نحو رؤية لمركز علوم تفاعلي في رام الله

بيسان بطراوي ونادر وهبة

في تموز 2013، وقّعت بلدية رام الله ومؤسسة عبد المحسن القطّان، من خلال مشروع وليد وهيلين القطان لتطوير البحث والتعليم في العلوم، مذكرة تفاهم للعمل معاً على إعداد خطة رئيسية بهدف إنشاء مركز علوم تفاعلي في مدينة رام الله.

وسيوظف مشروع وليد وهيلين القطان، من خلال الباحثين فيه، خبرته ومعرفته في الاتصال والتواصل في العلوم (Science Communication) لأغراض هذه الخطة. وسيسعى المشروع أيضاً إلى الحصول على مساعدة الخبراء في مجال دراسات المتاحف والاتصال والتواصل في العلوم ومجالات أخرى ذات صلة لمساعدة فريق البحث في بناء الخطة الرئيسية.

الفئة المستهدفة

سيستهدف مركز العلوم الجمهور من كل الأعمار، بمن في ذلك، أولياء الأمور، والأطفال، والمعلمون، والباحثون. وبناء على البيانات الديموغرافية لفلسطين، وعلى تجارب المؤسسة السابقة، والزيارات لمراكز ومتاحف العلوم المختلفة، فقد تم الاتفاق على أن يستهدف مركز العلوم المنوي إنشاؤه الأطفال والبالغين الصغار من أعمار ما بين 6 - 18 عاماً كفئة مستهدفة رئيسية (Core target audience). هذه الفئة تشكل نسبة كبيرة من المجتمع الفلسطيني، واستهدافها يتيح تمديد الأنشطة والتجارب لأعمار أصغر وأكبر أيضاً. وسيستهدف المركز كل الأعمار أيضاً من خلال الأنشطة والبرامج المختلفة.

المكان

بناء على الاتفاقية، ستقدم بلدية رام الله قطعة أرض في مدينة رام الله لمركز العلوم المتخيَّل. ولم يتم تخصيص قطعة الأرض هذه حتى الآن، ولكن سيتم تحديدها بناء على الخطة الرئيسية التي ستُطوَّر فيما بعد. ومع ذلك، تشير الأدبيات إلى أن المكان الأمثل لأي مركز علوم ينبغي أن يتضمن العوامل الثلاثة التالية: سهولة ظهوره (visibility)، الأمن، سهولة الوصول إليه بالنسبة للمجموعات المستهدَفة (ثوماس، 2010).

الهدف والحاجة وعرض الأسباب

شهدت حركة الاتصال والتواصل العلمي، من خلال متاحف ومراكز العلوم، توسّعاً متواصلاً في مختلف أنحاء العالم خلال العقود القليلة الماضية. وقد أصبح الاتصال والتواصل العلمي ضرورياً في القرن الحادي والعشرين أكثر بكثير من أي وقت مضى، لأن العلوم في حالة تطور سريع ومستمر، وترتبط أكثر من أي وقت مضى بحيواتنا وقراراتنا اليومية. وبحسب «إعلان تورونتو» للمؤتمر العالمي السادس لمركز العلوم، فإن مراكز العلوم لها صلة وثيقة بجميع قطاعات السكان، وقد أصبحت أماكن اجتماع مهمة للعلوم والمجتمع. فهي تعمل عبر حدود جغرافية، واقتصادية، وسياسية، ودينية وثقافية، وتؤثر في الرفاه، والتعليم، وإنجازات ومهارات الأجيال الراهنة والمستقبلية (ليباردي، 2013). ولعل تعليم العلوم غير الرسمي في فلسطين، يبقى في حده الأدنى مع نقص كبير في الأماكن والخبرة في ميدان الاتصال والتواصل في العلوم. وتشير الدراسات إلى أن ثمة مشكلة كبيرة في العالم العربي بخصوص الاهتمام والانخراط والمشاركة في العلوم والبحث العلمي (بطراوي، 2012، حسن، 2000، مازياك، 2005).

إن المعرفة العلمية مسألة مهمة جداً لتطور فلسطين، وتعتبر بحسب ليتش (1987) مؤشراً ضرورياً للتنمية، حيث تتيح اتخاذ قرارات سياسية وجني فوائد اقتصادية أفضل، وتساعد في تقليص

من إحدى الفعاليات من متحف العلوم الوطني (National Science Museum NSM) في تايلند.

مستوى الخرافات، وتحسين السلوكيات الفردية، وتساعد في خلق عالم أكثر ارتكازاً على الأخلاق (لو، 2009). فتحقيق المعرفة بالعلوم هو بالتأكيد تحدٍّ واضح، ومع ذلك من المهم أن نفهم أن العلوم يمكن تعلمها في أماكن كثيرة: داخل المدارس وخارجها، وضمن العمل وخارجه، وبشكل رسمي وغير رسمي (لو، 2009، فنيشيل وشفاينجروبر، 2010، مجلس البحث الوطني، 2009، هوفشتاين وروزنفيلد، 1996). وبناء على ذلك، فإن تطوير بيئات تعلّم علوم غير رسمية، يعتبر خطوة حاسمة نحو تحقيق المعرفة بالعلوم في فلسطين (بطراوي، 2012).

وهناك بالتأكيد حاجة لمركز علوم تفاعلي يتحدث إلى جميع الناس، ويعالج قضايا علمية مرتبطة بعالم القرن الحادي والعشرين، إضافة إلى السياق الفلسطيني الفريد.

شهدت حركة الاتصال والتواصل في العلوم عبر متاحف ومراكز العلوم، سلسلة تحولات مستمرة لإيجاد أفضل السبل لإشراك الزوار والجمهور في تجارب حقيقية قيّمة في العلوم. واستنادا إلى أموديو (2013)، برزت مراكز العلوم كمفهوم فقط في الستينيات مع إقامة متحف الإكسبلوراتوريوم (Exploratorium) في سان فرانسيسكو، ومركز أونتاريو للعلوم (Ontario Science Center) في كندا. وبالإشارة إليها في أغلب الأحيان تحت مسمّى "الجيل الثاني لمتاحف العلوم"، ظهرت مراكز العلوم إثر الحاجة لمزيد من تفاعلات الزائر التجريبية مع العلوم، حيث تصبح العروض أكثر حيوية بدلاً من مجرد مشاهدة عروض كانت تمثّل حالة معظم متاحف العلوم "التقليدية" (أموديو، 2013). ومنذ ستينيات القرن الماضي، ظلت تتحول مراكز عدة للعلوم نحو طريقة "مركز العلوم" للاتصال والتواصل، كما كان يُنظَر إليه باعتباره أكثر إشراكاً وتأثيراً بالنسبة إلى جميع أنواع الزوار. وهذه طريقة يُشارُ إليها باعتبارها "نموذج مشاركة عامة" (Public Engagement Model) يُفهمُ الاتصال فيها، حسب بروسارد وليفنشتاين (2010)، باعتباره مجموعة استراتيجيات وأنشطة تهدف إلى تحفيز المشاركة عن طريق مواطنين نشطاء، مع التركيز على العملية عوضاً عن محتوى محدد، وبالتالي تُنتَج المعرفة ويتم تقاسمها (كاسيني، 2010). واليوم يعتبر متحف/مركز العلوم مكاناً لطرق متعددة للتفاعل من شأنها أن تثير أنواعاً مختلفة من التجارب، حيث يكون ثمة مزيج من المعارض تتطلب عملاً يدوياً، وعقلياً، وحتى قلبياً (روكويل، 2013، أموديو، 2013، كاسيني، 2010).

