

آليات تأثير الحبر العفصي الحديدي على المخطوطات وطرق المعالجة

The mechanisms of the effect of iron tannins ink on manuscripts and methods of treatment

ط.د أسماء كريمة جميلة بوسدي^{1*} ، أ.د عز الدين بويحيوي²

¹ معهد الآثار جامعة الجزائر2 (الجزائر)، a.boussedi@yahoo.com

² جامعة الجزائر2 (الجزائر)، azadhadara57@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2021/06/29 تاريخ القبول: 2021/09/29 تاريخ النشر: 2021/12/20

ملخص:

يتناول هذا المقال الحبر العفصي الحديدي باعتباره العامل الداخلي الرئيسي الذي يتسبب في تدهور نصوص المخطوطات العربية القديمة، وخاصة تلك المنسوخة على الورق، وهذا التدهور هو في أغلب الأحيان نتيجة عمليات الأكسدة والتحلل المائي الذي يتعرض له سليولوز ورق المخطوطات في ظروف تخزين غير ملائمة.

وانطلاقاً من وصفات ومكونات هذا الحبر المقدمة في النصوص القديمة، أوضحت العديد من الدراسات الكيميائية كيف يمكن لآليات تفاعلات الحبر وعوامل التجوية أن تؤثر على السليولوز؛ كما قامت الأبحاث العملية بتجارب مخبرية من أجل معالجة تأثيرات الحبر على الورق، وكذلك ووظفت وصفات قديمة كتقنيات لإعادة احياء الحبر الباهت وتثبيتته قبل أي معالجة مائية للورق وبالتالي حفظ النصوص، وإيقاف أي تدهور محتمل في المستقبل؛ ولحسن الحظ، شهدت هذه التدخلات استجابة طيبة لهذه الأهداف مما أدى إلى تحسين ظروف الحفظ لهذا التراث الثقافي.

الكلمات المفتاحية: الحبر العفصي الحديدي- مخطوطات-سليولوز- آليات تفاعلات- تدخلات علاجية- أكسدة- تحلل مائي.

Abstract:

This article is about the iron-gallic ink which is considered as the main intrinsic factor that causes the degradation of ancient manuscripts texts, especially those copied on paper support. This degradation is most often the result of the oxidation and hydrolysis processes of the cellulose that the manuscripts encountered in inadequate storage conditions.

Judging from the recipes and ingredients of this ink presented in ancient texts, chemical studies demonstrated how the mechanisms interactions of ink with weathering

factors lead to chemical alterations could affect the cellulose. As well as, lab researches have experimented curative treatments in order to cure the ink effects on paper, also, they settled old recipes into practice and techniques for reviving faded ink, and fixing it before any aqua treatments of the paper, and thus, saving the texts and stop any eventual degradation in the future. These have fortunately witnessed a good response to these objectives, which have resulted in improving the conditions of preservation of this cultural heritage.

Keywords: ferro-gallic ink-manuscripts-cellulose-mechanism of degradation- curative treatments - oxidation- hydrolyse.

1. مقدمة:

يمثل موضوع تأثير الحبر العفسي مجالا جديدا في دراسات الصيانة و الترميم بصفة عامة و يؤكد على أهميته فيما يتعلق بالمخطوطات بصفة خاصة، كما يطرح إشكاليات عديدة منها ما يرتبط بالمادة من حيث مكوناتها أو مدى تأثيرها و تأثيرها ، كما تطرح أيضا تساؤلات هامة عن ارتباطها بالصيانة و الترميم كفعل أساسي لاسترجاع تلك الحوامل من ورق و مخطوطات.

إنّ اهتمامنا بهذا الموضوع جاء ليسدّ فراغا في المكتبة الجزائرية و في الوقت نفسه ابراز المعارف العلمية الجديدة و تثبيتها، كما نحرص على أهمية التدقيق في عناصره المؤثرة في المخطوطات القديمة.

لهذا الغرض أردنا، من خلال هذا المقال المتواضع، ابراز آليات تأثير الحبر العفسي الحديدي على المخطوطات و التطرق الى اهم طرق المعالجة. من هذا المنطلق تأتي اهمية التعريف بهذه المادة من خلال استعمالها او مظاهر تأثيرها أو كيفية معالجة أضرارها.

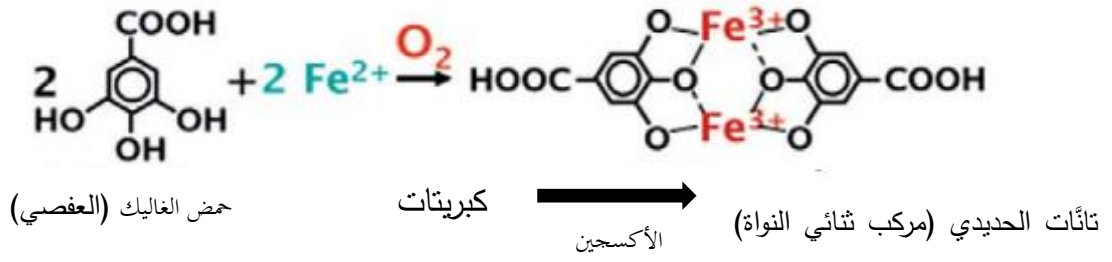
تتميز أحبار الكتابة بالسيولة، بما يعرف عند مستعملي حبر نسخ المخطوطات عبر الأزمنة بالمداد، أي ما يمد به الشيء بمفعول خاصية السيولة، بينما معظمها تختلف في اللزوجة، الشدّة، و صفات و مقادير تحضيرها المختلفة؛ ومن أهم الأحبار الطبيعية

والتقليدية الصنع المستخدمة في كتابة ونسخ المخطوط، الحبر الأسود الكربوني، والذهبي والملونة، والأحبار المعدنية.

ويعدّ الحبر الأسود العفصي الحديدي من بين الأحبار المعدنية الأكثر استعمالاً في كتابة ونسخ المخطوطات القديمة لسهولة سيالته ولزوجته أثناء الكتابة، وسهولة تحضيره، وصعوبة محوه، وكذلك يتميز هذا الحبر بديمومته ومقاومته للزمن، ولكن أظهر في معظم الحالات أنه يتسبب في اتلاف ورق المخطوط، الأمر الذي يبعث للبحث عن تفسير آليات التغيرات الكيميائية لمكونات هذا الحبر وتأثيراتها على الورق، وكذا تحديد الأسباب.

