعملية تتطلب جهداً جسدياً عالياً من قطف المحصول، وتجميعه، ووضعه في أحواض، ونقعه، وضرب الماء المنقوع بالأرجل لتسريع عملية التخمير والترسيب، وجمع الراسب وكبسه بالماكينات اليدوية، وكل ذلك بهدف الحصول على قطعة من الصبغة لا يتجاوز أضلاعها نصف متر، تنتج من زراعة 4 دونمات من نبات الإنديغو.[14] وبالتأكيد، كان العمل تحت أشعة الشمس الحارقة، وكان كل ما يحصل عليه المزارع مقابل هذه العملية الشاقة بضعة قروش. كان يفضل المزارعون زراعة الأرز والتبغ، لكي يأكلوا منه، ويبيعوا ما تبقى، وهكذا يبقى المحصول داخل الهند، ويعود مردوده المادي للمزارع، ويستفيد منه الجميع، بدلاً من أن يزرعوا الإنديغو ويذهب إلى الدول الأوروبية مقابل لا شيء.

محطة رقم 4: غرفة أو ممر باللون الأزرق:

1. لماذا نرى اللون الأزرق: عرض لوحة مطياف الألوان.
2. عرض معروضة خلط الضوء الملون.
http://www.exploratorium.edu/snacks/colored-shadows
3. سيكولوجيا اللون الأزرق: بوسترات.
4. ممر باللون الأزرق: ماذا تشعر؟
5. لوحات فنية للفنانين مشاهير يطغى عليها اللون الأزرق.
6. اللون الأزرق عبر التاريخ.

وبسبب تردد المزارعين في العودة إلى زراعة الإنديغو في تلك الفترة، وانزعاج الملاكين من ذلك، أصدرت الحكومية البريطانية مرسوماً ملكياً في كلكوتا، أجبرت بموجبه المزارع على زراعة الإنديغو، وأصدرت أحكاماً صارمة لمن ينتهك العقود الخاصة بالزراعة. استغل ملاكو الأراضي الإقطاعيون هذا القانون، وعاملوا المزارعين باضطهاد كبير، وحرموهم من أمور كثيرة، وزادوا الأعباء عليهم، فما كان على صاحب الأرض إلا أن يفحص مكعب الإنديغو، ويحدد مدى جودته، وإرساله إلى تلك الجهات التي تصدره إلى الخارج.

تعالت أصوات المزارعين الرافضين لهذا العمل، وقرروا أن لا يطيعوا أوامر السادة، ورفضوا تلك الزراعة التي أدت إلى قتل العديد منهم. في المقابل، تعالت الأصوات المتعاطفة مع المزارعين، وبخاصة من قبل المحامين المحليين، حيث صدر العام 1853 أول مقال مناهض للإقطاعيين واستغلالهم. ازداد غضب المزارعين بسبب موت العديد منهم من قسوة الظروف وظلم الملاكين، ما أدى إلى نشوب انتفاضة شعبية العام 1859 سميت بانتفاضة الإنديغو.

ورافق الثورة عمل مسرحي للكتاب دينابانذو ميترا بعنوان "نيل دربان" أو "مرآة زراعة الإنديغو"، عرضت كمسرحية في بنغال، وترجمت العام 1861 من البنغالية إلى الإنكليزية، أجبرت بعدها الحكومة البريطانية على نشرها. كتب فيها ميتر مقدمة يقول فيها:

"أقدم هذا العمل لزارعي الإنديغو (هنا يقصد الملاكين)، والآن ليعرف كل واحد منهم بعد أن يراقب وجهه، يمحو بقعة "صبغة الأنانية" من جبينه، ويستبدلها برائحة الصندل، رائحة الإحسان والبر، عندها أعتقد أن عملي سينجح".

وكان الهدف من هذا العمل تحريك الرأي العام البريطاني، وبخاصة طبقة المثقفين، وذلك لإسناد الفلاحين في ثورتهم السلمية ضد الكولونيالية البريطانية. ونشرت المسرحية في جميع أنحاء بنغال، وبريطانيا، وكشفت وجه الاستعباد عبر هذه الزراعة المميتة، وانتشرت العبارة المشهورة في بريطانيا: "يخفي اللون الأزرق الذي نلبسه، لونا أحمر" كناية عن دماء المزارعين البنغال.

