

اللفظ القرآني (اشتعل) بين التعبير البلاغي والمفهوم الكيميائي في الآية:  
{وَأَشْتَعَلَ الرَّأْسُ شَيْباً<sup>1</sup>}

الدكتور أحمد الصفار\*

## المحتويات

1.....	اللفظ القرآني بين التعبير البلاغي والمفهوم الكيميائي
2.....	المحتويات
3.....	أولاً: المقدمة
8.....	لماذا اشتعل الرأس وليس الشعر؟
9.....	ثانياً: الهدف
9.....	ثالثاً: الفرق اللغوي بين اشتعل واحترق
9.....	1.اشتعل
10.....	2.أحترق
10.....	رابعاً: الفرق بين اشتعل واحترق كيميائياً
11.....	1.الاشتعال (Ignition):
11.....	2.الاحتراق (Burning)
11.....	خامساً: بين التعبير البلاغي والمفهوم الكيميائي
12.....	لماذا الرأس وليس الشعر مرة أخرى؟
13.....	تكوّن الشيب كيميائياً
13.....	الشيب المفاجئ
14.....	<u>ميكانيكية تكوين الشيب وعملية الاشتعال لصبغة الشعر</u>
14.....	الخاتمة
18.....	ثبت المصادر
20.....	تعريف بالباحث

## بسم الله الرحمن الرحيم

### الخلاصة

أن الالتفات الى تجدد معنى اللفظ نتيجة توافر المعرفة وسهولة الحصول عليها يعطي فيضا كبيرا يغني التعبير البلاغي في تفسير اللفظ القرآني، فما ذكرنا من نموذجين للفظين يقعان ضمن الاستعارة "الخاصية الغريبة" فهي ترتفع عن المستوى العام ولا يبلغ شأوها إلا ذوو الأذهان المتوقّدة والأفهام المرهفة الرقيقة. ولها شواهد كثيرة في القرآن<sup>3</sup>.

ومن الممكن أن نلتفت أيضا الى أمثلة كثيرة ومن بينها اللفظ (التصعد) في الآية: {وَمَنْ يُرِدْ أَنْ يُضِلَّهُ يَجْعَلْ صَدْرَهُ ضَيِّقًا حَرَجًا كَأَنَّمَا يَصَّعَّدُ فِي السَّمَاءِ} [سورة الأنعام: آية 125]. وكذلك السقف المحفوظ في الآية الكريمة: {وَجَعَلْنَا السَّمَاءَ سَقْفًا مَحْفُوظًا وَهُمْ عَنْ آيَاتِهَا مُعْرِضُونَ} [سورة الأنبياء: آية 32]، وغيرها كثير وسنتناولها بدراسات منفصلة.

تبيننا بوضوح مدى القيمة الفنية الضخمة لهذه الاستعارة في الآية الشريف: {وَأَشْتَعَلَ الرَّأْسُ شَيْبًا}، ومدى ما تنطوي عليه من دقة ملحوظة بين طرفي الاستعارة (الاشتعال والشيب) أو (الاشتعال والسواد) وحقيقة الاشتعال كيميائيا. ومدى الدهشة الفنية التي تغمرنا حينما نتأمل هذه المماثلة المعجزة بين الاشتعال للشيء وبين انسحابه على عملية تحول الشعر الأسود كيميائيا الى شعر أبيض، أو قل تحول اللون الداكن الى الأبيض. وعلاقة ذلك بكبر السن والقلق والحزن الدائم. تلك جميعا تكشف عن أحد أسرار الفن المدهش في الصورة القرآنية الكريمة. والله العالم

### أولا: المقدمة

إن مظاهر التعبير القرآني لا أحد يستطيع أن يجاربه في أسلوبه، فيجري بنسق خاص في أسلوبه، فلا قوافي شعرية أو سجع النثر أو فنون الكتابة وتعبيراتها. لقد تميّز القرآن الكريم بالمحافظة على جمال اللفظ وروعة التعبير، والمستوى الرفيع من هذا الجمال اللفظي، ودقة

التعبير واختيار اللفظ المناسب، وثبات اللفظ وتغير معناه بتغير الموضوع أو الحدث. والملفت حقاً إن ألفاظ القرآن الكريم وعباراته مصوغة بشكل عجيب، وبكيفية مذهلة، بحيث تصلح أن تكون خطاباً لمختلف المستويات من الناس، وتتجدد بزيادة معرفة الإنسان وتفتح على آفاق المعرفة من غير أن يحدث ذلك تناقضاً أو تضارباً. وكل ذو فن وعلم يستطيع أن ينهل منها في مجال تخصصه وتبقى مصداق لمعنى اللفظ الذي ساقه القرآن الكريم. ويتصف التعبير القرآني بالتجديد في الأسلوب، وذلك من تصريف بعض المعاني وتكرارها بقوالب مختلفة من التعبير والأسلوب البياني، بشكل يضيف عليها الجدة، ويلبسها ثوباً غير الذي كانت تلبسه، بحيث تظهر وكأنها بمعنى جديد. وتتسع دلالاتها.

إن التعبير القرآني غني ومملوء حركة وحياء، وتتحرك فيه كل الحواس. فتجعل المخاطب يتخيل المعنى المجرد وكأنها صورة ناطقة يتحسس فيها الحركة والحياء. ولأن المعنى متجدد فيلزمنا من خلال تنامي معرفة الإنسان أن ندرك معنى اللفظ القرآني الجديد الذي تتحقق فيه صعوبة تفسيره بفن واحد من فنون المعرفة لا تفسير اللفظ نفسه. " فيكون من الطبيعي أن يواجه الإنسان صعوبات كبيرة إذا حاول تحديد المعنى في مصداق معين، وتجسيد المفهوم في ذهن ضمن واقع خاص"<sup>4</sup>. فيهتم علم التفسير في "البحث عن مدلول كل لفظ أو جملة في القرآن الكريم، لأن كون هذا المعنى أو ذلك مدلولاً للفظ القرآني من صفات القرآن بوصفه كلاماً لله"<sup>5</sup>.