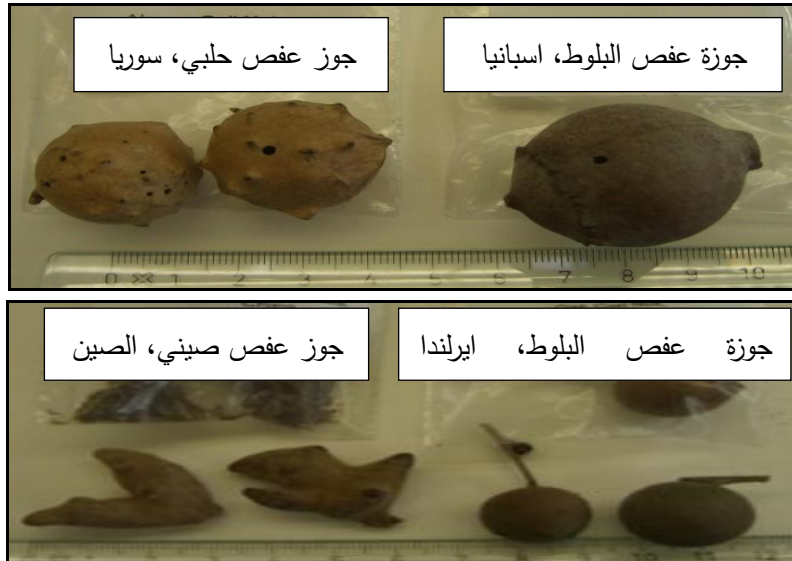
وعلى هذا، يسعى العديد من الباحثين إلى البحث عن طرق لتشخيص المؤثرات والتأثيرات التي تجعل من هذا الحبر المهدد الرئيسي لزوال نصوص المخطوطات. وتتمثل في عمليات تشخيص متطورة، وتجارب وتحاليل لغرض فهم آليات تفاعلات الحبر مع مكونات الورق وكيف للوسط المحيط أن يساهم في هذه التفاعلات، وتفسير ما يخلفه من أضرار على المخطوط مادياً ومضموناً، ومنها الوصول إلى وضع طرق معالجة فعالة وتقديم حلول حول كيفية التعامل مع هذه المشاكل وسبل الوقاية من حدوثها، أو على الأقل التقليل من مخاطرها.

1. الحبر العفصي الحديدي: حسب "بلين" Pline فإن أول ظهور لهذا النوع من الحبر الأسود اللون كان في القرن الأول للميلاد، وهو من نوعية حبر معدني حمضي إذ يتكون أساساً من الدباغ (Tannin) الناتج عن حرق جوزة العفص (أنظر التعليق رقم: 1) noix de galls (الصورة رقم: 01) معطية حامض الغاليك (Acide gallique) (العافصيك) (أنظر التعليق رقم: 2) (Crespo, (C.), Viñas, 1986: 12) : وإضافة مادة كبريتات الحديدوز $FeSO_4$ من مصدر ملح الحديد/الزاج الأخضر (الصورة رقم: 02)، وبوجود الأكسجين يتم أكسدة Fe^{2+} إلى أيونات Fe^{3+} مخلفة عن ذلك راسب كيميائي حمضي تآتات الحديدي Tannate ferreux (القللوسي، 2007: 28). (أنظر المعادلة التالية)



عن: (بتصرف). Janssens (K.), sd, p. 101.

ثم يضاف إليه رابط عادة يكون الصمغ العربي لتعديل اللزوجة وتسهيل الكتابة وتثبيتها، ويتم تحليلها في مذيب (وسط الانتشار) الذي يكون عادة الماء أو الخل وتخلط، وبعدها يوضع المحلول المحصل عليه في قارورة خاصة بالحبر وتغلق؛ وما يعطي الخصوصية لحفظ هذا الحبر، هو انطلاق عنصر ثاني أكسيد الكربون جراء تفاعل هذه المكونات، والذي يشكل طبقة مضادة للأكسدة (Wilson, (H.), 2007: 12). ما يميز هذا الحبر هو أن المركب الكيميائي تانّات الحديدي، القابل للذوبان، الموجود في الحبر ضئيل اللون عند الكتابة به على الورق وبفعل أكسدة هذا المركب الكيميائي بأكسجين الهواء، يتحول إلى تانّات الحديدك (Tannate Ferrique)، ويبدأ اللون يغمق تدريجياً ويتحول إلى اللون المميز لهذا الحبر: بني غامق مائل للأسود (Crespo, (C.), Viñas, 1986: 12)



الصورة رقم 01: مختلف أنواع جوزة العفص (مقاساً، شكلاً، ومصدراً)

عن: (Wilson, (H.), 1984, p. 92.



الدباغ: العفص + المثبت: ملح الحديد (الزاج)⁽²⁾ + الرابط: الصمغ العربي

الصورة رقم 02: المكونات الأساسية للحبر العفصي الحديدي الأسود

(عن Rouchon (V.), & al, 2007 :p02)

ينتج راسب قاتم مشكل للون (الحبر) + بنية ناعمة دُهنيّة تشكّل مزيج معلّق

(أنظر التعليق رقم: 3) (قوام الحبر)

وعرفت صناعة الحبر العفصي الحديدي (المداد الأكلحل) قديما عند الخطاطين العرب رواجاً كبيراً، نذكر منها ما استعمل عند عرب الأندلس في ثلاثة أنواع كانت تحضر بطرق مختلفة: المطبوخ و المعصور و المنقوع، وهذا حسب ما جاء به القلّوسي في كتابه "تحف الخواص في طرف الخواص"، بحيث أنه ذكر عدة وصفات عن الطرق الثلاث، وسوف نكتفي بذكر وصفة واحدة لكل طريقة، كون أن معظمها يكتب بها على الورق (الكاغد) والرق:

- "من المداد المطبوخ: تأخذ من العفص ما أحببت وتدقّه أمثال الحمّص ويلقى عليه عشرة أمثاله ماء، ويحمل على نارٍ لينة حتّى يرجع إلى قدر جزئين ثمّ يبرد ويصفّى ويلقى عليه من الصمّغ لكل جزء ونصف ومن الزّاج الأخضر ما يكفي ويستعمل؛

(2) - الزاج، وهو صنفان: الأخضر والأزرق. الأخضر: كبريتات أول أكسيد الحديد، ويعرف أيضاً بالزاج العراقي، وهو من المواد القابضة. أما الأزرق المعروف بالزاج القبرصي فهو كيميائياً عبارة عن كبريتات النحاس. (القلّوسي، المصدر السابق، ص. 74).