محطة 5: عرض فيلم فيديو لطريقة استخراج الإنديغو في الهند (الرابط التالي):

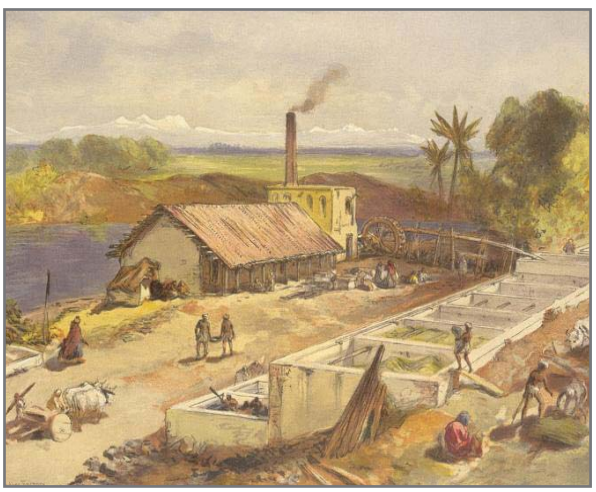
https://www.youtube.com/watch?v=UEMcjmyjoOY

أقتبس من مسرحية ميترا:[15]

في جولوك (رجل غني) وسادهو (مزارع)، يجلسان في البيت:

سادهو: يا سيدي، قلت لك حينها أننا لا نستطيع العيش أكثر في هذه البلد. ومع ذلك لم تسمعنا.

جولوك: أوه يا بني! هل من السهل أن يغادر الشخص بلده؟ كانت عائلتي هنا لأكثر من سبعة أجيال، والأرض التي استأجرها جدنا الرابع مكنتنا من أن لا ننظر إلى أنفسنا كخدم وعبيد للآخرين. الأرز الذي ينمو كان يزودنا بالطعام للعام كله، فهي وسيلة لإكرام الضيف، وخدمة الدين. حبوب الخردل التي نحصل عليها، كانت تزودنا بالزيت للعام كله، نبيعه بست أو سبعة روبيات. ليس سفاروبور بمكان للناس كي يختاروا أن يكونوا أو لا، فمن حقولها الأرز، والفاصولياء، والزيت، والدبس، والخضروات، والسمن من خزاناتها، فمن لا يتمزق قلبه عندما يفكر بمغادرة مثل هذا المكان؟ ومن يمكنه أن يفعل ذلك بسهوله؟



سادهو: الآن لم يعد مكاناً للسعادة: حديقتك ذهبت، وأقرباؤك قد تخلوا عنك. لم يمضِ 3 أعوام على حصول "الصاحب" (صاحب الأرض) عقد إيجار لهذا المكان، حتى قام بتدمير جميع القرية. لا يمكن غض النظر نحو الاتجاه الجنوبي، نحو زعيمة القرى (ماندال)، ما كانت عليه وما هي عليه الآن! قبل ثلاث سنوات، كان يكفي 60 رجلاً لكي يصنعوا وليمة يومية في البيت، وكان هناك 10 نصول للمحراث، ونحو أربعين إلى خمسين ثوراً، وكانت الساحة الرئيسية مزدحمة كما لو كان هناك سباق خيل، عندما كانوا يرتبون عربات الذرة، بدت وكأنها نبات اللوتس تمددت على سطح البحيرة محاطة ببساتين خشب الصندل، وكانت مخازن القمح والأرز ملآنة كما الجبال. لكن الآن، لم يتم استصلاح المخازن، وأصبحت على وشك الانهيار. لأنه لم يسمح إلا بزراعة الإنديغو في حقول الذرة، وقام "الصاحب" الشرير بضرب ماجو وساجو بوحشية، وكان من الصعب أن نخرجهم من قبضته، فقد باعا نصول المحراث والبقر بسبب ما حصل لهما. لقد غادر الماندااليون القرية.