وفي هذا البحث سنستعرض بعض الألفاظ القرآنية بمدلولات تضيف على ما قدمها المفسرون غزارة في المعنى وتزيح بعض الغموض فيما لم ينجح المفسر من التوصل له أو لم يستكمل تفسير المعنى ويتأتى ذلك من الاعتماد على فنون المعرفة الأخرى. من غير أن يتسارع إلى تفسير القرآن بظاهر العربية، أو يحاول أن يلو الآيات لإدخال معناها حشراً في مفهوم ما فيدخله حينئذ في زمرة من فسر القرآن بالرأي والعياذ بالله لأن ذلك منهي عنه لقول أبي عبد الله عليه السلام: [من فسر القرآن برأيه إن أصاب لم يؤجر، وإن أخطأ خرّ أبعد من السماء]<sup>6</sup>

وعلى أي حال فإن "حمل اللفظ على معناه الظاهر ليس تفسيراً لأن التفسير كشف القناع، ولا قناع على المعنى الظاهر، وقد يقال إن هذا الجواب لا ينطبق على بعض الحالات حينما يكون الدليل مشتملاً على ظواهر اقتضائية عديدة متضاربة، على نحو يحتاج تقدير الظهور الفعلي المتحصل من مجموع تلك الظواهر بعد الموازنة والكسر والانكسار، إلى نظر وإمعان، فيكون لونا من كشف القناع. ولهذا نرى أن الفقهاء قد يختلفون في فهم دليل: فيفهم بشكل من فقيهه: ويأتي فقيه آخر فيبرز نكتة من داخل الدليل تعين فهمه بشكل آخر على أساس ما تقتضيه تلك النكتة من ظهور"<sup>7</sup>. ومع الاعتراف بأن "المنهية عنه من تفسير القرآن بالرأي هو ما كان من قبيل الفهم الذاتي وتحميل الآراء الشخصية على القرآن الكريم لنصرة الفكرة المتبناة سابقاً، كما فعل بعض المفسرين عندما قام بتفسير آياته من خلال النظريات والعلوم الحديثة، مع أنّ هذا النوع من التفسير يمسّ إعجاز الكتاب؛ لأنه يصاحبه القول ببطلان الآية عند بطلان النظرية المفسرة بالآية أو تبدّلها كما هو المعتاد في سير العلوم وتطورها، فالقرآن كما هو معلوم كتاب هداية للبشر وليس موضوعاً لغرض طرح النظريات العلمية"<sup>8</sup>.

صحيح أن القرآن الكريم لم يكن كتاباً علمياً، جاء به الرسول صلى الله عليه وآله وسلم من أجل تفسير بعضاً من النظريات العلمية، وإنما لتحقيق هدفٍ منشودٍ، وهو هداية الإنسان وتربيته، أي هداية الخلق إلى طريق الحق.

يتميز القرآن الكريم بقوة التعبير البلاغي، ولا بأس أن يضاف لها بلاغة اللفظ بمفهومه العلمي فتغدو الدلالة نورا على نور. وفي هذا البحث سنقف بالإضافة إلى آراء البلاغيين والمفسرين في لفظ (اشتعل) في الآية الشريفة {وَاشْتَعَلَ الرَّأْسُ شَيْبًا} [سورة مريم: آية 4] بل كذلك على المفهوم الكيميائي لهذا اللفظ. وجاء هذا البحث إجابة على التساؤل القائل: لماذا جاء لفظ (اشتعل) للإشارة إلى ابيضاض الشعر؟ ولماذا لا يمكن إلا أن يكون هذا اللفظ بالذات؟

نحاول الإجابة فنقول: أن واحدة من أساليب البلاغة هي الاستعارة. والاستعارة هي "مجاز تنزاح فيها الدلالة عن المعنى الاساسي للفظ الى أحد المعاني الإضافية وتكون الاستعارة تبعية إذا كان لفظ الاستعارة فيه: اسماً مشتقاً، أو فعلاً، واسم فعل، أو اسماً مبهماً، أو حرفاً. فالمستعار: هو لفظ المشبه به وإن كان محذوفاً"<sup>9</sup> مثال ذلك قوله تعالى {وَاشْتَعَلَ الرَّأْسُ شَيْبًا} [سورة مريم: آية 4]، شَبَّهت الآية ظهور الشيب باشتعال النار. وذلك في "تصوير تسارع انتشار الشيب في رأسه حتى عمّ الرأس بحالة الاشتعال الذي يسارع انتشاره في الهشيم، براعة تدلّ على الحالة النفسية التي أخذ يعاني منها، والتي بدأت تكويه بنار اليأس التي أخذ لها ينتشر شيباً في شعر رأسه"<sup>10</sup>. "فالمستعار منه (المشبه به): النار وقد استعار منها الاشتعال. والمستعار له (المشبه به): الشيب. أما الجامع بينهما فهو (وجه الشبه): التدرج في الاشراق والوضوح. وقد اشتق من الاشتعال فعل (اشتعل) مصرحاً بذكر المستعار منه، فهي إذاً: استعارة تصريحية لجهة المستعار منه، وتبعية لأن لفظ الاستعارة فعل (اشتعل)"<sup>11</sup>

ومن الملفت جداً أن أستعير اللفظ (اشتعل) في الآية الشريفة وليس لفظاً آخر. ولقد شغل هذا الموضوع بال الكثير من الباحثين في مختلف التخصصات. ولكن يبقى السؤال يدور حول هذه الاستعارة التي خلعت طابع (الاشتعال) على الشيب. فإذا كان الشيب هو مجرد علامة للكبر، بالرغم من أنه نذير الموت، فلماذا خلع عليه طابع الاشتعال دون غيره من الإعارات الأخرى؟ هذا ما يتطلب شيئاً من التوضيح. لقد كان من الممكن أن يعار للشيب طابع (الإنارة) بدلاً من (الاشتعال) أو (النار)، أي من الممكن أن يستعار (النور) للشيب بدلاً من (النار)، وبخاصة أن الوقار يتناسب مع (النور). لكن ثمة نقطة فنية ينبغي لفت النظر إليها بالنسبة إلى استخدام (النار) بدلاً من (النور)، فإن الاستعارة، لما هو متناسب مع انتهاء العمر، تظل هي المسوغ الفني لاستعارة (الاشتعال) للشيب"<sup>12</sup>.

ومنهم من عبّر عن دلالة الاشتعال قائلاً: "الاشتعال انتشار شعاع النار. وقوله: {وَاشْتَعَلَ الرَّأْسُ شَيْبًا}، من أحسن الاستعارات. والمعنى اشتعل الشيب في الرأس وانتشر كما ينتشر شعاع النار، يُقال للشيب إذا كثر جداً قد اشتعل الرأس"<sup>13</sup>.