في الحقيقة، نحن في وقت جيد لإقامة مركز علوم في فلسطين، وبخاصة في رام الله، بالنظر إلى التجارب الكونية المتعددة الماضية التي يمكن التعلم منها. وبالنظر إلى تاريخ حركة متاحف/مراكز العلوم، فإن رؤية مركز العلوم لمشروع وليد وهيلين القطان وبلدية رام الله، هي مركز يدمج الجوانب الشاملة للعلوم الضرورية للمعرفة في القرن الحادي والعشرين، إضافة إلى شؤون فلسطين العلمية فريدة

المحتوى، وتلك المتعلقة بمنطقة البحر المتوسط والشرق الأوسط. ومركز العلوم هذا سوف يقوم على تجارب وظواهر تفاعلية تسمح بالمشاركة، والارتباط بالعلوم، والمعرفة المنتجة. وسوف يتبع، على الأغلب، نموذج المشاركة العامة الذي يقوم فيه الاتصال والتواصل على المشاركة الفعلية وإنتاج المعرفة من قِبل الزائر. وسوف تسمح المعارض بالارتباط العاطفي الذي يتيح بدوره في المقابل الاحتفاظ بالمعرفة والخبرة على أمل مواصلة تعزيز الاهتمام في العلوم.

أهداف وغايات عامة

من المتخيَّل أن مركز العلوم سوف يكون له الخصائص والأبعاد التالية:

1. تفاعلي بطريقة تعزز الأبعاد المعرفية، والوجدانية، والاجتماعية للتفاهم والمشاركة في العلوم، بحيث يأخذ باعتباره الجوانب المختلفة آنفة الذكر للتفاعلية.
2. مكان للنهوض بالمعرفة العلمية، والاتصال والتواصل في العلوم، والتفاهم المجتمعي، والمشاركة في العلوم.
3. مكان تُقام فيه الندوات، والمؤتمرات، والمقاهي العلمية، وعروض أفلام ذات الصلة بالعلوم لتعزيز النقاش، والحوار، والعمل حول قضايا اجتماعية-علمية مهمة ومثيرة للجدل.
4. مكان لربط تعلم العلوم الرسمي وغير الرسمي من خلال برامج التطوير المهني، وبرامج موجّهة للمعلم، والطالب، والأسرة، ومن خلال تطوير مصادر الدعم والمواد خدمة للمنهاج والمدارس.
5. مكان لتطوير البحث في تعليم العلوم، وبخاصة في مجال الاتصال والتواصل في العلوم وتعليم العلوم غير الرسمي.
6. مكان لوضع سياق وتأمل في التاريخ الفلسطيني، والتراث الثقافي، والهوية من خلال معارض تركز على أفكار أصيلة ذات ثقافة مرتبطة بالعلوم، وموضوعات وأدوات، وتطورات، وهلم جرا.
7. نموذج للذات والاستدامة الخضراء.
8. نموذج لتجارب تعلم تكاملي وتخصّصي، وبخاصة دمج الفنون والعلوم.

أولاً. المساهمة في المعرفة العلمية، والاتصال والتواصل في العلوم، وفهم عامة الناس للعلوم والمشاركة فيها

على الرغم من أن مصطلح المعرفة بالعلوم غالباً ما يعتبر شائعاً، وغير محدد بدقة، ويصعب قياسه (على سبيل المثال، شامبين ولوفيتس، 1989)، فإن الأدبيات في تعليم العلوم ركزت على أربعة أبعاد (غالباً ما تُدعى الرؤية للشخص المثقف علمياً)، حيث يكون الشخص المثقف علمياً واعياً في معرفة المحتوى العلمي، ويفهم العلاقة المتبادلة للعلوم، والتكنولوجيا، والمجتمع، ويستخدم مهارات حل المشكلة في العلوم، ويفهم أسس المعرفة المختلفة للمعرفة العلمية، وعلى نحو أكثر دقة، يفهم الجوانب المختلفة لطبيعة العلوم، وكيف يعمل العلماء لإنتاج المعرفة، وأخيراً يستخدم المعرفة العلمية والمهارات لأهداف فردية واجتماعية (AAAS, 1990). ومع ذلك، تُستَدعى الآن رؤية أكثر إلحاحاً للمعرفة بالعلوم نحتاجها في تعليمنا الفلسطيني وسياقات المعرفة. وفي مثل هذه الرؤية، يُتوقع من الشخص المثقف علمياً أن يكون قادراً على اتّخاذ قرارات شخصية مطّلعة حول أشياء تشمل علوماً مثل الصحة، والحمية الغذائية، واستخدام مصادر الطاقة، ... وغيرها، وقراءة وفهم النقاط الأساسية للتقارير الإعلامية عن قضايا علمية، والتفكير نقدياً بشأن المعلومات المتوفرة عن طريق مصادر مختلفة، بما في ذلك التقارير الإعلامية والعلمية، والمشاركة في نقاشات مع آخرين حول قضايا تقتضي علوماً، وأن يكون عاملاً نشطاً للتغيير في حل قضايا ترتبط بالعلوم (ليندر وآخرون، 2011).

اطفال يركبون مجسماً لديناصور في متحف الطبيعة في بلجيكا.

وربما تؤثر مراكز العلوم وسياقات تعلم العلوم غير الرسمي عموماً في جميع أبعاد المعرفة بالعلوم آنفة الذكر، وبخاصة الرؤيا الثانية، حيث يتمثّل الهدف الرئيسي في المساهمة لتطوير مواطنين مسؤولين اجتماعياً، يناقشون بشكل نقدي ويتصرفون وفقاً للعلوم. وتتطلب الرؤية الجديدة للمعرفة بالعلوم مزيداً من المسؤولية من جانب مخططي المتحف ومركز العلوم؛ من أجل وضع سياق للمعرفة العلمية، وإعادة تموضع الحالة وأدوار العلماء، وإعادة صياغة مفهوم دور المصادر للنهوض بالتقدير العام، وفهم العلوم، إضافة إلى استخدامها واشتراكها في صنع القرار والسياسات. وقد بيّن البحث في تعليم العلوم غير الرسمي، أن تلك المعارض المتجذّرة في القضايا الاجتماعية-العلمية الجدلية، التي تربط أيضاً الأفراد بتاريخ العلوم، بحيث تأخذ بعين الاعتبار الخلفية الاجتماعية-الثقافية للجمهور، يمكن أن تغير العلاقة بين عامة الناس والعلوم حتى تتيح لهم نقل العلوم بطريقة أكثر فاعلية (مكدونالد، إس. 2010، رينيه ووليامز، 2002، فريدمان، إيه، 2000).

ثانياً. جسر الفجوة بين تعليم العلوم الرسمي وغير الرسمي

أشارت الأبحاث (على سبيل المثال، هورنونغ، 1987، هاين وألكسندر، 1998، هوفشتاين وروزنفيلد، 1996) إلى أن مراكز العلوم والمتاحف قد أفادت تعليم العلوم الرسمي في المدارس، عن طريق تزويد المعلمين وواضعي المنهاج، بأفكار بيداغوجية جديدة، واستعارات، ونماذج وأمثلة مرتبطة بمحتوى العلوم الموجود، وبالتالي دفع عجلة تعلم العلوم في بيئات رسمية. وقد وجدت تلك الأبحاث أيضاً أن مراكز العلوم ربما تؤثر في الأبعاد الوجدانية والمعرفية والاجتماعية للعلوم.