- من المداد المعصور: يؤخذ من العفص المضرس الأسود السّالم من الثّقب ثلاث أواق ويدق في هاون دقا (ناعما) حتّى يعود كالكلّ ثم يترك في خرقة حرير ويوضع عليه من الماء الشديد سخانة مقدار نصف رطل، ثم يترك في خرقة حتّى يتمكن منه الماء ويحك باليد حكّا بليغا، ويضاف إليه من ماء الزّاج قدر الكفاية ويقطّر كما يقطر العكر ويؤخذ ما قطّر منه ويستعمل؛

- ومن المداد المنقوع: تأخذ من الزّاج الأخضر (أنظر التعليق رقم: 4) مثلا وتجعل عليه خمسة أمثاله ماء في إناء لم يمسه دسم ومن العفص الأخضر المضرس السّالم من الثقب وترضّه وتجعله في إناء على حدة مع خمسة أمثاله ماء ومن الصّمغ العربي المنقى من التّراب قدر الجميع وتجعل عليه من الماء قدر جميع الماء أيضا في إناء على حدة ويترك في زمان البرد أربعة أيام وفي زمان الحرّ يومين ويضرس العفص في مائه ضرسا جيّدا ويصفى من خرقة صفيقة في إناء لم يمسه دسم ثم يصفى الزّاج عليه لكن برفق (لثلا) يتعكّر ماؤه ويسري فيه التّراب ثم يصفى الصّمغ على الجميع، وتأخذ جميع الصّفو وتتركه يومين ثم تنقله برفق للبنيس وخذ ما تعقد وأضفه للتّفّل كله بعد جمعه في إناء الصّمغ وأجعل على الجميع ما يغمره من الماء وصب منه مدادا ثانيا وارم بالتّفّل فهذا مداد حسن يصلح لأن يكتب في الكاغد والرّق ويجيء أسود برّاقا (القللوسي، 2007: 22-21).

كما يذكر القلّوسي وصفات تركيب المداد الذي يصنع بالترتيب من العفص، الصمغ، ثم الزّاج، ممثلا في (جدول رقم: 01)، وما نلاحظه هو الإصرار على احترام الترتيب المختلف على بعض وصفات الحبر الأسود التي ذكرت في مصادر أخرى، إذ يوضح سبب حرز الأجزاء بحيث ما زاد فسد، وسبب ترتيبها هو حسب رتبة تأثيرها وقوتها: "... العفص لشدة قوته... الصمغ فهو لينيره بقوته والزّاج ليقرقوته حتى يصل الموضع الذي يحتاج ...". (القللوسي، 2007: 28).

لقد أثبتت الدراسات العلمية أن احترام قيم نسبي الزاج : العفص مهمة للغاية في تحضير الحبر، لأنها تؤثر بشكل كبير على استقرار الحبر وقدرته على اتلاف الورق،

ويؤدي وجود فائض من الزاج (الحديد) إلى زيادة أكسدة السليلوز، في حين أن الدباغ (العفص) الزائد يزيد من التحلل الحمضي (Wilson, 1984: 94).

وتعدّ هذه الصفات إضافة قيمة لكيميائ الحبر العفصي الحديدي، بحيث يمكن من خلال التحاليل المخبرية تنميظ هذا النوع من الحبر، كما أنها قد تساعد النتائج في فهم آليات التلف وتحديد نسب النواتج المؤثرة على الورق المخطوط؛ كما يمكنها أيضا أن تساهم في المعالجة، أو تحضير الحبر لغرض استعادة الكتابات المتلفة إذا وجدت النسخ المطابقة، والتزاما بأصلية وكمالية المخطوط.

جدول رقم 01: معايير لوصفات الحبر العفصي الحديدي الأسود

المطبوخ	المعصور	المنقوع	غبار
عفص	عفص جزءان	عفص جزءان	عفص جزء
صمغ جزء	صمغ جزء	صمغ نصف جزء	صمغ جزء
زاج ربع جزء	زاج عشر جزء	زاج ربع جزء	زاج نصف جزء
ماء جزء	ماء جزءان	ماء ثلاثة أجزاء	ماء جزء ونصف

(عن: الفلوسوي، 2007: 22)

2. تأثيرات الحبر العفصي الحديدي على الورق:

قامت بعض مخابر حفظ وترميم المخطوطات بتحليل بيانات نتائج تجاربها الفيزيوكيميائية لورق مخطوط بالحبر الحديدي، وذلك بالاستعانة بطريقة (أنظر التعليق رقم 5) تكنولوجية متطورة دون أدنى تخريب للمادة الأصلية (أي بدون أخذ أي عينة)، ولقد ساهمت هذه التحاليل في تفسير وتوضيح ما سبق اثباته (Janssens 1984: p 98)، ((K.)) كون الحبر العفصي الحديدي يتأثرو ويؤثر بفعل ظاهرتين فيزيائية وكيميائية، نوضحها في النقاط التالية:

2. 1. تأثير تسرب عنصر الحديد:

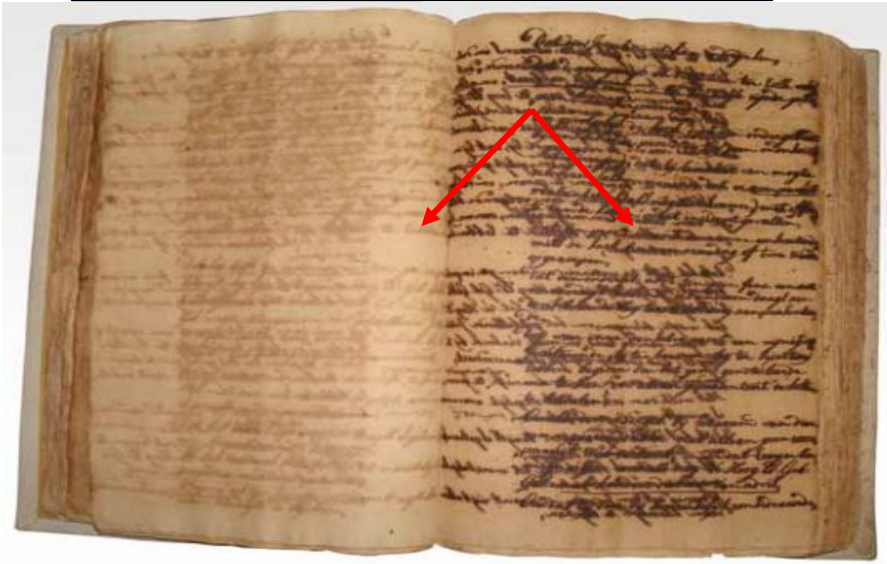
وفي حالات أخرى، فمثلا في حالة رطوبة عالية أو أثناء معالجة الورق المخطوط بالماء (حمامات مائية) فإن الورق يتأثر بسبب الظاهرة الفيزيائية التي يحدثها تسرب

وانتشار المركبات اللونية للحبر (هجرة المركبات اللونية المتكونة من مركبات حمضية وغنية بالحديد) جانبيا حول أحرف الكتابة على وجه الورقة مخلفة هالات (Halos) بنية، كما تنتشر هذه المركبات اللونية عرضيا من خلال سطح الورقة إلى ظهرها (الصورة رقم: 03)، وتكون على الأقل أو على الأكثر واضحة ومصحوبة بشكل منتظم لهجرة عنصر الحديد من الحبر (Janssens (K.), 2012 :p102)، وبالتالي في حالة حدوث الحالتين فإن التلف يظهر على وجهي الورقة وعلى الصفحة المقابلة (Rouchon (V.), & al, 2007 :p02)، وأحيانا تنتقل الإصابة حتى إلى باقي الصفحات الموالية (الصورة رقم: 04)؛ كما أنه في بعض الحالات يتسبب تسرب العنصر المعدني في حدوث ظاهرة "صورة مرآة" (al,2010 :p48) & (Van der Most (P.)



الصورة رقم 03: مظهر تأثيرات هجرة الحبر جانبيا وعرضيا على الورق

عموما، تعدّ نسبة الرطوبة أكثر من 90 % نسبة مهددة لخطر انتشار وهجرة الحبر (اندثار)، بينما في ظرف أقل من النسبة 85 %، فإن فرص حدوث هذا التغيير تصبح جد ضئيلة، ولكن كلما تطول مدة الغمر في المحلول، تقل خطورة هجرة الحبر، والعكس صحيح، بحيث في هذه الحالة كل المواد المحلّلة تهجر وتتسرب في المحيط المتاح لها بعد إخراجها من الحمام (Belhadj (O.), & al, 2014 :p64).



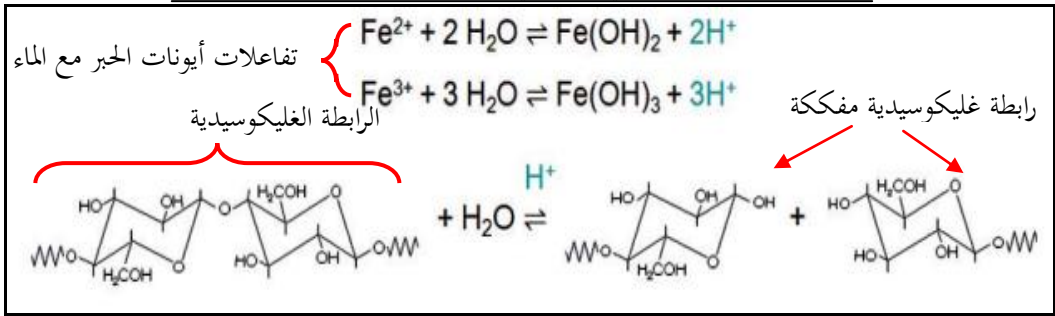
الصورة رقم 04: انتشار الحبر حول أحرف الكتابة، وعلى الصفحات المقابلة.

عن: (Van der Most (P.) & al.2010:49).

2. 2. آلية تأثير الحبر بالتحلل المائي:

تحدث هذه الظاهرة الكيميائية في عمق ألياف الورق، إذ أن عند تسرب المركبات الحمضية الغنية بعنصر الحديد في ألياف السليلوز، فإن الأيونات الحديدية Fe^{2+} و Fe^{3+} ، تتفاعل مع الماء لتكوين هيدروكسيدات الحديد $Fe(OH)_2$ ، مما يؤدي إلى إطلاق بروتونات H^+ . ومن ثمة الوسط الذي تم تحميضه بهذه الطريقة، يكون ملائماً لتفاعل التحلل المائي للسليلوز عن طريق كسر روابطه الغليكوسيدية (Liaisons Glycosidiques) (الشكل رقم: 01)، مخلفاً ورق جد هش وضعيف البنية، وسريع الانكسار. (1984:p103).