أما "إسناد الاشتعال إلى الرأس لإفادته شمول اشتعال الرأس كما لو قلت: -اشتعل بيتي ناراً- مكان -اشتعل النار في بيتي-. ومنها الإجمال والتفصيل الواقعان في طريق التمييز، ومنها تكبير (شيباً) للتعظيم كما هو حق التمييز. ثم عدل إلى مرتبة أخرى هي -اشتعل الرأس مني شيباً- لتوخي مزيد التقرير بالإبهام ثم البيان"<sup>14</sup>

ومنهم من اعتبر استعارة النار لانبساطها فقال: "استعارة محسوس لمحسوس بوجه محسوس نحو: واشتعل الرأس شيباً فالمستعار منه هو النار، والمستعار له هو الشيب، والوجه أي الجامع هو الانبساط الذي هو في النار أقوى، والجميع حسي، والقرينة هو الاشتعال الذي هو من خواص النار، وهو أبلغ مما لو قيل: اشتعل شيب الرأس لإفادته عموم الشيب لجميع الرأس"<sup>15</sup>.

ومنهم من جعل الاستعارة بمعنى آخر "قشبه الشيب بشواظ النار في بياضه وإنارته وانتشاره في الشعر، فشوه فيه وأخذه منه كل مأخذ، باشتعال النار؛ ثم أخرجه مخرج الاستعارة، ثم أسند الاشتعال إلى مكان الشعر ومنبته وهو الرأس"<sup>16</sup>. وآخر "شبه عموم الشيب شعر رأسه أو غلبته عليه باشتعال النار في الفحم بجامع انتشار شيء لامع في جسم أسود، تشبيهاً مركباً تمثيلاً قابلاً لاعتبار التفريق في التشبيه، وهو أبداع أنواع المركب. فشبّه الشعر الأسود بفحم والشعر الأبيض بنار على طريق التمثيلية المكنية ورمز إلى الأمرين بفعل (اشتعل)"<sup>17</sup>

والمتأمل في هذا التشبيه يجد "أن النار أيضاً تتغذى على الحطب وتظل مشتعلة لها لهباً يعلو طالما في الحطب الحيوية النباتية التي تمد النار، فإذا ما انتهت هذه الحيوية النباتية في الحطب أخذت النار في التضائل، حتى تصير جذوة لا لهب لها ثم تنطفئ"<sup>18</sup>.

لقد أجمع علماء البلاغة على أن الاستعارة في هذه الجملة من أطف الاستعارات وأحسنها لفظاً ومعنى، فقد جمعت بين الإيجاز والإعجاز؛ إذ فيها من فنون البلاغة، وكمال الجزالة ما لا يخفى، "حيث كان الأصل أن يقال: (واشتعل شيبُ الرأس)؛ وإنما قلب للمبالغة، فقيل: (واشتعل الرأس شيباً)، فأسند الاشتعال للرأس في اللفظ، وهو في الحقيقة مسند للشيب في المعنى، فأفاد بذلك مع لمعان الشيب في الرأس-الذي هو أصل المعنى- العموم على

سبيل الاستغراق والشمول، وأن الشيب قد شاع في الرأس كله، وأخذه من نواحيه، وعمّ جملته، حتى لم يبق من السواد شيء، أو لم يبق منه إلا ما لا يعتد به. وهذا المعنى لا يمكن أن يفهم لو قيل: (اشتعل شيبُ الرأس)؛ بل لا يوجب اللفظ -حينئذ- أكثر من ظهور الشيب في جانب أو أكثر من جوانب الرأس. ويبين لك ذلك أنك تقول: (اشتعل البيت نارًا)، فيكون المعنى: أن النار قد وقعت في البيت وقوع الشمول، وأنها قد استولت عليه، وأخذت في جميع أطرافه ووسطه. أما قول: (اشتعلت النار في البيت)، فلا يفيد ذلك المعنى الذي أفاده الأول؛ بل لا يقتضي هذا أكثر من وقوع النار في البيت وإصابتها جانبًا منه أو أكثر. فأما الشمول وأن تكون قد استولت على البيت وابتزته فلا يعقل من اللفظ البتة، ونظير هذا في التنزيل قوله عز وجل: {وَفَجَّرْنَا الْأَرْضَ عُيُونًا} [سورة القمر: آية 12]، التفجير للعيون في المعنى، وواقع على الأرض في اللفظ كما أسند هناك الاشتعال على الرأس، وقد حصل بذلك من معنى الشمول ههنا مثل الذي حصل هناك، وذلك أنه قد أفاد أن الأرض قد كانت صارت عيونًا كلها، وأن الماء كان يفور من كل مكان فيها<sup>19</sup>

لكن في كلتا الحالتين فإن الصياغة القرآنية لها هي التي تهبها جمالية خاصة، سواء كان ذلك من حيث التركيب اللفظي من تقديم وتأخير للألفاظ أو من حيث التركيب اللغوي.

### لماذا اشتعل الرأس وليس الشعر؟

والسؤال الآن لماذا اشتعل الرأس وليس الشعر الذي هو في الرأس؟ وكما قدمنا أعلاه لمعنى الشمول، كذلك لأن الرأس يشمل شعر الرأس، وشعر اللحية بخلاف الشعر الذي يعني شعر الرأس فقط. ويدلك على ذلك قول الله عز وجل: {وَلَا تَخْلُقُوا رُءُوسَكُمْ حَتَّى يَبْلُغَ الْهَدْيُ مَحَلَّهُ} [سورة البقرة: آية 196]، وقوله تعالى: {وَأَمْسَحُوا بِرُءُوسِكُمْ} [سورة المائدة: آية 6]، فنهى سبحانه في الأول عن حلق الرؤوس مقيّدًا ببلوغ الهدي محله، وأمر في الثاني بالمسح بالرؤوس، أفاد الأول النهي عن حلق الرأس الذي يمثل شعر الرأس مع شعر اللحية والشاربين، وأفاد الثاني الأمر بمسح بعض شعر الرأس، وجاء تخصيص شعر الرأس دون غيره لأنه جاء بعد غسل الوجه الذي يضم شعر اللحية والشاربين، {فَاغْسِلُوا وُجُوهَكُمْ وَأَيْدِيَكُمْ إِلَى الْمَرَافِقِ وَامْسَحُوا بِرُءُوسِكُمْ} [سورة المائدة: آية 6]. وبالإضافة إلى ذلك سنرى من وجهة علمية أن

تغير لون الشعر أصله في الرأس وإنما الشعر تأثر به، فالحديث يجب أن يكون عن الرأس وليس الشعر كما سنرى.