1. التأثير الوجداني لمراكز العلوم (The affective impact of Science Centers):

بالنسبة إلى البعد الوجداني، يبقى تعليم العلوم في فلسطين تقليدياً، حيث يكون دور الطلاب مقتصراً على محاضرات المعلمين التي تقوم على النص، ويُقيّم أداؤهم على أساس معرفتهم الجيدة بالنص (مؤسسة عبد المحسن القطان، 2011، وهبة، 2003، 2011). وبالتالي، فإن اهتمام الطلاب بالعلوم يبعث على الإحباط، وتتواصل ثقافة الخوف من العلوم بالنظر إلى صرامتها في المدارس. ويشير البحث إلى أن بيئات التعلم المجتمعي غير الرسمي للعلوم مثل متاحف العلوم، والمتنزهات، وحدائق الحيوانات والحدائق النباتية تؤثر في مواقف الأطفال تجاه العلوم (إكسايت، 2008، ملبر، 2003، هوفشتاين وروزنفيلد، 1996، فولك، 1983). وقد راجع فولك (1983)، على سبيل المثال، خمس دراسات ترتبط بالعلوم غير الرسمية من خلال متاحف وحدائق حيوانات، ووجد أن هناك ما يكفي من المعلومات لدعم الحجة التي تقول إن مواقف الطلاب تجاه العلوم كانت تتعزز بالفعل عن طريق زيارتهم لتلك المتاحف/المراكز التفاعلية «غير المنظمة».

2. التأثير المعرفي لمراكز العلوم (The cognitive impact of Science Centers):

بالنسبة إلى البعد المعرفي، يستمر الكثير من الأطفال الفلسطينيين بالتمسّك بمفاهيم وتفسيرات بديلة حول الظواهر الطبيعية. وتشير الأدبيات (المنشورات) إلى أن التعلم عن ظهر قلب، والكتاب المدرسي والمناهج المرتبطة إجبارياً بالاختبار والبيداغوجيات ربما تقود تماماً إلى مثل هذه المفاهيم (مثلاً، بوزنر وآخرون، 1982، بيركنز، 1992). وأظهرت، على سبيل المثال، نقاشات مجموعة بؤرية مع أطفال فلسطينيين بعمر 12-18 سنة، أنهم ما زالوا يعتبرون سبب الطقس البارد والحار في مواسم مختلفة هو نتيجة الحركة الدائرية للأرض حول الشمس، مع أن «الفكرة العلمية» وراء الأسباب تُعرضُ في المنهاج الفلسطيني عبر مراحل دراسية مختلفة (مؤسسة عبد المحسن القطان، 2013). وعرض طلاب آخرون مفاهيم ساذجة عن طبيعة العلوم وعمل العلماء، معتقدين أن العلماء «رجال» معزولون يعملون في مختبراتهم وهدفهم الرئيسي هو جمع حقائق عن العالم الطبيعي، وبالتالي فإن المعرفة العلمية «صحيحة»، وموضوعية، وتتطور عبر تراكمها على معرفة علمية سابقة تتعارض كلها مع وجهات النظر المعاصرة حول طبيعة العلم، وبخاصة جوانب العلوم الإبداعية، والتجريبية، التي يمكن فهمها في سياق نظرية معينة (وهبة، 2014). ومع ذلك، تعتبر مثل هذه المفاهيم عالمية، ونتاج ثقافات مختلفة (درايفر وآخرون، 1994، بوزنر وآخرون 1982، درايفر وبيل، 1986). وقد وفرت الدراسات الأخيرة عن متاحف/مراكز العلوم دليلاً على أن معارض العلوم، إذا أقيمت بطريقة تكاملية وذات مغزى، يمكن أن تبني وتعيد بناء أفكار الزوار (بمن فيهم الطلاب) من الناحية العلمية وتطويرها، باتجاه المعرفة العلمية والفهم المقبولَيْن (أندرسون، 1999، بايرز ومكروبي، 1992، فيهر، 1990، إكسايت، 2008).

3. التأثير الاجتماعي-الثقافي لمراكز العلوم (The socio-cultural impact of Science Centers):

نحن في مشروع وليد وهيلين القطان نُقرّ بأن التعلم عملية تتم بوساطة اجتماعية. وطالما أن زوار مراكز العلوم يرافَقون معظم الوقت مع شريك، صديق، أو مجموعة عائلية، فقد وجد البحث

من إحدى الفعاليات في أكاديمية كاليفيورنيا للعلوم.

أن وجود مثل هؤلاء المرافقين يُنظَر إليه كمساهم في صنع معنى الأفكار العلمية والعملية التعلمية ككل، وبالتالي أكدت النتائج أهمية التفاعل الاجتماعي (وبخاصة للمجموعات العائلية) الذي لوحظ أنه يمثّل جانباً حيوياً لصنع الأطفال لمعنى العلوم في المتاحف (مثلاً ألين، 2002، ديركينغ، 1989، باكر وبالانتين، 2005، وسيلفرمان، 1999). لذلك، يوصي الباحثون بأن مخططي متحف العلوم يحتاجون إلى أن يأخذوا بالاعتبار التصاميم التي تشجع على التفاعل الاجتماعي. ومع ذلك، ما يجعل الأمر أكثر تحدياً هو حقيقة أن عمليات التعلم وصنع معنى الأفكار العلمية، من خلال الوساطة الاجتماعية، لم تُفهم جيداً بعد، وأن هناك تفكيراً بمثل هذه الدراسات التي تتحدى فكرة أن التفاعل الاجتماعي بمفرده دائماً ما يكون أكثر فائدة للتعلم من التجارب المنفردة (باكر وبالانتين، 2005). وبالتالي، فإن ثمة حاجة لتوفير فرص للتعلم الاجتماعي في حين تُراعى فرص التعلم الفردي لأولئك الذين يقدّرون أهمية الانخراط في التأمل الشخصي.

ثالثاً. توفير تجارب تعلم غنية متعددة الوسائط

تدمج المعارض المعاصرة خبرات التعلم متعددة الأشكال: فن، إعلام، تكنولوجيا، نص، صور، خرائط، فنون تصوير، أغراض، برامج عامة، عروض، نقاش مجموعة، موضوعات جدلية للنقاش، ... وهلم جرا. ومثل هذا البعد متعدد الأشكال، يوفر عدة تجارب تعلم غنية وذات مغزى للزوار يتردد صداها مع أساليب التعلم المتعددة والمتنوعة للزوار وطرق صنع المعنى (ماكلين، 1999، رام، 2002). وقد أشار رام (2002)، إلى أن مثل هذه المعارض متعددة الأشكال تكون وسيطاً للتعلم عن طريق تشجيع المحادثات، ونقاشات المجموعة (تفاعل البالغين والأطفال)، وتحث الزوار على استخدام لغتهم الخاصة، ومهاراتهم، والارتباط بتجاربهم السابقة لصنع معنى من الأفكار العلمية المقدّمة/المجربة. وثمة حاجة لمثل هذه الطريقة الحوارية للتفاعل (ليمكة، 1990) في سياق التعليم والتعلم في فلسطين، لأن البحث أظهر أن الطريقة الأكثر شيوعاً للتفاعل في سياق التعليم الرسمي الفلسطيني للعلوم هي الطريقة الثلاثية (حيث يكون المصدر الوحيد للمعرفة، وبالتالي السلطة هو المعلم أو العلماء أو النص) (وهبة وكشك، 2006).

رابعاً. توفير تفاعل تكاملي وعبر تخصصي وفضاءات حوارية في العلوم

تعمل مؤسسة عبد المحسن القطان من خلال برامجها المختلفة في مجالات الثقافة، والفن، والتعليم. على سبيل المثال، يدمج

مركز القطان للبحث والتطوير التربوي الفن كبعد مهم في التعليم والتعلم. وتعتبر الدراما في التعليم، والسينما في التعليم، والرسوم المتحركة ووسائط الإعلام المتعددة، برامج رئيسية في مركز القطان للبحث والتطوير التربوي، حيث تلعب الجماليات والفنون دوراً مهماً في برامج التطوير المهنية للمعلمين.