(Janssens (K.),



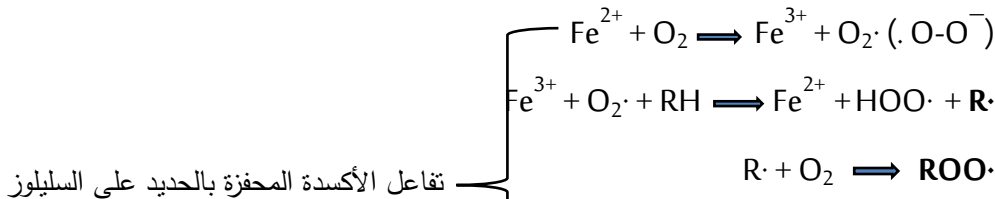
الشكل رقم 01: تفكك الروابط الغليكوسيدية للسليولوز بفعل التحلل المائي

(عن: (Janssens (K.), s p: 12, بتصرف)

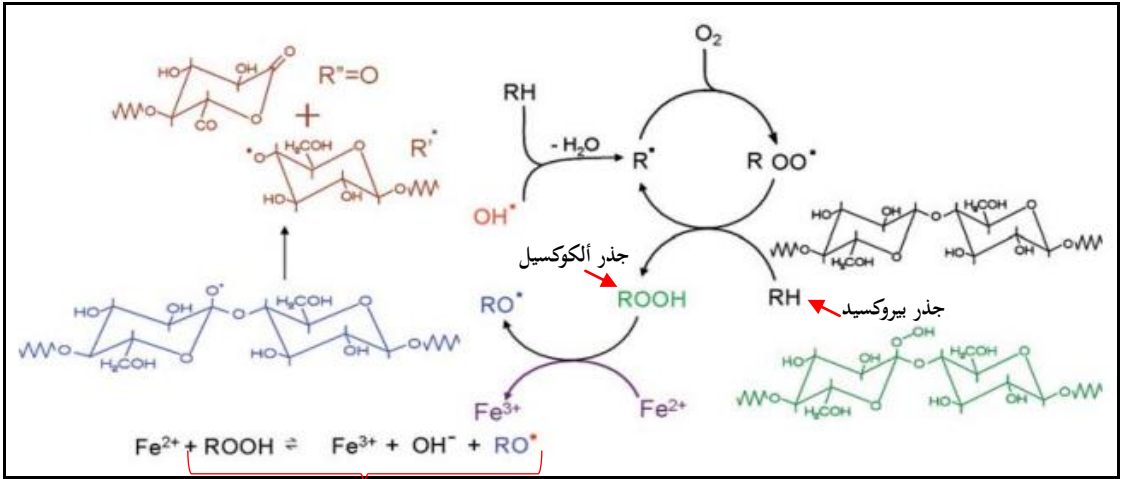
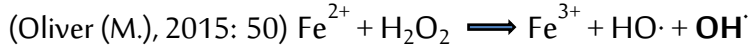
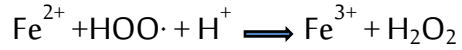
2. 3. آلية تأثير الحبر الحديدي بالأكسدة:

تتمثل هذه الظاهرة الكيميائية في تفاعل أيونات الحديدوز Fe^{2+} الموجودة في الحبر مع أكسجين المحيط، بحيث تشكل أنواع من الجذور غير مستقرة ($\text{R}^\cdot$)، والتي نفسها ستساهم في سلسلة من التفاعلات، مولدة بسبب حموضة الوسط العديد من الجذور العضوية (أنظر: أ)، وعلى وجه الخصوص الهيدروكسيل $\text{OH}^\cdot$. هذه الأخيرة، تدخل بوجود الأكسجين في دورة من التفاعلات مشكلة البيروكسيد منها بيروكسيد الهيدروجين (أنظر: ب) (Peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) / Eau oxygénée)، مما يؤدي إلى أكسدة السليولوز وإزالة البلمرة (Janssens (K.), s p: 12) (Dépolymérisation) (الشكل رقم: 02)، وهذا ما يؤدي باحتراق (بسام الدغستاني والآخرين، د ص: 16) الورق خاصة في مواضع كثرة الحبر الذي يظهر بتآكل مواضع الكتابة، وتفتت وتكسر الورق مباشرة تحت أحرف الكتابة. (الصورة رقم: 04 و 05)

أ. تشكيل الجذور العضوية:



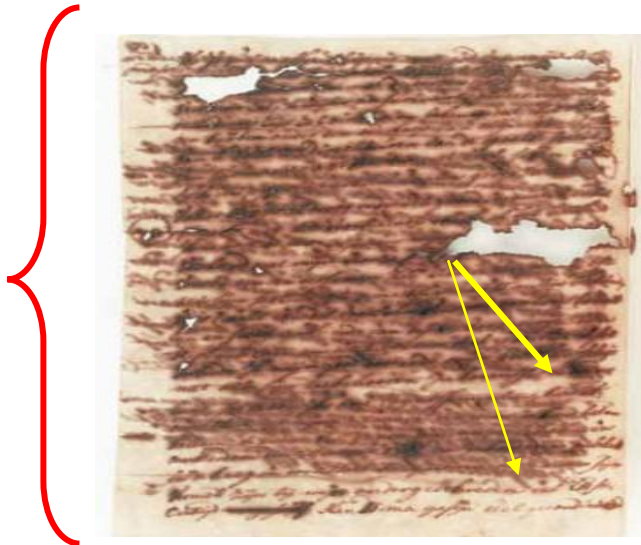
ب. تشكل البيروكسيد الهيدروجين



جزء الجلوكوز من سلسلة بوليمر السليلوز

الشكل رقم 02: إزالة بلمرة السليلوز بفعل الحبر الحديدي العفسي، الأكسجين، والوسط الحمضي

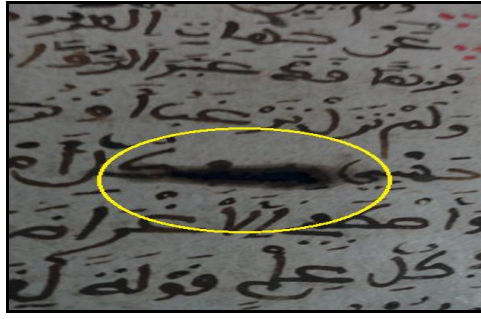
عن: (بتصرف) (Janssens (K.), 1984, p. 103.)



الصورة رقم 04: تسرب الحبر إلى الجانب الآخر من الصفحة (معلقة حمراء)

ثقوب في أماكن تواجد كمية كبيرة من الحبر (سهم أصفر)

عن: Van der Most (P.) & al., 2010, p. 50.