### ثانياً: الهدف

تأتي هذه الدراسة لإضافة لمسة فنية جديدة من علم الكيمياء تضيء بلاغة فوق بلاغة اللغة العربية في إظهار الحكمة من اختيار اللفظ في القرآن الكريم. وهناك في القرآن الكريم ألفاظاً عديدة تحتاج إلى إظهار بلاغة القرآن الكريم من خلال العلوم الأخرى إضافة لما قدمه الآخرون في تفسيرها. لقد اخترت لأجل ذلك لفظ (اشتعل)، وعرضت دراسة كيميائية تحليلية لاستعمال لفظ (اشتعل) بدلاً عن لفظ آخر مثل أنار من نار أو احترق، وبعيدا عما كتبه المفسرون وعلماء البلاغة من الشمول والاستعارة من جهة وتعبيرا عن شواظ النار والبياض في وصف الشيب من جهة أخرى، وما إلى ذلك وإن كانت جميعها لمسات رائعة من ذوق اللغة العربية الجميلة، فهي محاولة للنظر في الفنون الأخرى بالإضافة طبعا لفنون اللغة العربية.

### ثالثاً: الفرق اللغوي بين اشتعل واحترق

#### 1. اشتعل

قال أرباب المعجمات وغيرهم من يهتم بمعاني الألفاظ وتحليلها أن: "الشعل هو التهاب النار، ويقال: شعله من النار، وقد أشعلتها، والشعلة: الفتيلة إذا كانت مشتعلة، وقيل: بياض يشتعل، قال تعالى: {وَاشْتَعَلَ الرَّأْسُ شَيْبًا} [سورة مريم: آية 4]، تشبيهاً بالاشتعال من حيث اللون، واشتعل فلان غضبا تشبيهاً به من حيث الحركة، ومنه: أشعلت الخيل في الغارة، نحو: أوقدتها، وهيجتها، أضرمتها"<sup>20</sup>.

وجاء أيضا أن "شَعَلَ: أشعل هو بياض في الناصية وفي الذنب. والفعل: شعل يشعل شعلا. والنعت: أشعل وشعلاء للمؤنث. والشعلة من النار ما أشعلت من الحطب. والشعلة:

الفتيلة المشتعلة في الذبال، وأشعلته فاشتعل غضبا، وأشعلت الخيل في الغارة، أي: بثنتها. وجراد مشعل: متفرق كثير. وشعل شعلا وأشعل الرأس الشيب<sup>21</sup>. ومما ذكرت المصادر في معنى اشتعال الشيب أن: "اشتعل الشيب في الرأس يعني اتقد على المثل، وأصله من اشتعال النار، ودخل في قوله: الرأس، شعر اللحية، لأنه كله من الرأس"<sup>22</sup>. واشتعل رأسه شيبا جاء تفسيره كمحصلة لسببين هما العمر والهموم، وفي هذا المعنى ستفسر الآية: "كبر، أو كثرت عليه الهموم"<sup>23</sup>.

## 2. أحترق

جاء في المفردات<sup>24</sup> أن: "أحرق كذا فاحترق، والحريق: النار، وقال تعالى: {وَدُوفُوا عَذَابَ الْحَرِيقِ} [سورة الحج: آية 22]، وقال تعالى: {فَأَصَابَهَا إِعْصَارٌ فِيهِ نَارٌ فَاحْتَرَقَتْ} [سورة البقرة: آية 266]، {قَالُوا حَرِّقُوهُ وَانصُرُوا آلِهَتَكُمْ} [سورة الأنبياء: آية 68]، {الْحَرِيقَةُ} [سورة طه: آية 97]، فحرق الشيء: إيقاع حرارة في الشيء من غير لهيب، كحرق الثوب بالدق، وحرق الشيء: إذا برده بالمبرد، وعنه استعير: حرق الناب، وقولهم: يحرق علي الأرم (أي: يحك أسنانه بعضها ببعض غيظا)، وحرق الشعر: إذا انتشر، وماء حراق: يحرق بملوحته: إيقاع نار ذات لهيب في الشيء، ومنه استعير: أحرقني بلومه: إذا بالغ في أذيته بلوم".

ونؤكد هنا من الناحية اللغوية على أن حرق الشعر لا يعني سوى قطعه وتقصيره وليس كما يُتصور بالنار، ويقال: "حرق شعره: أي تقطع ونسل، فهو حرق"<sup>25،26</sup>، و"إذا قصر شعر الذقن عن شعر طول العارضين قيل هو حرق اللحية"<sup>27</sup>، "والحرق: قصر الشعر، حرق يحرق حرقا"<sup>28</sup>. بينما "الحرق، بالتحريك: النار. فيقال: في حرق الله؛ أي في ناره. وقد تحرقت، والتحريق: تأثيرها في الشيء، والحرق من حرق النار. وأحرقه بالنار وحرقه: شدد للكثرة، والحريق أي الذي يقع في حرق النار فيلتهب"<sup>29</sup>.

## رابعا: الفرق بين اشتعل واحترق كيميائيا

## 1. الاشتعال (Ignition):

هو تفاعل كيميائي بين مادتين ينتج عنه حرارة وانبعاثات غازية ويصاحبه لهب، واللهب هو الجانب الغازي المرئي (الباعث للضوء) من النار. وهو ناتج تفاعل قوي طارد للحرارة (exothermic)، وذلك في وسط غازي. وهو أيضا يعني احتراق ذاتي، مثل اشتعال عود الثقاب من عملية احتكاك بسيطة للمادة الكيميائية على رأس العود تؤدي لتكوين حرارة كافية لاتقاد مواد سريعة الاشتعال في رأس عود الثقاب. وبها يحترق (العود) وليس يشتعل مكونا بذلك لهبا. وبمعنى آخر: إن اشتعلت المادة الكيميائية برأس العود ذاتيا فسيحترق (العود) اتفاقا، فالاشتعال يتبعه احراق العود لتمامهما. وأن ما يتم في جسم الكائن الحي هي عمليات احتراق ذاتي مستمرة ومتتابعة.