ويُتوقع من مركز العلوم المتخيَّل أيضاً أن يتوسّط بين الفن والعلوم. فقد كانت ثمة دعوات في مختلف أنحاء العالم لدمج الفن والعلوم عبر طرق عديدة: أن تكون هناك معارض مع سمات جمالية، فنان، علماء، قيّمون على العرض يعملون معاً في عملية تطوير المعرض، بحيث يدمجون العمل الفني داخل مراكز العلوم أو المتاحف. والأكثر أهمية هو تطوير برامج من شأنها دعم العمل الفني والجمالي من قبَل الزوار أنفسهم؛ مثل برامج تدعو الزوار للرسم أو التلوين أو الكتابة استناداً إلى بعض المعارض. وقد فحصت كاسيني إمكانيات الفنون في مراكز العلوم، حيث تقول: "يستطيع الفن في مراكز العلوم أن يعزز طريقة تشاركية ووجدانية أكثر للتعامل مع العلوم" (ص 76)، وبحسب مفهوم رانسيير (2006) للفن، تعتبر متاحف ومراكز العلوم سياقات لإعادة ترتيب وتوزيع "المحسوس"، حيث يُمنح الزوار الفرصة ليروا، ويجربوا، ويصنعوا معنى مما كان غير مرئي في السابق، وبالتالي يبنون مفاهيم "الصدفة والحالة الزمنية".

خامساً. عرض خَيار التعلم الحر وتصاميم فريدة مساحات للتعلم الحر وللتصاميم الفريدة التي تتمحور حول المتعلم

على النقيض من البيئات الرسمية، يتمتع الزوار في مراكز العلوم والبيئات غير الرسمية عموماً بالحرية لمتابعة اهتماماتهم وحوافزهم الشخصية دون مسؤولية ومنهاج أو معلمين لفرض التعلم. ومثل هذه الخصائص غير المقيدة والمتمحورة حول المتعلم لمراكز العلوم، تتحدى مخططي مركز العلوم المتخيَّل، والقائمين عليه، والمصممين لخلق معارض علوم محفّزة وجذابة وبيئات وظواهر فيزيائية بطريقة تحافظ على الخيار الحر والعوامل المسلية، مع تطوير تعلم العلوم (ألين، 2004). وفي هذا الصدد يقترح فيهر (1990) أربعة مستويات لتصميم معارض لجعلها وسائل أكثر ملاءمة للتعلم: ذات سياق وصلة بظواهر طبيعية معينة، قابلة للاستكشاف (البعد التفاعلي)، يمكن تفسيرها (مستوى مفاهيمي)، قابلة للتوسع (تعميم أفكار على تجارب وبيئات جديدة). وأضافت ألين (2004) أبعاداً أخرى قليلة من شأنها إشراك الزوار باستمرار، بينما توفر في الوقت ذاته تجارب تعلم غنية في العلوم: قدرة على الفهم الفوري، ترابُط مفاهيمي، وتنوع طرق التعلم.

سادساً. وضع سياق للتراث الثقافي والهوية والتفكير بهما

تعتبر المتاحف، بشكل عام، عناصر أساسية لهوية المدينة أو المنطقة وسياقها الثقافي. ويُتوقع من مركز العلوم المتخيَّل أن يرتبط بتطوير المجتمع الفلسطيني وتغييره ويخلق صلة بالسياق والثقافة الفلسطينيين، ويستكشف التاريخ والتراث الثقافي لفلسطين من خلال العلوم والتكنولوجيا من وراء الأدوات الأصيلة، والآلات والمباني القديمة، والتصنيع، وبالتالي نقل الثقافة عبر الأجيال. ويُتصوَّر أن يعكس مركز العلوم تفرّد مدينة رام الله (زراعة، صناعة، ثقافة، جغرافيا، ثقافة، حالة الطقس، ... إلخ) وتفرّد فلسطين كدولة عربية واقعة على البحر الأبيض المتوسط، وتتمتع بتنوعها الجغرافي، والتاريخي، والزراعي.

ومع ذلك، من المثبت أيضاً أن المتاحف ومراكز العلوم تعتبر مواقع ذات شرعية للأنماط السياسية والثقافية، حيث يجري التصنيف، والتمثيل، والسرد، ووضع الأغراض في سياق من أجلها كي تتحدث بلغة وتكشف عن نظام (باكساندل، 1991، براكاش، 1999، كاميرون، 2007). وبناء على ذلك، نتفق مع اقتراح كاميرون بإصلاح العلاقة بين مركز العلوم والجمهور بطريقة أكثر تأملاً، وبمعنى أدق إتاحة فرص للتعبير عن الآراء حول قضايا خلافية متعددة، وتوفير منظورات متعددة حول موضوعات محددة ومصادر ودليل تأويلي، وتأطير المحتوى، بحيث يوضح للزائر كيف ولماذا اختيرت المواضيع ووضعت بشكلها الحالي. وبالتالي، من المتوقع أن يمتلك مخططو مراكز العلوم الشَجاعة لمعالجة قضايا وأفكار تتحدى، وتقلق، وتثير فضول الجمهور وتجذبه في مناقشات بناءة وذات مغزى.

سابعاً. عرض نموذج للذات والاستدامة «الخضراء»

من الضروري بالنسبة إلى مخططي المتحف أن يفكروا باستدامة المتحف وأن يشملوا في خطتهم الرئيسية و/أو الإجرائية خطة استدامة، حيث يحتاج مركز العلوم المتخيَّل أن يبقى مرناً ومزدهراً في ظل ظروف اقتصادية، وسياسية، وثقافية متغيرة، وبخاصة في منطقة يسودها عدم استقرار كبير مثل فلسطين. وبالتالي، تحتاج خطة استدامة واضحة، بما في ذلك الاستدامة "الخضراء"، إلى أن تتطور وتصبح جزءاً لا يتجزأ من الاستراتيجيات العامة لمركز العلوم على صعيد المساحات، والموارد إضافة إلى الأهداف والغايات القابلة للقياس.

وعلى صعيد البيئة، سوف يساهم مركز العلوم أيضاً في تعزيز المعرفة والوعي البيئيين ضمن المجموعات المستهدفة من خلال برامجه المختلفة، ومعارضه، إضافة إلى جوانبه التقنية. فقد أصبحت التربية البيئية ضرورية أكثر من أي وقت مضى، وأصبح

الوعي البيئي أحد أهم مهارات القرن الحادي والعشرين، وبالتالي يجب أن يأخذ مركز العلوم هذا الجانب باعتباره (رابطة معلمي العلوم الوطنية NSTA، 2008).