الصورة رقم 05: احتراق موضع الكتابة بفعل الحبر

(ورقة من مخطوط بمتحف الأمير بـ "مليانة"، الجزائر)

2. 4. التغيرات في لون الحبر:

كما نجد في حالات أخرى مظهر تلف آخر لهذا الحبر، والتي هي تغيرات في اللون، وغالبا ما يكون من البني الغامق إلى البني الفاتح، ليصبح في بعض الحالات أصفر باهت، وهذا حسب بعض الأبحاث راجع للاختلافات في النسب بين المكونين الرئيسيين الزاج والعفص، وبالأخص من فائض نسبة أيونات Fe^{3+} التي هي في حد ذاتها تتشكل من الشوائب التي تحدث في أغلب الحالات في الزاج (Aleksandra Surmak, 2016: SP) وتشير دراسات أخرى إلى أن التغيرات في اللون تحدث أثناء تشكل نواتج تآكل الحبر، فبعد قرابة ثلاثة إلى أربع سنوات من لحظة تطبيق الحبر على الورق، تتشكل الأكاسيد المحتوية على الماء على سطح الحبر ذات اللون الأصفر، على سبيل مثال (Goethite $FeO(OH)$)، وهذا راجع بالدرجة الأولى إلى الرطوبة وتقلباتها، فكلما كانت التقلبات أكبر كانت التغيرات الكيميائية للحبر أسرع وأكثر وضوحا.

3. طرق معالجة تأثيرات الحبر العفصي الحديدي:

تشمل معالجة الحبر العفصي الحديدي تدخلات شأنها إيقاف أو تثبيت حالات تؤول إلى اتلاف الورق وما يحمله من كتابات ونصوص، وذلك استنادا لما توصلت إليه التجارب المخبرية.

3. 1. تثبيت الأحبار:

تثبيت الأحبار خطوة مسبقة وضرورية قبل أي تدخل يعتمد فيه استعمال المواد السائلة، خاصة وأن الأحبار القديمة منها الحبر العفصي الحديدي يتأثر بالماء أو الرطوبة العالية، وتتم عملية التثبيت بواسطة فرشاة رفيعة مبللة بمحلول وتميرها برفق وحذر على سطح حبر الكتابة، وتتمثل هذه المحاليل في التحضيرات الآتية:

- محلول خلات البولي فنيل (Acetate polyvinyl) مذابة بنسبة 2 % في نسب متساوية لمذيبات عضوية مكون من الأستون والكحول الإيثيلين والبنزويل.
- محلول مادة البولي متاكريلات (Bedacryl) المذابة بنسبة 2 % في خليط من نسب متساوية من الزيلين (Xylène) والأستون والكحول الإيثيلين.
- محلول من مادة النايلون القابل للذوبان (كالاتون) (Calaton ca[®]) المذاب بنسبة 5 % في الكحول الإيثيلين و30% من الماء، وتسخين الخليط على حمام مائي (60م°) بالتقليب المستمر، ويستحسن إبقائه دافئ للحفاظ على القوام المطلوب أثناء تدخل.

تشكل هذه المحاليل بعد جفافها غشاءً شفافاً غير لماع ومتداخلاً في طبقة الكتابة وله درجة مرونة عالية مع حفاظ الورق على استرطابه (القللوسي، 1999: 68-69). ويبقى توخي الحذر في استخدام هذه المواد البوليمرية الصناعية لما تسبب فيه من أكسدة خاصة وأنها في السنوات الأخيرة عرفت جدل من بعض مختصين الترميم ومنها مواد النايلون (بولياميد Polyamide) القابلة للذوبان (Sease (C.), 1981: 102).

3. 2. معالجة الحبر بمضادات الأكسدة:

لقد تطورت الأبحاث فيما يخص معالجة تلف الحبر العفصي كونه الأكثر تأثراً وتأثيراً على حالة حفظ المخطوطات، وأبرزها تمثل في معالجة بمضادات الأكسدة لمنع الأحبار من مواصلة الأكسدة؛ وتجرى هذه العملية باستعمال محلول فيتامين الكالسيوم (Calcium Phytate) الذي يمنع عنصر الحديد من الأكسدة، ولكن بشرط أن تكون

العملية متبوعة بإزالة الحموضة عن طريق الإستخلاص (أنظر التعليق رقم: 6) (Chelation) بواسطة محلول كالسيوم الهيدروكربونات (Calcium hydrogencarbonate)، لأنه ثبت من خلال التجارب (أنظر التعليق رقم: 7) أن مادة فيتات الكالسيوم ترفع من حموضة الورق (Rouchon (V.), Pellizzi (E.), Duranton (M.), 2013: 46-48).

وتجدر الإشارة إلى أن قديما عرفت وصفة للحبر العفسي الحديدي مضادة للأكسدة، حتى لا يحترق الورق وتتمثل في التقليل من كمية الزّاج والإكثار من الصّمع، وهذا قد يساهم في التقليل من الاضرار مستقبلا، في حالة إعادة نسخ المخطوطات باستعمال نفس مواد الكتابة التقليدية، ولكن بمراعاة النسب الدقيقة في تحضيره (أنظر الجدول رقم: 01)، والتي تكون متوافقة مع المكونات المخطوط الأخرى، ومع ضمان ديمومتها وتكاملتها.

3.3. تجديد الحبر البالي:

يتمثل هذا التدخل في تجديد واعطاء نضارة معتبرة للأحبار القديمة الموجودة في متن نصوص المخطوطات، والتي ظهرت عليها آثار التقادم الزمني في شكل ألوان باهتة، وهذا لتحسين قراءة النص وتوضيح الكلمات؛ ويتنوع هذا التدخل في طرق المعالجة، فإما أن يكون بصري أو كيميائي:

- بصري: باستعمال وسائل الكشف الضوئية، وهو لا يحتاج إلى تدخل مباشر على المخطوط، ويكون ذلك بتعريض أثناء القراءة، بعرض زمني محدد للأشعة فوق البنفسجية التي لها طاقة اشعاع ومؤشر اختراق عالين، بحيث يمكن رؤية خطوط غير مرئية تحت إضاءة عادية، أو بتصوير النص المعرض بنفس الطريقة السابقة وباستعمال فيلم التصوير خاص، وهكذا يتفادى مخاطر تكرار تعريض النسخة الأصلية لتلك أشعة (Buisson (N.), Dufour (M.), 2011: 02).