## 2. الاحتراق (Burning)

أما الاحتراق فهو ناتج من تفاعل الوقود مع الأوكسجين ويتم ذلك بأن تصل المادة لدرجة الاتقاد فتحدث طاقة حرارية أو ضوئية أو معا وتنتج عن التفاعل مواد أخرى. والاحتراق ليس كالاشتعال فلا يحدث لهبا ونارا بشكل تلقائي، بمعنى آخر لا الوقود ولا الأوكسجين يشتعلان لوحدهما، بل لابد من مصدر أولي للطاقة. فالخشب بوجود الهواء لا يشتعل (أي لا يحترق ذاتيا)، ولو كان كذلك لما بقيت نبتة قائمة على ساقها. بل بوجود طاقة مثل لهب أو نار فسيحترق الخشب، انتبه لا يشتعل بل يحترق.

فعود الثقاب يشتعل ويولد اللهب، وبهذا اللهب يحترق الخشب. والعكس غير صحيح. إذ أن الخشب لا يشتعل بذاته بوجود الهواء.

## خامسا: بين التعبير البلاغي والمفهوم الكيميائي

بعدما قدمنا للفروق اللغوية والكيميائية بين اللفظين (اشتعل) و (احترق) نعود لتحليل سبب استخدام اللفظ (اشتعل) بدلا عن (احترق) في الآية الشريفة: قال الله سبحانه وتعالى:

(واشْتَعَلَ الرَّأْسُ شَيْبًا) [سورة مريم: آية 4]، فجاء لفظ (اشتعل) وقد تعرضنا له بلاغياً. أما إذا استبدل هذا اللفظ بـ(احترق)، فهذا يعني كيميائياً أن الرأس بما فيه سيقرب من مصدر طاقة مثل النار فيحترق. وليس هذا ممكناً لإنسان عاقل فضلاً عن النبي زكريا عليه السلام. كما وأنه كما رأينا غير ممكن لغوياً فحرق الشعر يعني "تقصير الشعر"<sup>30</sup>، أو "يتقطع الشعر وينسل"<sup>31،32</sup>، وأيضاً يعني كما قدمنا هو "تقصير شعر الذقن عن شعر طول العارضين"<sup>33</sup>.

بينما حقيقة اشتعال الرأس شيباً - في الحقيقة - أنه قد اشتعلت المادة الصبغية الموجودة في الشعر اشتعالاً كيميائياً، أي بالمتعارف اليوم احتراقاً ذاتياً. وهذه التفاعلات الكيميائية تؤدي إلى تغيير لون الشعر كما سيأتي الحديث عنه.

### لماذا الرأس وليس الشعر مرة أخرى؟

وأمر آخر لا يقل أهمية عن الأول، أن النص القرآني لم يذكر الشعر في الآية ولكنه تحدث عن الرأس. فلم يقل اشتعل الشعر شيباً، والسبب في ذلك أن الشعر ليس له أدنى علاقة بهذا التفاعل الكيميائي، وإنما هو متأثر به فقط. فالتفاعل يحدث في منشأ الشعر وهي بصيلات الشعر في فروة الرأس تحت الجلد في المكان الذي يحدث فيه تغذية الشعر، ثم أسند الاشتعال إلى مكان الشعر ومنبته وهو الرأس<sup>34</sup>، ولذلك فقد أشار القرآن إلى الرأس الذي تتم فيه عملية التفاعل هذه، وإلى الاشتعال الذي هو عبارة عن احتراق ذاتي كيميائي للمادة الملونة للشعر فيسبب في ظاهرة الشيب.

كما وأن هناك علاقة وثيقة بين الشيب، وكبر السن من جهة وظاهرة الخوف من جهة أخرى، وكلاهما يؤدي -بذات العمليات الكيميائية- إلى اشتعال المادة الملونة للشعر. فيشيب الإنسان إذا تعرض لخوف مفاجئ أو لضغط عصبي أو حزن شديد، وتراثنا مليء بذلك فيقال: "شَيَّبَ الحزن رأسه وبرأسه، وأشَابَ الحزن رأسه وبرأسه"<sup>35</sup>. ودليل هذه العلاقة الوثيقة بين الشيب والخوف ما صرحت به الآية القرآنية في قوله تعالى: {يَوْمًا يَجْعَلُ الْوِلْدَانَ شِيبًا} [سورة المزمل: آية 17]، أي يوم القيامة وعرضاتها التي تجعل شعر الولدان أبيضاً كالثلج من

الخوف الشديد المبالغ الذي يتعرض له الناس، ويقال: "شاب الانسان يشيب شيباً إذا ابيض شعره"<sup>36</sup>.

### تكوّن الشيب كيميائياً

يتلوّن الشعر عادةً بصبغة الميلانين (melanin)، وهي على نوعين (eumelanin) وهي المسؤولة عن لون الشعر الداكن (الأسود والبني)، والثانية (pheomelanin) المحددة لاحمرار أو اصفرار الشعر. ويعتمد اللون النهائي للشعر على نسبة إحداهما للأخرى.

إن بتقدّم العمر تتوقف الخلايا الصبغية (melanocytes) في بصيلات الشعر عن إنتاج هاتين الصبغتين، وينتج عن ذلك شعر بدون لون. وبالنهاية يكون الشعر خليطاً من شعر ملوّن وغير ملوّن وخاصة عند ذوي الشعر الداكن فيتحول الى شعر رمادي.

ويمكن تشبيه عملية تكون الشيب بالعمليات اليدوية في صالونات تزيين الشعر، والتي يتم فيها قصر لون الشعر بمادة كيميائية معينة، وهي ذات المادة التي تعمل في خلايا البصيلات. وهذه المادة هي بيروكسيد الهيدروجين. فتبدأ الخلايا المنتجة للميلانين بتكوين بيروكسيد الهيدروجين، والتي -عادة- تتكسر بواسطة أنزيم (catalase) وبذلك يبقى لون الشعر داكناً. ولكن بتقدم العمر يتناقص هذا الأنزيم، وعندئذ تتزايد مادة بيروكسيد الهيدروجين الذي يمنع تكوين صبغة الميلانين بمعنى يصبح الشعر بدون صبغة وبمفهومنا شيباً.