محطة 6: عرض جزء من مسرحية ميترا (عرض نصوص المسرحية)

سادهو: لقد قالوا أيضاً من الأجدى أن نتسول من باب إلى باب على أن نعود ونعيش مجدداً هناك. بقي الأخ الأكبر وحيداً، وحافظ على نصلين، لكي يستخدمهما في حقول الإنديغو. وحتى هذا الرجل يحضر نفسه للهرب. يا سيدي، أقول لك أنت أيضاً أن ترمي جانباً حبك وارتباطك لمكانك الأصلي. آخر مرة ذهب الأرز الخاص بك، والآن سوف يذهب شرفك.

كيف لهذا النبات الأخضر أن ينتج صبغة زرقاء تشبه لون البحر والسماء، ولونا أحمر يشبه لون الدماء.

ما هي الخبرة التي مر بها فريقنا؟ وما هي الخبرة التي سيمر بها الجمهور؟

لقد ارتبط اسم الإنديغو بالعبودية والاضطهاد ليس في الهند فحسب، بل في جورجيا وكارولاينا الجنوبية خلال فترة العبودية. لم نعد نرى هذا اللون الأزرق كما كنا نراه، لقد أصبح محملاً بمعانٍ كثيرة، فزجاجة الإنديغو كارمن التي كانت بجانبي الآن هي خلاصة العذاب والاضطهاد الذي عاشه المزارع البنغالي، وكل مزارع عمل على حصاد نبتة الإنديغو. هي رمز للعدالة والحرية. وهي مكان قوي لربط الماضي بالحاضر، فما حدث مع البنغال، يحدث كل يوم لمزارعينا

الفلسطينيين، بأشكال مختلفة. فهل بالإمكان أن نقدم من خلال هذا المعرض العلمي الثقافي رحلة معايشة بين الماضي والحاضر؟

ركبت مع سائق تاكسي ذات يوم، وتبادلنا الحديث، تبين أنه من العوجا في أريحا، حيث كان يعتمد على عين ماء العوجا ليزرع البطيخ والموز، ويقول: "كان من لا يعرف زراعة البطيخ والموز، لا نصفه من المزارعين ... فزراعة الموز والبطيخ تحتاج إلى فن وعلم وإبداع لكي تنجح". يضيف: "لكن في يوم ما، جاء الاحتلال الإسرائيلي وزرع مستوطنة من خمسة أشخاص على نبعة العوجا، ومع الزمن كبرت المستوطنة، وامتدت على أراضٍ شاسعة، واستغل المستوطنون المياه لزراعة التمور وأنواع مختلفة من المنتوجات الزراعية المحسنة، لكي تصدر إلى الخارج". هنا قرر المزارع "السائق" أن يترك الزراعة ويذهب إلى العمل في رام الله كسائق تاكسي. إنها حرب على المزارع الفلسطيني بكل ما تحمله الكلمة من معنى.

محطة7: صور لمزارعين فلسطينيين، مناطق زراعية فلسطينية وتحتها اقتباسات من حياة المزارعين، ومعاناتهم.

في مقالة للكاتبة فيفيان صنصور[16] بعنوان «المزارع الفلسطيني: معقل أخير للمقاومة»، تقتبس مقولة مزارع يقول فيها:

"استيقظنا ذات يوم على إعلان من محافظ جنين يُعلمنا أن علينا إزالة محاصيلنا من الأرض. وإذا لم نفعل ذلك طواعيةً، فإن المحافظة ستزيلها لنا. كان محصولي حينها القمح. فذهبت وحصدته كي لا يتلفوه" وتتحدث هنا عن مصادرة السلطة الفلسطينية للأراضي الزراعية في منطقة الجلمة بهدف بناء "المناطق الصناعية التي تزعم أنها ستساعد المزارعين وتؤمن فرصَ العمل". وتضيف: "غير أن مزارعين كُثُراً يخشون أن تكون تلك المناطق مصممةً فقط لتحويلهم إلى عمال بدلًا من مزارعين منتجين، وتجريدهم عن سبق إصرار وترصد من أهم مصادر قوَّتِهم، ألا وهي الأرض، بينما تدعي أنها تساعدهم." كما تتحدث الكاتبة عن المنطقة الصناعية المراد إقامتها في أريحا، وتقتبس من المزارع ناصر إسماعيل الذي يزرع التمور بشكل عضوي: "نواجه تحدياً يتمثل في تدفق تمور المستعمرات الأرخص بكثير، لأنها تروى بمياه المجاري غير المعالجة". وأضاف عندما سمع عن المنطقة الصناعية التي ستفتتح مرافق تعبئة وتغليف للتمور: «إنْ صحَّ ذلك، فقد انتهى أمرنا. لأن مرافق التعبئة والتغليف هذه موجَّهة لخدمة الإنتاج الغزير للحقول الزراعية، أمّا أنا فمن صغار المزارعين، وسأخسر عملي بسببها.»