قضية التفاعلية

تحتاج معارض مركز العلوم المتخيَّل أن تكون تفاعلية، فقد أشار البحث إلى أن المعارض التفاعلية تجذب انتباه الزائر لفترات وقت أطول من المعارض غير التفاعلية (مثلاً ساندیفر، 2003، كوران وآخرون، 1984، بايرز ومكروبي، 1992). وعادة ما يقيس المقيّمون انتباه الزوار من ناحية متوسط الوقت المستغرَق (Average holding time)، الذي يُعرَّف بأنه متوسط الوقت الذي يقضيه الزوار في أحد المعارض (ساندیفر، 2003). ومع ذلك، لا يزال باحثو المتاحف في حيرة من أمرهم إزاء المواصفات المختلفة لبعض المعارض التي تتسبب بطول مثل هذا الوقت المستغرَق بما يشير إلى تعقّد ما ينطوي عليه مصطلح "التفاعلية". وهناك حتى الآن نوع من التوافق بين الباحثين (مثلاً، كولتن، 2002، ساندیفر، 2003) على أن "التفاعلية" ليست مقتصرة على المعارض التي تتطلب عملاً يدوياً حسب فرضية أن مزيداً من الأعمال اليدوية سوف يؤدي إلى مزيد من الأعمال التي تتطلب تفكيراً حول التفاعل العقلي، لأن الأخير قد يحدث دون أي تفاعل جسدي مع المعرض. وتقترح دراسات جديدة بعداً إضافياً يُشار إليه باعتباره "تجارب تتطلب إحساساً تُؤخذ فيها الجوانب العاطفية بعين الاعتبار، حيث تثير المعارض مشاعر تسمح بالتالي باستبقاء أطول للمعرفة والتجارب (كاسيني، 2010).

ومن مراجعة الأدبيات، يمكن أن نصنّف معاني التفاعلية بالاعتماد على الأبعاد التالية:

أ. البعد الفيزيائي «للتفاعلية»
(The Physical Dimension of 'Interactivit')

كانت الدراسات حول الخصائص الفيزيائية للأغراض تُبنى بشكل أساسي مع الأغراض (Objects) أو مكونات المعرض (Exhibit Components)، بما في ذلك الإشارات والتفسيرات، وكيف تدعم فترة بقاء مثل هذه الأغراض معنى "التفاعلية" بغض النظر عما إذا كان الجمهور زواراً أو مجموعات من الأفراد.

وقد كانت ساندیفر (2003)، على سبيل المثال، قادرة على تصنيف المعارض تحت أربع خصائص، وقارنت متوسط الوقت المستغرَق لكل معرض (في معرضيْن تفاعليين مختلفيْن للعلوم) بناء على الفئات التالية: حديثة من الناحية التكنولوجية (على سبيل المثال، معارض تتضمن كاميرات تحت الأشعة الحمراء، أو روبوتات يمكن السيطرة عليها)، غير مقيّدة بحدود/ذات نهاية مفتوحة (على سبيل المثال معارض تتيح إجابات محتملة كثيرة بدلاً من إجابة واحدة، أو تلك التي تسمح للزوار بتحقيق أهداف معينة بطرق

معروضة بعنوان «اليقطين» في حديقة «كيو» النباتية في بريطانيا

متعددة)، تركز على المستخدم (على سبيل المثال تلك المعارض التي تمثل جسد المستخدمين أو صوتهم أو تستجيب إلى حركات الزوار، ... إلخ)، وأخيراً تحفز الحواس (على سبيل المثال تلك المعارض التي تُصدر صوتاً، تومض أو تنبعث منها الأضواء خلال الاستخدام). وقد وجدت الباحثة أن الخاصّيتيْن الأوليّيْن، أي الحداثة التكنولوجية وعدم التقيّد بحدود، هما أكثر ما يشد انتباه الزوار.

وفي دراسة أخرى، راجعت آلين (2002) معارض تفاعلية عدة استناداً إلى الخصائص التالية: قدرة على الفهم الفوري، التفاعل الجسدي، الترابط المفاهيمي، تنوع طرق التعلم. وأظهرت الدراسات التي استعرضها الباحثون أن الزوار يستطيعون المشاركة فقط بعمق في معرض معين لفترة من الوقت أقصاها 30 دقيقة، وبعد ذلك ربما يبدأون بتجربة ما أطلقوا عليه "تعب المتحف"، حيث يبدأ الزوار بفقدان تركيزهم وانتباههم، ويشرعون بالتساؤل دونما هدف في مساحة المتحف. ولهذا، أكدت الباحثة على أهمية عنصر "القدرة على الفهم الفوري" الذي يفهم الزوار منه هدف المعرض ومداه وخصائصه فوراً ودون جهد يُذكَر. واقترحت أساليب عدة لتحقيق هذا العامل مثل استخدام "مخططات" وإشارات تُقرأ وتُفهَم بسهولة. وثمة طريقة أخرى لتحقيق القدرة على الفهم الفوري وتقليص العبء المعرفي الزائد، وهي وجود تصاميم معارض يكون محورها المستخدِم، على سبيل المثال يعرف الجمهور أن "الأطباق للتحريك، والمقابض لكي تُدار، والفتحات لإدخال الأشياء فيها" دون عناء قراءة المعلومات أو الإشارات حول كيفية استخدامها. ولعل استخدام أدوات وصور مألوفة من الحياة، وتوجيه وميض الضوء نحو الصور أو الأدوات، واستخدام سماعات رأس إضافة إلى إشارات وتفسيرات، هي طرق أخرى تقترحها الباحثة لمضاعفة القدرة على الفهم الفوري وتقليص الأعباء المعرفية. ومع ذلك، تكشف الباحثة عن أسئلة مثيرة للتحدي والجدل بالنسبة إلى البحث الذي يدافع عن عامل قدرة الفهم الفوري. وتوضّح:

"هل يجب أن نعدّ تفسيرات للظاهرة العلمية يكون من السهل تحديد موقعها وفهمها، أم نريد من الزوار أن يرتقوا إلى مستوى التحدي والتحقيق في الظاهرة بتعبيراتهم الخاصة؟ هل يجب أن نخلق مزيداً من المعارض المتتابعة والمسارات الطولية للحد من جهد البحث وخلق اتصال بين المعارض، أم ينبغي علينا أن نُبقي خطة الموقع مفتوحة لأن خلق اتصال هو حيث ما نعتقد بالضبط أن على الزوار أن يقضوا جهدهم؟" (آلين، 2002، ص. إس20).

وبناء على ذلك، يحتاج مصممو مركز العلوم أن يأخذوا باعتبارهم تعقيد عملية التصميم لتحقيق التفاعلية.

ب. البعد الاجتماعي «للتفاعلية»
(The Social Dimension of 'Interactivity')

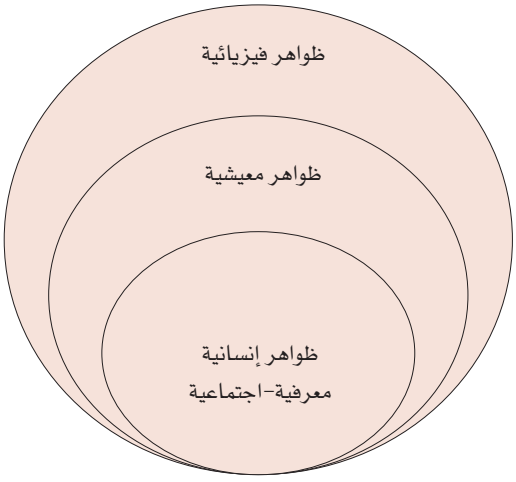
في هذا البعد، يُحكمُ على تفاعلية المعرض عن طريق التفاعل الاجتماعي والتعاون اللذين يحققهما المعرض. وحسب فوم لين، وهيث، وهندمارش (2005)، تتيح عدة أدوات "تقليدية" للتكنولوجيا وبرامج كمبيوتر حيوية، إمكانية المشاركة الفردية على حساب مشاركة وتعاون أكثر من فرد. ويرى المؤلفون أنه إذا حصلت المشاركة في هذه المعارض، فغالباً ما تكون مقتصرة على صديق أو أحد أفراد عائلة، في محاولة لمساعدة المستخدم على فهم النظام. وعلاوة على ذلك، يشير المؤلفون إلى أن "أكشاك المعلومات"، التي تعتبر، على نحو أكثر أو أقل، أجهزة كمبيوتر تتجمَّع في المعرض وتوفر معلومات رقمية، أو تعتبر أحياناً أجهزة فيديو عن الأغراض الموجودة في المعرض، غالباً ما تصرف انتباه الجمهور الذي يبدو أنه يقضي وقتاً أكثر في قراءة المعلومات بدلاً من استخدام الأغراض الأصلية.