### الشيب المفاجئ

يمكن وصفه بنقصان تكوين صبغة الشعر خلال فترة قصيرة، وفي حالة خاصة عند الإصابة بداء الثعلبة (alopecia ariata)، وداء الذئب الإحمراري (Lupus) الذي يصيب الجهاز المناعي فإنها ستتلف الخلايا الملونة (melanocytes) مما يتعذر تكون الصبغات فيتحول الشعر للون الأبيض. وقد سجلت حالة في بريطانيا "أن رجلاً عمره 56 سنة قد انقلب شعر رأسه ولحيته الى اللون الأبيض من البني الغامق خلال شهر واحد"<sup>37</sup>

"إن تعرض الإنسان لضغوط نفسية مستمرة وخوف دائم يؤديان الى تلف المادة الحيوية (DNA) والذي يؤدي بالنتيجة الى حالات تشبه تكون الشيب، وهذا ما وجدته مؤخراً أحد

الحاصلين على جائزة نوبل في بحث نشره حول ميكانيكية تكون الشيب عند التعرض لضغوط عصبية وقلق مستمر<sup>38</sup>.

### ميكانيكية تكوين الشيب وعملية الاشتعال لصبغة الشعر

الشيب يعني عدم تكوين صبغة الشعر. والمسؤول المباشر عن تكوينها هو إنزيم (monophenol monooxygenase) الذي يقوم بعمليات أكسدة مستمرة ومتتابعة لمادة الـ(دوبا) (dopa). و(الدوبا) هي المادة الوسيطة لإنتاج الصبغة. وأن بتعطيل دور الأنزيم أو الاخلال به فإنه سيؤدي الى توقف تكون المادة الوسيطة المسؤولة -بالنتيجة- عن تكوين الصبغة.

إن بعملية اختزال صبغة اليوميلائين (اللون الأسود والبني)، وكذلك باختزال صبغة الفيوميلائين (اللون الأصفر والأحمر) فإنهما تتحولان الى اللون الأبيض. علما أن لتكوين الصبغتين الملونتين للشعر؛ يتم بتنظيم وفرة مادة (cysteine) المتكونة من عملية إنتاج الميلانين الميلانوجنيسيز (melanogenesis)<sup>39</sup>

وعليه إذا ما تعطل دور الإنزيم المؤكسد-المختزل لأي ظرف كان عضويا أو نفسيا فإنه سيؤدي الى توقف إفرازه أو نقصانه، وعندئذ فإن عملية تكوين الصبغة (melanogenesis) ستتوقف بالكامل، وحينئذ يصبح الشعر أبيضاً.

إن هذه العمليات الكيميائية والتي تسمى تفاعلات أكسدة-اختزال تجري داخل الخلايا المسؤولة عن تكوين الصبغة، وهي التي نعبر عنها كيميائيا بالاحتراق الذاتي لصبغة الشعر او الاشتعال.

### الخاتمة

على أي حال فإن تكوّن الشيب هو نتيجة التقدم في العمر. وأن اللون الداكن للشعر كما بناه هو المظهر الطبيعي لفتوة العمر، فإذا ما تحول الى اللون الأبيض، حينئذ يصبح مظهرا أو مؤشرا لتقدم العمر. وعندما يتحول بالتدريج الى أبيض أو المعبر عنه بالشيب.

فهذا التحول يشبه بلاغيا بعملية الاشتعال لصبغة الشعر. أي أن كل شعرة سوداء مثلا سوف تشتعل صبغتها لتتلاشى شيئا فشيئا متحولة لشعرة غير ملونة أي بيضاء، ولكن التلاشي هنا ليس زوالا للشعرة بل للصبغة الملونة. إنما يعني التحول الى شيء آخر كتحويل الذبالة (الفتيلة) الى رماد عند حرقها مثلا. وهكذا يتحول الشعر الاسود الى شعر أبيض، وهو الشيب.

إن الاحتراق كما الاشتعال من ناحية كيميائية يعني تحول الشيء المحترق أو المشتعل وعدم رجوعه الى حالته الأولى، وهنا هي المقاربة، فاذا أحرقنا الذبالة (الفتيلة) للمصباح مثلا، فان الذبالة تتلاشى تدريجيا بالطبع متحولة الى رماد. ويمكننا ان نتأمل كثيرا في اشتعال صبغة الشعر الداكنة، وكيف أنها تتحول الى عديمة اللون، ونجري مشابهة بينهما. وما يعيننا فيها هي الاستعارة الممتعة القائلة {وَاشْتَعَلَ الرَّأْسُ شَيْبًا}. لقد تحدث القدماء والمعاصرون عن هذه الاستعارة وأشاروا الى خصائصها البلاغية المتنوعة، ولكننا نحاول الان أن نذكر تفصيلات جديدة لهذه الاستعارة، فنقول: ان هذه الاستعارة قد تكون وردت على لسان زكريا عليه السلام. بحيث ان زكريا أشار الى كثرة شيبه أو شيخوخته، فنقلها النص القرآني الى لغة استعارية. وهذا ممكن، وتؤكد الآيات، {قَالَ رَبِّ إِنِّي وَهَنَ الْعَظْمُ مِنِّي وَاشْتَعَلَ الرَّأْسُ شَيْبًا وَلَمْ أَكُنْ بِدُعَائِكَ رَبِّ شَقِيًّا (\*) وَإِنِّي خِفْتُ الْمَوَالِيَ مِنْ وَرَائِي وَكَانَتِ امْرَأَتِي عَاقِرًا فَهَبْ لِي مِنْ لَدُنْكَ وَلِيًّا (\*) يَرِثُنِي وَيَرِثُ مِنْ آلِ يَعْقُوبَ وَاجْعَلْهُ رَبِّ رَضِيًّا} [سورة مريم: آية 4-6].

وبما أن زكريا عليه السلام قد بلغ من الكبر عتيا، فهذا يعني أنه قد كبر سنّه بنحو كبر معه حجم البياض من رأسه. فجاء طلب زكريا عليه السلام للولد بعدما غزى الشيب كل رأسه وهي إشارة الى توهج رأسه ابيضاضا. فالعملية بدأت متدرجة حتى اكتملت تماما وغاب اللون الأسود. إن عملية تحول اللون الأسود الى الأبيض لا تحدث فجأة وإنما تأخذ وقتا ولكن إذا ما بدأت فإنها لا تتوقف تماما كالاشتعال.