- **كيميائي:** وهي تقنيات يعالج بها ورق المخطوط باستعمال مواد كيميائية، مما يعطيها تنوع في الطرق، على شكل محاليل لإعطاء للكتابة نوع من التلوين يكون أقرب للأصلي.

ونظرا لديمومة نتائج المعالجة بالطرق الكيميائية يفضل اللجوء إليها، وذلك باختيار العلاجات المناسبة، مع العلم أن البعض من هذه الطرق يبقى استعمالها بتحفظ (Buisson (N.), Dufour (M.), 2011: 02).

3. 1. طرق معالجة الأحبار البالية:

تبعاً للدراسات والأبحاث التي أقيمت لتحديد المواد المستعملة في الطريقة الكيميائية لتجديد الأحبار البالية، فإنها برزت وصفات عديدة، ربّما كانت وصفات قديمة العهد، والتي كانت بداية استعمالها منذ القرن السابع عشر، وأنها أثبتت نتائج مرضية في تجديد الأحبار، نذكر منها:

أ. المعالجة بـ "كبريتيد الأمونيوم" (Sulfure d' ammonium):

الكيفية: غالبا ما استعملت هذه المادة على شكل غاز، كما نجدها على شكل سائل يطلّى بالفرشاة، فنجدها استعملت إما وحدها، أو يسبق تطبيقها باستعمال حمض الهيدروكلوريك (Acide chlorhydrique)، يليها الأمونياك (Buisson (N.), Dufour (M.), 2011: 02) (Ammoniaque).

ب. المعالجة بمستخلصات جوزة العفص (Noix de galle):

الكيفية: استعمال العفص وحده، أو إضافة لها ملح الحديد (الزاج)، أو محلول متكون أساسا من حمضين غاليين ودباغة للشب، أو ببساطة خليط مغلي من ماء، وبصل مفروم، ومسحوق جوزة العفص؛ وتطبق إما بغمر الجزء المراد علاجه، أو باستعمال ورق النشاف أو فرشاة ناعمة، أو باللمسات ولكن أحيانا هذه التدخلات العلاجية بالعفص تسبب اسمرار الحامل).

ج. المعالجة بـ "الفيروسيانييد البوتاسيوم (Ferrocyanure de potassium):

لقد استعملت في هذا العلاج أربع طرق مختلفة مبتكرة من مختلف مختصين، نذكر الكيفية باختصار في النقاط التالية:

– تطبيق محلول فيروسيانييد البوتاسيوم، ولكن مسبوق بالتركيب أو متبوع بعلاج بحمض كلوهيدريك؛

– طريقة أخرى تستدعي إتمام العلاج بتثبيتته بالصودا؛

– وأخرى يستعمل فيها ابخرة حمض (Buisson (N.), Dufour (Sulfocyanique) (M.), 2011: 02).

بالرغم من أن تقنيات معالجة الأحبار البالية كانت تستعمل في القديم، إلا أنه يمكن استعمالها لاستعادة الخواص البصرية للحبر وهذا يستدعي النظر في أهمية وضرورة التدخل، وإلا تترك على حالها احتراماً لمبدأ التدخل الأدنى على الممتلكات الثقافية. خاتمة:

تبين من خلال ما سبق أنّ ورق المخطوط بالحبر العفصي الحديدي يتعرض لتأثيرات مكونات هذا الأخير، وهذا راجع لكميات المكونات المستعملة في تحضير الحبر وطبيعة الورق وكذا كمية الحبر الموضوعة أثناء الكتابة، لذا فإنّ معظم مظاهر التلف التي يخلفها هذا الأخير ما هي إلا نتاج الحموضة العالية التي تساهم في التحلل المائي للسليوز، وفعالية مركبات الحديد القابلة للذوبان التي تعمل كمحفزات للتحلل التأكسدي للسليوز.

كما أتضح جلياً أنّ معالجة الحبر العفصي الحديدي تتطلب التعامل مع هذه المادة باعتبارها عامل تلف رئيسي لنص المخطوط، وعلى هذا فإنّ كيمياء المواد ساعدت على فهم حقيقة وطبيعة التلف الذي تعرفه المخطوطات التي استعمل فيها هذا الحبر المعدني، والتي أثبتت أنه بالرغم من مساهمة تأكسد ملح الحديد المنطلق من مادة الزاج بشكل مباشر في اتلاف سليوز الورق، إلا أن تأكسد حمض الغاليك المنسوب لجوزة

العفص يكون هو السبب المباشر في تجديد أيونات الحديد المتسببة في اتلافها، ما يعني أن الورق المخطوط بالحبر العفصي الحديدي يتعرض للتلف في وجود الأكسجين أكثر مما يتعرض له في ظروف الرطوبة.

لقد مكنت هذه الأبحاث والدراسات من اظهار الجوانب الخفية للحبر العفصي الحديدي والذي يتشابه مع الأحبار المعدنية الأخرى، وتم اعتماد بعض التدخلات العلاجية نتيجة الدراسات والبحوث المتقدمة في هذا الشأن، ولكن يظل الحبر العفصي الحديدي محل بحث واستكشاف نظرا لطبيعة تركيبته التي تختلف في طريقة التحضير ونسب مقادير المكونات الأساسية والمواد الأخرى المساعدة في تحسين بعض الخصائص الفيزيائية للحبر.

في الواقع، ليس هناك طريقة معالجة مثالية، نستطيع من خلالها إنقاذ المخطوطات، وبالتالي فإن الحرص على حفظ المخطوطات التي تحتوي على هذا النوع من الحبر في خزانات التخزين أو واجهات العرض تغلق بإحكام ومنزوعة الأكسجين باستعمال مواد ماصة للأكسجين، وهذا كإجراء وقائي يساعد على حفظ المخطوطات من تلف حتمي غير رجعي.