ويرى المؤلفون في الدراسة آنفة الذكر أيضاً أنه كلما أتاح المعرض للزوار بشكل أكبر أن يكتشفوا العلاقة بين أجزائه، ويستكشفوا، بشكل تعاوني، مكوناته ووظيفته، وكان مصمماً بطريقة تعزز التفاعل الاجتماعي لفهم الأفكار العلمية، كان أكثر تفاعلية. ويوصي المؤلفون بتعاون وثيق بين العلماء، والمصممين، وأمناء المتاحف، والفنانين لتطوير معارض تفاعلية اجتماعية للسماح للزوار بخلق مغزى من الأفكار العلمية أو التكنولوجية بشكل تعاوني.

وفي دراسة مماثلة، وجد هيث وفوم لين (2008)، أن الكثير من تكنولوجيات تركيب الكمبيوتر والشاشة التي تعمل باللمس مصممة لتقييم معلومات المستخدِمين من خلال أسئلة ناجحة. وأوصيا بأنه لكي يحدث تفاعل حقيقي، يحتاج المصممون إلى الخروج من صندوق مفاهيم "المستخدِم الرئيسي"، حيث تخاطب التكنولوجيات مستخدِماً واحداً فقط، وتسلّط الضوء على أهمية المعارض والألعاب التي تقوم على تكنولوجيا متعددة المستخدِمين، وأجهزة أخرى عالية الكفاءة تتيح للجمهور إمكانية التعاون والنقاش في مناظرات "علمية معاصرة".

تفاعل المعارض في متحف الإكسبلوراتوريوم للفن، والعلوم، والفهم الإنساني

كما ذُكر سابقاً، أشرنا إلى أن إكسبلوراتوريوم أحد مراكز العلوم الأولى، وقد برز كمركز علوم تفاعلي، غيّر بشكل هائل مفهوم الاتصال والتواصل في العلوم. ورؤية الإكسبلوراتوريوم هي واحدة تندمج فيها الفنون، والعلوم، والفهم الإنساني في بيئة تفاعلية «غير منتهية». وفي الإكسبلوراتوريوم يعتبر كل معرض تفاعلاً بين الظواهر الإنسانية المعرفية-الاجتماعية والظواهر الفيزيائية والظواهر المعيشية (انظر الشكل 1) التي تُبنى فيها أصول التربية والتعليم (البيداغوجيا) من وراء المعارض على الاستقبال والتفاعل الجسدي (التقدم نحو مزيد من النشاط)، والتجريب (المشاركة)، والتأليف.



الشكل 1. طرق متعددة للتفاعل في معارض إكسبلوراتوريوم
(مُقتبَس عن روكويل، 2013)

تعتبر المعارض في الإكسبلوراتوريوم إما ظواهر (Phenomena)، وإما أغراضاً (Objects)، وإما تمثيلات (Representations). فالظواهر معارض يستطيع المرء فيها أن يغير أشياء ويضعها موضع التنفيذ، حيث يكون المعلم هو الظاهرة نفسها، بينما تكون الأغراض أشياء خاصة من المجتمع المحلي الذي يمكن تصوّره باعتباره "ظواهر بطيئة". ولعل التمثيلات التي تعتبر الخيار الأقل شعبية للمعارض في الإكسبلوراتوريوم هي نماذج وصور أو كلمات تُستخدَم كمعارض تعتمد إلى حد كبير على طريقة الاتصال والتواصل المستخدَمة. ومن خلال معارضه، يحاول الإكسبلوراتوريوم أن يؤكد على الألفة والمودة لتشجيع المشاركة الاجتماعية التي تعتبر، كما ذُكر سابقاً، ضرورية لتجربة جديرة بالتذكّر في مركز العلوم (روكويل، 2013). ومن المهم أن نأخذ بعين الاعتبار الجوانب المختلفة للتفاعلية في الإكسبلوراتوريوم ومؤسسات أخرى مماثلة لأن الخطة الرئيسية لمركز العلوم في رام الله تُطوَّر مثلما شوهدت فعالية الإكسبلوراتوريوم وسط جمهوره المستهدَف، واستُخدِمت باعتبارها "مركز علوم نموذجياً" من قِبَل مراكز العلوم الناشئة والقائمة.

متحف العلوم من النظرية النقدية والأطر السيميائية الاجتماعية

على النقيض من «النموذج الحيادي» الذي يعتبر مركز العلوم وسيلة محايدة، أو صورة طبق الأصل عن العالم الطبيعي وأن جمهوره مستقبلون سلبيون للرسائل من وراء المعارض العلمية في اختيار حر غير مقيد وسياق مُسلٍّ، فإن النماذج النقدية والاجتماعية السيميائية لتحليل المعارض تعتبر مراكز العلوم كسياق ثقافي ذي تفسير اجتماعي مقصود، وتمثيل، وإعادة وضع سياق للمعرفة والأغراض العلمية (فايف، 1998) التي من خلالها تُبنى اجتماعياً المعاني، والمواقف، والأدوار، والهويات، والعلاقات، والممارسات الاجتماعية داخل المتحف، ويتم التفاوض بشأنها اعتماداً على علاقات وأوامر اجتماعية مختلفة (غيرتس، 1973). وبالتالي، بموجب هذه الأطر التحليلية، تُعتبر مراكز العلوم والمتاحف بيئات غير حيادية حيث تُمارَس علاقات القوة بين الأغراض أو البيئات الفيزيائية والجمهور من خلال فعل تصنيف، واختيار، وتمثيل (أنيفاندي، كلايدس وديموبوليس، 2010، روز، 2007).

وطالما أن مراكز العلوم هي مواقع «متعددة الأشكال»، حيث تكون طرق الاتصال، مثل اللغة، والأصوات، والمواد المطبوعة، والتمثيلات البصرية، والأجسام والصور المتحركة، والمواد، مترابطة ومندمجة معاً لصنع المعنى (كريس، 2010، كريس وفان ليوين، 2006)، فإنها تُعتبر -حسب بازل بيرنشتاين- «نصاً بيداغوجياً» مماثلاً لنشاط تعليمي كما «تجسّد أهدافاً، ونوايا ومخاوف ذات صلة اجتماعية-ثقافية (أنيفاندي وآخرون، 2010). ويتحدث أنيفاندي وزملاؤه (المرجع نفسه، 2010) بصراحة عن إطار تحليلي لاختيار معارض علوم تكون أكثر تفاعلية، وتقوم على نموذج اجتماعي للسيميائيات مندمج مع فكرة بيرنشتاين. وحدد بُعدين للخطاب يمارسه معرض علمي على الجمهور:

الأول هو «التصنيف والتأطير» (classification and framing). فالتصنيف هو حجم تخصص المعرفة العلمية المقدّمة للجمهور عن طريق التصميم مقارنة مع المعرفة العملية اليومية والتجريبية، أو "المعرفة دون خبراء". وعلاوة على ذلك، يعتمد التصنيف أيضاً على دمج المعرفة بالمجالات الأخرى والتخصصات مثل الدين، والسياسة، والأبعاد الاجتماعية والأخلاقية للعلوم. وكلما مورِست وتجسّدت معرفة علمية

وفنية-علمية في المعرض (مثلاً استخدام مفاهيم في المعرض مثل الحمض النووي، والكروموسومات، والجينات المتنحّية)، كان التصنيف أقوى والعكس بالعكس. وعلى نحو مماثل، فإن "التأطير" يُخبر شيئاً عمن يسيطر في المعرض، وبالتالي يعني التأطير القوي أن الزائر لديه سيطرة محدودة على المعرض وخيارات استخدام قليلة.