إن تغير صبغة الشعر باختزالها كيميائيا يحولها تدريجيا الى الأبيض بواسطة الانزيم الذي يقوم بعمليات أكسدة مستمرة ومتتابة لمادة ال(دوبا) (dopa). و(الدوبا) هي المادة الوسطية المسؤولة عن إنتاج الصبغة. وأن بتعطيل دور الأنزيم أو الاخلال به فإنه سيؤدي

الى توقف تكون المادة الوسطية المسؤولة بالنتيجة عن تكوين الصبغة. وبتعطّل دور الإنزيم المؤكسد-المختزل لأي ظرف كان عضوياً أو نفسياً فإنه سيؤدي الى توقف إفرازه أو نقصانه، وعندئذ فإن عملية تكوين الصبغة ستتوقف بالكامل، وحينئذ يصبح الشعر أبيضاً.

اذن: أمكننا أن نتبيّن بوضوح مدى القيمة الفنية الضخمة لهذه الاستعارة {واشتعلَ الرأسُ شَيْباً}، ومدى ما تتطوي عليه من دقة ملحوظة بين طرفي الاستعارة (الاشتعال والشيب) أو (الاشتعال والسواد) وحقيقة الاشتعال كيميائياً. ومدى الدهشة الفنية التي تغمرنا حينما نتأمل هذه المماثلة المعجزة بين الاشتعال للشيء وبين انسحابه على عملية تحول الشعر الأسود كيميائياً الى شعر أبيض، أو قل تحول اللون الداكن الى الأبيض. وعلاقة ذلك بكبر السن او القلق والحزن الدائم. تلك جميعاً تكشف عن أحد أسرار الفن المدهش في الصورة القرآنية الكريمة. والله العالم

## تعريف بالباحث

الدكتور احمد الصفار من مواليد الحلة عام 1951. خريج جامعة بغداد، بكالوريوس 1974 وماجستير 1976 كيمياء، وأكمل الدكتوراه في الكيمياء من جامعة مانشستر عام 1982. عمل في عدة جامعات منها جامعة بغداد، ومانشستر في بريطانيا، والجزائر وليبيا لفترة تجاوزت 23 عاما ترك فيها خمسة مؤلفات منهجية ضمن التخصص لازالت تدرس ضمن مناهجها التعليمية للمرحلتين الثانية والرابعة. وللباحث اهتمامات في التراث العلمي في الكيمياء. وقد نشر بحثين في هذا المجال. وكذلك له اهتمامات في الدراسات القرآنية وكتب الكثير من الدراسات منها قدم للنشر. وفاز بالمرتبة الأولى كتابه "المختصر في سر غياب المنتظر: فلسفة امتلاء الأرض بالظلم والجور" في 150 صفحة، الذي للمسابقة بمؤلف حول غيبة الإمام المهدي عج المقامة من قبل العتبة الحسينية للعام 2018.

### ثبت المصادر

1. القرآن الكريم
2. البلاغة العربية، عبد الرحمن بن حسن حَبَنَكَة الميداني الدمشقي (المتوفى: 1425هـ)، دار القلم، دمشق، 1995
3. تاج العروس من جواهر القاموس، محمّد بن محمّد بن عبد الرزّاق الحسيني، أبو الفيض، الملقّب بمرتضى، الزّبيدي (ت 1205هـ)، دار الهداية
4. التبيان الجامع لعلوم القرآن، الطوسي (ت 460 هـ)
5. التحقيق في كلمات القرآن الكريم، حسن مصطفى (ت 1426 هـ ق)، طهران
6. تفسير الطبري جامع البيان، محمد بن جرير بن يزيد بن كثير بن غالب الأملّي، أبو جعفر الطبري (ت 310هـ)
7. تفسير القرآن العظيم (تفسير ابن كثير)، إسماعيل بن عمر بن كثير القرشي الدمشقي أبو الفداء عماد الدين (ت 774هـ)، دار طيبة، 1999.
8. التَّلْخِيسُ فِي مَعْرِفَةِ أَسْمَاءِ الْأَشْيَاءِ، أبو هلال الحسن بن عبد الله بن سهل بن سعيد بن يحيى بن مهران العسكري (ت 395هـ)، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر، دمشق، 1996
9. روح المعاني في تفسير القرآن العظيم والسبع المثاني، (تفسير الألوسي)، شهاب الدين محمود بن عبد الله الحسيني الألوسي (ت 1270هـ)، دار الكتب العلمية، بيروت، 1415 هـ
10. شرح الأشموني على ألفية ابن مالك، علي بن محمد بن عيسى، أبو الحسن، نور الدين الأشموني الشافعي (ت 900هـ)، دار الكتب العلمية بيروت، 1998
11. شمس العلوم ودواء كلام العرب من الكلوم، نشوان بن سعيد الحميري اليمني (ت 573هـ)، دار الفكر المعاصر، بيروت، 1999

12. غرائب القرآن و رغائب الفرقان، نظام الدين الحسن بن محمد بن حسين القمي النيسابوري (ت 850هـ)، دار الكتب العلمية، بيروت، 1416 هـ
13. كتاب العين، أبو عبد الرحمن الخليل بن أحمد بن عمرو بن تميم الفراهيدي البصري (ت 170هـ)، دار ومكتبة الهلال
14. الكشاف عن حقائق غوامض التنزيل و عيون الأقاويل في وجوه التأويل، الزمخشري، دار المعرفة، 2009
15. لسان العرب، ابن منظور (ت 711هـ)، دار صادر، بيروت، 1414 هـ
16. مباحث في علوم القرآن، صبحي الصالح، دار العلم للملايين، 2000
17. المخصص، أبو الحسن علي بن إسماعيل بن سيده المرسي (ت 458هـ)، 1996
18. مفردات ألفاظ القرآن، الراغب الأصفهاني، دار القلم، الدار الشامية، 2009
19. الموسوعة القرآنية، إبراهيم الأبياري، 1984
20. موسوعة كشاف اصطلاحات الفنون والعلوم، محمد بن علي ابن القاضي محمد حامد بن محمد صابر الفاروقي الحنفي التهانوي (ت بعد 1158هـ)، مكتبة لبنان ناشرون - بيروت، 1996
21. BMJ, E-ISSN: 1756-18333, DOI: 10.1136/bmj.f6112, PMID: 24179085
22. <http://www.nature.com/articles/nature10368>
23. Land, E. J.; Riley, P. A., Pigment Cell Research, August 2000, vol.13(4), PP.273-277