ونظرا لطبيعة هذا الموروث الثقافي الذي يجب ان نوليها أهمية بالغة والتفكير في إجراءات الحفظ و الوسائل المرتبطة به حتى نتمكن من إنقاذه والحفاظ على المتون عن طريق الرقمنة، كما يجب التفكير في المخطوطات المهددة بالزوال بإعادة نسخها يدويا ورافقها بملف تقني للنسخ الأصلية، وذلك بالاستعانة بخطاطين وتوظيف حرف صناعة الورق والأحبار على الطريقة التقليدية، وتدعيم مادتها بالنتائج العلمية فيما يخص استعمال المواد المضادة للأكسدة لغرض مقاومة مكونات المخطوط لعامل الأكسدة، وهذا طبعا باحترام الأسس و المبادئ الأخلاقية المنصوص عليها في مجال حفظ وترميم هذا الموروث الثقافي.

- 1- الاسم العلمي للعفص Quercus Infectoria : تنمو الجوزة بسبب تورم يصيب النباتات عامة بمساهمة كائنات حية، كالحشرات أو القراديات، وشجر البلوط هو ما يتم جني منه هذا التورم على شكل حبة جوز. (wikipedia.org).
- 2- ومنه "الشامي الفجُّ الأسود الذي...غير مثقوب ومنه آخر أملس خفيف أحمر مثقوب وهو أقل قيصا من الشامي ومما يؤخذ من شجره وهو غص صغير نضج وهو الرومي، والمختار منها ما كان وزينا إذا كسرتة رأيته...عا صافيا".
- 3- دور هذا المركب الحمضي في الحبر هو مثبت كيميائي للون، وأيضا عامل أكسدة.
- 4- الزاج، وهو صنفان: الأخضر والأزرق. الأخضر: كبريتات أول أكسيد الحديد، ويعرف أيضا بالزاج العراقي، وهو من المواد القابضة. أما الأزرق المعروف بالزاج القبرصي فهو كيميائيا عبارة عن كبريتات النحاس
- 5- سنكروترون Synchrotron آلة كبيرة في بناية ضخمة، تعمل على تسريع الإلكترونات إلى سرعة الضوء تقريبا، وعندما تنحرف الإلكترونات فإنها تخلق أشعة سينية موجهة في خطوط، ويتم توجيه الضوء أسفل خطوط الأشعة إلى المادة المبرمجة للتحليل، والحصول على معلومات دقيقة وفيرة عن مكوناتها دون إحداث أي تغيير لها.
- 6- جذرها Chélate [kelat] ، أصل الكلمة يوناني: Pince: Khêlê كلاب أو مخلاب القشريات البحرية مثل السلطعون وجراد البحر. كيمياء عضوية: عملية كيميائية لإزالة معدن ثقيل، فهو تشبيه لعملية القبض بالكلاب على ذرة معدنية كالقبض عليها ذرة بين ذرات كهرسالبة (ذرات تميل إلى قبول إلكترونات) مرتبطة بجذور عضوية
- 7- هذا التدخل هو في حد ذاته محل تجارب ودراسات معمقة، وليس لدينا معلومات عن استعماله في مخابر المكتبات ومؤسسات الأرشفة في أنحاء العالم بل فقط نتائج أبحاث ودراسات على مستوى مخابر CRCC أثبتت ناجعته في تحقيق استقرار المخطوطات المتلفة

بحبر الحديد، وأول تجربة له كانت في مخبر المكتبة الوطنية الفرنسية على مخطوط، وكانت النتيجة مرضية.

قائمة المصادر والمراجع:

المصادر:

- أبو بكر محمد بن محمد القلوسي الأندلسي، تحفة الخواص في طرق الخواص، تحقيق د.حسام أحمد مختار العبادي، مكتبة الاسكندرية، الاسكندرية، 2007، ص28
- المعزّ بن باديس التّميمي الصّنهاجي، عُمْدَةُ الْكُتَّابِ وَعُدَّةُ ذَوِي الْأَبْأَابِ، تحقيق نجيب مايل الهروي، عصام مكية، ط1، مجمع البحوث الإسلامية، مشهد، 1409 هـ
- بسام الدغستاني والآخرين، فن الترميم، صيانة التراث وحفظه أمانة، مركز جمعة الماجد للثقافة والتراث، دبي، ب.ت.

المراجع:

قائمة المراجع باللغة الأجنبية:

- Rouchon (V.), & al., « Les traitements de restauration employés sur des manuscrits comportant des encres ferrogalliques : examen visuel des phénomènes de migration provoqués par l'emploi d'eau », In : Actualités de conservation, n° 26, Janvier-Décembre 2007.
- Aleksandra Surmak, « Study of discoloured iron-gall ink inscriptions – case of the Gradual of Lviv Benedictines from Krzeszow .
- Belhadj (O.), & al., Un nouvel outil pour évaluer le risque de migration d'encres ferrogalliques : possibilités et limites, in : Support/Tracé, n°14, 2014.
- Buisson (N.), Dufour (M.), « Mise en évidence d'un procédé pour raviver les encres pâlies sur un manuscrit carolingien », In : actualités de la Conservation, n° 30, BnF, 2011.
- Crespo, (C.), Viñas, (V.), La préservation et la restauration des documents et ouvrages en papier : Une Etude RAMP, Accompagnée de Principes Directeurs, UNESCO, Paris, 1986.
- Rouchon (V.), & al., « Conservation de manuscrits altérés par les encres ferrogalliques : faisabilité d'un traitement antioxydant par contact en milieu humide », Actes du colloque Sciences des matériaux du patrimoine culture-2, Paris, 20-21 Septembre 2012.
- Rouchon (V.), & al., «The water sensitivity of iron gall ink and its risk assessment », In : Studies in conservation, n° 54 , 2009

- Rouchon, (V.), "La restauration des manuscrits comprenant des encres ferrogalliques: Etat de la recherche", In: **Journée du patrimoine écrits**, CRCC, 25-26 Septembre 2008.
- Sease (C.), The case against using soluble nylon in conservation work, Studies in conservation, Volume 26, N°3, 1981
- Van der Most (P.) & al., Archives Damage Atlas, Metamorfose, Hague, 2010