الثاني هو «الشكلانية» (formality) التي ترتبط بـ"حجم التجريد، والإعداد والتخصص بالتعبير عن الرموز المستخدَمة لبناء رسالة المعرض" (ص 125)؛ مثل مستوى تباينات الألوان، ووضوح العناوين، والتمثيل اليومي للإشارات، مقابل الإشارات العلمية المتخصصة. وترتبط مستويات الشكلانية أيضاً بمستوى الفرص الاستكشافية التي تتطلب تدريباً عملياً مع أشياء ملموسة، ومستوى التفاعل الاجتماعي الذي يتيحه المعرض للجمهور. وقد عرض المؤلفون تصنيفاً لمعارض شمل أربعة مجالات فرعية مختلفة باستخدام مجموعة من أبعاد التصنيف/التأطير والشكلية (الجدول 1).

الجدول 1. مجالات ممارسة تربوية ومستويات تفاعل (مقتبَس عن أنيفاندي وآخرين، 2010).

	تصنيف/تأطير قوي	تصنيف/تأطير ضعيف
شكلية عالية	مجال خاص: خطاب معرض مع أشكال تعبيرات مفصلة للغاية ومعرفة علمية متخصصة للغاية، بالتالي تجرّد الزائر من سلطته (= أقل تفاعلية).	مجال أسطوري: محتوى معرفة علمية أقل مع رموز مفصّلة للتعبير تفرض تفسيراً على الزائر (= تفاعلية معتدلة).
شكلية منخفضة	مجال مجازي: خطاب معرض مع تفصيل معتدل أو منخفض للرموز، استخدام رموز تجربة يومية، السماح بمشاركة فعالة وفرص استكشاف، ومع ذلك، استخدام معرفة متخصصة بشكل كبير (= تفاعلية معتدلة).	مجال عام: معرض خطابات تقدم تخصصاً منخفضاً للمعرفة مع تفصيل منخفض لرموز وتعبيرات تعزز سلطة الزائر (= تفاعلي بقوة).

ويوفر إطار التصنيف الذي يعرضه أنيفاندي وزملاؤه وسيلة تحليل أكثر منهجية لمعارض العلوم، ويسهّل تطوير المعارض آخذاً بعين الاعتبار السيميائيات الاجتماعية والأبعاد متعددة الوسائط للمعرض، إضافة إلى "السمات الاجتماعية والحاجات البيداغوجية للزائر".

ويسمح أيضاً تعدد وسائط الإشارات للقيّمين على المتاحف (المسؤولين) بالتفكير في العرض في مراكز العلوم. واستنادا إلى روز (2007)، يحتاج القيمون على المتاحف أن يأخذوا بعين الاعتبار "التكنولوجيات" التالية لتصاميم المتاحف:

أولاً. «تكنولوجيا العروض»، وعلى نحو أكثر دقة، كيف وأين تُؤطّر الصور وتُعلّق؟ وكيف تُضاف وتوضع أغراض أخرى، ومصنوعات، وصور بحسب علاقة بعضها ببعض لصنع مغزى من ذلك العرض المحدد؟

ثانياً. «تكنولوجيا التفسير» التي تتضمن ملصقات، وتعليقات، وأكشاكاً، وألواحاً، وكتالوجات، وغير ذلك. والأسئلة المتوفرة مثل تأثير الملصقات والتعليقات على المعرض، والمعلومات الإضافية التي يوفرونها للزائر كلها أمور مهمة لفهم المعرض بطريقة أكثر مهارة وحيوية.

ثالثاً. «تكنولوجيات التصميم» التي تتضمن تلوين الجدران، وأعمال الزخرفة، وإضاءة الغرفة، وعرض أفلام. والسؤال من المنظور الاجتماعي السيميائي والنقدي هو: أيُّ أثر تضيفه هذه التصاميم إلى المعنى الذي يتشكّل لدى الزائر؟

جانب من زيارة طاقم المركز لمتحف جاليليو بمدينة فلورنس في إيطاليا.

رابعاً. «تكنولوجيات تؤثر في حاسة اللمس»، وهي المساحات التي لا يُسمح للزائر بلمسها، وعادة ما تكون موجودة في صناديق زجاجية أو محاطة بحبال. ومن الأسئلة التي يتم تناولها من منظور نقدي: أي نوع من علاقات السلطة يمارسها المعرض على الزائر؟ وأي نوع من المعرفة يُستهدَف؟

خاتمة

تراجع هذه الورقة المفاهيمية بعض القضايا النظرية والتطبيقية التي تناولتها الدراسات والأبحاث حول المتاحف ومراكز العلوم، وتسلط الضوء على التوجهات المختلفة نحو توفير فضاءات تعلمية حرة للفلسطينيين في العلوم، وتناقش بعض الأفكار التي نرغب في توفرها في مركز العلوم الفلسطيني المستقبلي. خلال الفترة الماضية، قمنا بزيارات العديد من المتاحف ومراكز العلوم المحلية والعربية والعالمية، وكوّنا فكرة عن البرامج والأنشطة التي تقدمها تلك المتاحف، إضافة إلى التحديات التي تواجهها تلك المتاحف في موضوع الاستمرارية. نتوقع أن تصب هذه الأفكار الموجودة في هذه الورقة في الخطة الرئيسية لمركز العلوم (Master Plan) التي نحن بصدد إعدادها مع بلدية رام الله قريباً.

References

Allen, S. 2002. Looking for learning in visitor talk: A methodological exploration. In *Learning Conversations in Museums,* G. Leinhardt, K. Crowley, and K. Knutson, eds., 259–303. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Allen, S. 2004. Designs for learning: *Studying science museums exhibits that do more than entertain*. Wiley InterScience, S18 – S33.

American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.

Amodio, L. (2013). Science Communication at Glance. In Anne-Marie Bruyas & Michaela Riccio (eds.), *Science Centres and Science Events: A Science Communication Handbook*, Springer.

A.M. Qattan Foundation. (2011). The Walid and Helen Kattan Science Education Project Document Ramallah, Palestine: A.M. Qattan Foundation.

A.M. Qattan Foundation. (2013). Focus group discussion series. The Walid and Helen Kattan Science Education Project Document Ramallah, Palestine: A.M. Qattan Foundation.

Anderson, D. 1999. *The development of science concepts emergent from science museum and post-visit activities experiences: Students' construction of knowledge.* Doctoral Thesis, Queensland University of Technology.

Anyfandi, G., Koulaidis, V., and Dimopouls, K. (2010). A social semiotic framework for the analysis of science exhibits. In Anastasia Filippoupoliti (ed.), *Science Exhibitions: Communication and Evaluation*, MuseumsEtc.

Battrawi, B. (2012). Raising Palestinian Women's Interest in Science through Informal Learning Activities: A Case Study of "The Transit of Venus." *Proceedings of the 9th International Conference on Hands-on Science.* Costa MF, Dorrio BV, Erdogan M, Erentay N (Eds.); 2012, 1721- October; Akdeniz University, Antalya, Turkey. 93 - 101.

Beiers, R. J., & McRobbie, C. J. (1992). Learning in interactive science centres. *Research in Science Education, 22,* 2844-.

Baxandall, M. (1991). Exhibiting intention: Some preconditions of the visual display of culturally purposeful objects. *Exhibiting cultures*: *The poetics and politics of museum display*, 3341-.