## الهوامش

- 1 [سورة مريم: آية 4]
- \* أستاذ جامعي كيميائي وباحث مهتم بالدراسات القرآنية.
- 3 التمهيد في علوم القرآن، محمد هادي معرفه، قم، 2007، ج 5، ص 408
- 4 علوم القرآن، محمد باقر الحكيم، دار التعارف للمطبوعات، بيروت، 2007، ص 245
- 5 المصدر السابق، ص 246
- 6 وسائل الشيعة إلى تحصيل مسائل الشريعة، محمد بن الحسن الحر العاملي (ت 1104)، دار أحياء التراث العربي بيروت، ج 18، ص 149
- 7 دروس في علم الأصول، محمد باقر الصدر، دار الكتاب اللبناني، بيروت، 1986، ط1، ج1، ص 271
- 8 الدروس شرح الحلقة الثانية، كمال الحيدري، دار فراق للطباعة والنشر، ج 2، ص 405
- 9 البلاغة العربية، عبد الرحمن بن حسن حَبَنَكَة الميداني دمشقي (المتوفى: 1425هـ)، دار القلم، دمشق، 1995، ج2، ص 230-270
- 10 المصدر السابق ج1، ص 95
- 11 علوم البلاغة (البدیع والبيان والمعاني)، الدكتور محمد أحمد قاسم والدكتور محيي الدين ديب، مؤسسة الحديثة للكتاب، 2003، ج 1، ص 205.
- 12 [http://www.alseraj.net/a-k/quran/derasat\\_fania/derasa21.htm](http://www.alseraj.net/a-k/quran/derasat_fania/derasa21.htm)  
دراسات فنية في سور القرآن
- 13 التبيان الجامع لعلوم القرآن، الطوسي (ت 460 هـ)، ج 6، صفحة 774.
- 14 غرائب القرآن و رغائب الفرقان، نظام الدين الحسن بن محمد بن حسين القمي النيسابوري (ت 850هـ)، دار الكتب العلمية، بيروت، 1416 هـ
- 15 موسوعة كشاف اصطلاحات الفنون والعلوم، محمد بن علي ابن القاضي محمد حامد بن محمد صابر الفاروقي الحنفي التهانوي (ت بعد 1158هـ)، مكتبة لبنان ناشرون - بيروت، 1996

- 16 الكشاف عن حقائق غوامض التنزيل وعيون الأقاويل في وجوه التأويل، الزمخشري، دار المعرفة، 2009
- 17 التحرير والتنوير (تحرير المعنى السديد وتنوير العقل الجديد من تفسير الكتاب المجيد)، حمد الطاهر بن محمد بن محمد الطاهر بن عاشور التونسي (ت 1393هـ)، دار التونسية للنشر، تونس، 1984
- 18 خواطر محمد متولي الشعراوي، (ت 1418هـ)
- 19 مباحث في علوم القرآن، صبحي الصالح، دار العلم للملايين، 2000، ص 315
- 20 مفردات ألفاظ القرآن، الراغب الأصفهاني، دار القلم - دار الشامية، 2009
- 21 كتاب العين، أبو عبد الرحمن الخليل بن أحمد بن عمرو بن تميم الفراهيدي البصري (ت 170هـ)، دار ومكتبة الهلال
- 22 تاج العروس من جواهر القاموس، محمد بن محمد بن عبد الرزاق الحسيني، أبو الفيض، الملقّب بمرتضى، الزبيدي (ت 1205هـ)، دار الهداية
- 23 شرح الأشموني على ألفية ابن مالك، علي بن محمد بن عيسى، أبو الحسن، نور الدين الأشموني الشافعي (ت 900هـ)، دار الكتب العلمية بيروت، 1998
- 24 مفردات ألفاظ القرآن، الراغب الأصفهاني، دار القلم - دار الشامية، 2009
- 25 شمس العلوم ودواء كلام العرب من الكلوم، نشوان بن سعيد الحميري اليمني (ت 573هـ)، دار الفكر المعاصر، بيروت، 1999
- 26 تاج العروس من جواهر القاموس، محمد بن محمد بن عبد الرزاق الحسيني، أبو الفيض، الملقّب بمرتضى، الزبيدي (ت 1205هـ)، دار الهداية
- 27 المخصص، أبو الحسن علي بن إسماعيل بن سيده المرسي (ت 458هـ)، 1996
- 28 التلخيص في معرفة أسماء الأشياء، أبو هلال الحسن بن عبد الله بن سهل بن سعيد بن يحيى بن مهران العسكري (ت 395هـ)، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر، دمشق، 1996
- 29 لسان العرب، ابن منظور (ت 711هـ)، دار صادر-بيروت، 1414هـ

- 30** التَّلْخِيسُ فِي مَعْرِفَةِ أَسْمَاءِ الْأَشْيَاءِ، أَبُو هَلَالِ الْحَسَنِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ سَهْلِ بْنِ سَعِيدِ بْنِ يَحْيَى بْنِ مَهْرَانَ الْعَسْكَرِيِّ (ت 395هـ)، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر، دمشق، 1996
- 31** شمس العلوم ودواء كلام العرب من الكلوم، نشوان بن سعيد الحميري اليمني (ت 573هـ)، دار الفكر المعاصر، بيروت، 1999
- 32** تاج العروس من جواهر القاموس، محمد بن محمد بن عبد الرزاق الحسيني، أبو الفيض، الملقب بمرتضى، الزبيدي (ت 1205هـ)، دار الهداية
- 33** التَّلْخِيسُ فِي مَعْرِفَةِ أَسْمَاءِ الْأَشْيَاءِ، أَبُو هَلَالِ الْحَسَنِ بْنِ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ سَهْلِ بْنِ سَعِيدِ بْنِ يَحْيَى بْنِ مَهْرَانَ الْعَسْكَرِيِّ (ت 395هـ)، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر، دمشق، 1996
- 34** الكشاف عن حقائق غوامض التنزيل وعيون الأقاويل في وجوه التأويل، الزمخشري، دار المعرفة، 2009
- 35** التحقيق في كلمات القرآن الكريم، حسن مصطفى (ت 1426 هـ ق)، طهران، ج6، ص 161
- 36** التبيان الجامع لعلوم القرآن، الطوسي (ت 460 هـ)، ج 10، ص 167
- 37** BMJ, E-ISSN: 1756-18333, DOI: 10.1136/ bmj. f 6112, PMID: 24179085
- 38** <http://www.nature.com/articles/nature10368>
- 39** Land, E. J.; Riley, P. A., Pigment Cell Research, August 2000, vol.13(4), PP.273-277