محطة 8: لوح وورق وقلم: يكتب الزائر عن الخبرة التي مر بها خلال المعرض: رأيه، ماذا تعلم، مشاعره.

مدير مشروع وليد وهيلين القطان لتطوير البحث والتعليم في العلوم

الهوامش:

1 هذا اللقاء كان من لقاءات فريق العرض العلمي القائم عليه مشروع العلوم، مركز القطان للبحث والتطوير التربوي، ويأتي ضمن فعاليات مهرجان العلوم 2015. كنا نحضر لفعاليات علمية نقدمها في مهرجان العلوم، وكانت تجربة إشارات المرور إحداها.

2 كانت تجربة الجليد الجاف (ثاني أكسيد الكربون الصلب dry ice) إحدى تجارب المهرجان، وتفاعلها مع الماء والصابون.

3 Bruner, Jerome Seymour. Toward a theory of instruction. Vol. 59. Harvard University Press, 1966.

4 زوسكيند، باتريك. العطر: قصة قاتل. ترجمة: نبيل الحفار، بيروت: دار المدى، 2013.

5 Treagust, David, Gail Chittleborough, and Thapelo Mamiala. «The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations.» International Journal of Science Education 25.11 (2003): 13531368-.

6 الجليد الجاف هو ثاني أكسيد الكربون بحالته الصلبة، يخرج بخاراً كثيفاً عند وضعه في السوائل، ويغير الوسط إلى حامضي. يمكن مشاهدة هذا الفيلم على اليوتيوب لإجراء التجربة: https://www.youtube.com/watch?v=Hf2bCA1i-Oc

7 Bakhtin, M. (1981) Discourse in the novel. In M. Holquist (ed.) The Dialogic Imagination. Four Essays byM. Bakhtin (trans. C. Emerson andM. Holquist). Austin, TX: University of Texas Press.

8 Gee, J. P., & Green, J. L. (1998). Discourse analysis, learning, and social practice: A methodological study. Review of research in education, 119169-.

9 Gregory, Jane, and Steven Miller. Science in public. Basic Books, 2000.

10 يناقش ترينش وبوخي (في المقالة أدناه) الجدل القائم حول ما إذا كان «التواصل العلمي» (Science communication) حقلاً من حقول المعرفة، ومن خلال مراجعتهما، يبدو أن هناك مؤشرات تظهر بولوج هذا التخصص كحقل عبر مناهجي له صفات الحقول الأخرى. للمزيد في ذلك، يمكن الرجوع إلى المقالة:
Trench. Brian. and Massimiano Bucchi. «Science communication. an emerging discipline.» JCom 9. no. 3 (2010).

11 يستشهد جريجوري وميلر بعالم الاجتماع ستيفان هيلجارتنر الذي يتحدث عن «تشويه العلوم» عبر التبسيط، الأمر الذي يعتبره «تلويثاً» ناتجاً عن خدمة المصالح وسلطة العلم. المرجع:
Hilgartner. Stephen. «The dominant view of popularization: conceptual problems. political uses.» Social studies of science 20. no. 3 (1990): 519539-.

12 Ibid. 9.

13 Van Der Sanden, Maarten CA, and Frans J. Meijman. «Dialogue guides awareness and understanding of science: an essay on different goals of dialogue leading to different science communication approaches." Public Understanding of Science 17, no. 1 (2008): 89103-.

14 فيلم من اليوتيوب يوضح عملية استخلاص الإنديغو على الرابط التالي:
https://www.youtube.com/watch?v=UEMcjmyjoOY

15 المسرحية منشورة على الموقع التالي:
https://archive.org/details/nildarpanorindig00mitriala

16 Vivien Sansour: https://al-shabaka.org/briefs/palestinian-farmers-a-last-stronghold-of-resistance/