Cameron, F. (2007). Moral Lessons and Reforming Agendas:History museums, science museums, contentious topics and contemporary societies. In Simon Hnell, Suzanne Macleod, and Sheila Watson (eds.), *Museum Revolutions: How museums change and are changed*. Routledge.

Casini. S. (2010). Art in science centres: A challenge to visitors and evaluators. In Anastasia Filippoupoliti (ed.), *Science Exhibitions: Communication and Evaluation*. MuseumsETC.

Champagne, A. B., & Lovitts, B. E. (1989). Scientific literacy: A concept in search of definition. In A. B. Champagne, B. E. Lovitts & B. J. Callinger (Eds.), *This year in school science. Scientific literacy (pp. 1–14).* Washington, DC: AAAS.

Caulton, T. (2002). *Hands-on exhibitions: managing interactive museums and science centres*. Routledge.

Dierking, L. D. (1989). The family museum experience: Implications from research. *Journal of Museum Education*, *14*(2), 911-.

Driver, R., & Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, *67*(240), 44356-.

Driver, R., Leach, J., Scott, P., & Wood-Robinson, C. (1994). Young people's understanding of science concepts: Implications of cross-age studies for curriculum planning. *Studies in Science Education, 24*(1), 75100-.

Ecsite (2008) The *Impact of Science and Discovery Centres: A Review of Worldwide Studies.* The Science Centre Enrichment Activity Grant Project.

Falk, J. H. (1983). Field trips: A look at environmental effects on learning. *Journal of Biological Education*, *17*(2), 137142-.

Feher, E. (1990). Interactive museum exhibits as tools for learning: Exploration with light. *International Journal of Science Education, 12*(1), 35- 39.

Fenichel, M., & Shweingruber, H. (2010). *Surrounded by Science: Learning Science in Informal Environments.* The National Academic Press.

Friedman, A. J. (2000). Museums, communities and contemporary science. *Museums of Modern Science*, 4351-.

Fyfe, G. J. (1998). On the relevance of basil Bernstein's theory of codes to the sociology of art Museums. *Journal of Material Culture*, *3*(3), 325354-.

Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures*. New York: Basic Books.

Hassan, F. (2000). Islamic Women in Science. *Science*, *290*:5489, 55 – 56.

Heath, C., & Vom Lehn, D. (2008). Configuring 'Interactivity' enhancing engagement in science centres and museums. *Social Studies of Science*, *38*(1), 63-91.

Hein G.E., Alexander M., & Grogg, A.H. (Eds.) (1998). *Museums: Places of Learning.* Washington, DC: American Association of Museums.

Hofstein, A., & Rosenfeld, S. (1996). Bridging the gap between formal and informal science learning. *Studies in Science Education, 28*, 87 – 112.

Hornung, G.S. (1987). Making Connections. *Educational Perspectives, 24*,25-.

Koran, J. J., Morrison, L., Lehman, J. R., Koran, M. L., & Gandara, L. (1984). Attention and curiosity in museums. *Journal of Research in Science Teaching*, *21*(4), 357363-.

Kress, G., & Van Leeuwen, T. (2006). *Reading images: The grammar of visual design*. Routledge.

Kress, G. (2010). *Multimodality: a social semiotic approach to communication*. London & New York: Routledge.

Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education, 84*, 7194-.

Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex.

Linder, C; Ostman, D; Wickman, P.; Erichson, G. & Mackinnon, A. (2012). *Exploring the landscape of scientific literacy.* Routledge.

Lipardi, V. (2013). The Evolution of Worldwide Expansion of Science Centres. In Anne-Marie Bruyas & Michaela Riccio (eds.), *Science Centres and Science Events: A Science Communication Handbook*, Springer.

Liu, X. (2009). Beyond Scientific Literacy: Science and the Public. *International Journal of Environmental and Science Education*, *4* (3): 301 – 311.

Maziak, W. (2005). Science in the Arab World: Vision of Glories Beyond. *Science*, 308.

McDonald, S. (2010). Exhibition experiments: Publics, politics, and scientific controversy. In Anastasia Filippoupoliti (ed.); *Science Exhibitions: Curation and Design*. Museums Etc.

McLean, K. (1999). Museum exhibitions and the dynamics of dialogue. *Daedalus, 128*(3), 83107-

Melber, L. M. (2003). Partnerships in science learning: Museum outreach and elementary gifted education. *Gifted Child Quarterly, 47*(4), 251259-.

National Research Council (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places and Pursuits.* Washington, DC: The National Academies Press.

The National Science Teachers Association and 21st Century Skills (2008). 21st Century Skills Map. Retrieved from: http://www.21stcenturyskills.org

Packer, J., & Ballantyne, R. (2005). Solitary vs. shared: Exploring the social dimension of museum learning. *Curator: The Museum Journal*, *48*(2), 177192-.

Perkins, D. N. (1992). What constructivism demands of the learner. *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*, 161165-.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, *66*(2), 211227-.

Prakash, G. (1999). *Another reason: Science and the imagination of modern India*. Princeton University Press.

Rahm, J. (2004). Multiple modes of meaning-making in a science centre. *Science Education*, *88*(2), 223247-.

Rancière, J. (2006). *The politics of aesthetics*. Continuum International Publishing Group.

Rennie, L. & Williams, F. (2002). Science centres and scientific literacy: Promoting a relationship with science. *Science Education, 86*(5), 706726-.

Rockwell, T. (2013, September). Phenomena, Objects and Representations: Three Types of Exhibits and associated Design Principles. EMME Summer School for Science Communication. Lecture conducted at Parque de las Ciencias, Granada, Spain.

Rose, G (2007). Visual methodologies: *An introduction to the interpretation of visual materials*. Sage.

Sandifer, C. (2003). Technological novelty and open-endedness: Two characteristics of interactive exhibits that contribute to the holding of visitor attention in a science museum. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(2), 121137-.

Short, D. B., & Weis, N. The Role of Science & Discovery Centres in the Public Understanding of Science.

Silverman, L. H.(1999). Meaning making matters: Communication, consequences, and exhibit design. *Exhibitionist 18* (2): 9–14.

Taraki, L. (2008). Enclave Micropolis: The Paradoxical Case of Ramallah/al-Bireh. Journal of Palestine Studies *37* (4): 620-

Thomas, G. (2010). Crossing the threshold: Design to engage. In Anastasia Filippoupoliti (ed.), *Science Exhibitions: Communication and Evaluation*, MuseumsEtc.

Vom Lehn, D., Heath, C., & Hindmarsh, J. (2005). *Rethinking interactivity: design for participation in museums and galleries.* Work, Interaction & Technology Research Group, King's College London. Retrieved January, 26, 2006.

Wahbeh, N. (2003). Teaching and Learning Science in Palestine: Dealing with the New Palestinian Curriculum. *Mediterranean Journal of Educational Studies*, *8* (1), 135 – 159

Wahbeh, N. (2011). Educational reform and meaning making in Palestinian schools: An ethnographic study of six public schools. Qattan Centre for Educational Research and Development, A. M. Qattan Foundation. Palestine.

Wahbeh, N. & Kishek, (2006) W. *Analysis of the pedagogic discourse patterns of interaction in a Palestinian school: An Ethnographic Research*. A.M. Qattan Foundation: Al-Qattan Center for Educational Research and Development, Ramallah, Palestine. ISBN 99508-22-313-.

Wahbeh, N., & Abd-El-Khalick, F. (2014). Revisiting the Translation of Nature of Science Understandings into Instructional Practice: Teachers› nature of science pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*,*36*(3), 425 – 466.