الفصل الثاني

أحبار وملونات المخطوطات السوداء

دائماً كان اللون الأسود هو اللون المستحب للحبر وعلل بعض العلماء ذلك إلى ما يوجد بين لون الحبر الأسود ولون الصحيفة البيضاء من تضاد يساعد على إظهار الكتابة في أوضح صوره كما إنها أيسر من صناعة المداد الملون والذي يحتاج إلى مواد كيماوية ربما لم تكن ميسورة.

(١ , ٢) الأحبار السوداء

(١ , ١ , ٢) الحبر الكربوني Carbon ink

استخدم هذا لنوع من الحبر في مصر القديمة للكتابة سواء على الخشب أو الفخار أو العظام أو المخطوطات. واستخدم الحبر الكربوني على نطاق واسع منذ الألفية الثالثة قبل الميلاد، ويذكر لوكاس Lucas A. أن الكربون أقدم مادة عرفت لصناعة الحبر ويرجع تاريخ استخدامه في مصر في الكتابة إلى الفترة التي تسبق بداية الأسرة الأولى إلى ما قبل حوالي سنة ٣٤٠٠ ق.م (Lucas 2003: 416).

الحبر الكربوني هو معلق Suspension يتكون من مادة ملونة ومادة رابطة ومذيب، ولقد تم استخدام أسود المصباح lamb black والسناج أو الفحم النباتي

كمادة ملونة Colouring agent في حين استخدم الماء والنبيذ أو الخل كمذيب أما بالنسبة للمادة الرابطة كان يتم استخدام (الصمغ العربي – الغراء الحيواني أو الجيلاتين Prajapati 2005 :38) الصورتان رقما (٢٠-٢١).

وظل الحبر الكربوني مستعملاً على نطاق واسع في الكتابة حتى القرن التاسع عشر الميلادي وما يزال مستخدم في أعمال الكتابة التي تحتاج الى مهارة خاصة، وانتشر استعماله في العالم وخصوصاً في العالم الشرقي (Kathpalia 1973:46)، ويطلق عليه الحبر الصيني أو الشيني أو الهندي ولونه أسود وتم استخدامه بصفة تقليدية للكتابة على المخطوطات منذ القدم، ويتركب من المواد الآتية:

- **مواد تكسبه اللون الأسود**

مثل الكربون أو السناج soot الناتج من حرق المواد الصمغية، أو حرق الكافور ممزوجاً بالمواد الصمغية كما يتم الحصول عليه من السناج الناتج عن إضاءة المصابيح أو الناتج عن الدخان بصفة عامة ومسحوق الفحم Charcoal وغيرها من مصادر الكربون. وقد ينتج السناج عن حرق صوف صدر كبش ثم سحق الرماد الناتج وتنخل المادة الناتجة للحصول على مسحوق ناعم جدا.

- **الوسيط المذيب**

غالبا ما يكون الوسيط الماء ويصنع الحبر الكربوني في صورة معلق، والحبر الكربوني المصري القديم والحبر الهندي الأسود والحبر الصيني الأسود كلها ذات تركيبة واحدة.

- **المادة الرابطة**

كان الصمغ هو المادة الرابطة الأكثر استخداما للربط بين المادة الملونة وسطح الكتابة، إلا أن ابن باديس أشار إلى في وصفة عراقية الأصل إلى استخدام بياض

البيض كمادة رابطة، كما كان يستعمل الجيلاتين لهذا الغرض ولإعطاء الحبر القوام المناسب للكتابة.

وهو حبر يحتفظ بلونه زمناً طويلاً دون أن يتأثر بالإضاءة أو زيادة درجة حموضة الورق، فهو لا يتغير سريعا بمرور الزمن ويرجع ذلك الى أنه خامل كيميائياً، وليس للوسيط الحامل للحبر آثار ضارة على المستخدم، كما أنه يصعب محوه تماماً بعمليات الإزالة الكيميائية.

ومن مميزات هذا النوع من الأحبار ما يلي:

- لا يتأثر بالضوء أو أي مادة مبيضة ويرجع هذا الثبات إلى خمول أو عدم فاعلية الكربون كيميائيا في الظروف العادية (محمد، ٢٠١٠م :١١).
- لا يبهت بمرور الوقت.
- لا تحتوي مكوناته على مواد تضر بالأوراق. ومع ذلك فله بعض العيوب مثل تأثره بالرطوبة وسهولة إزالته من الوثيقة (يوسف، ٢٠٠٢ م: ٣٥).
- والحبر الكربوني يتميز بالثبات الشديد وهذا الثبات يرجع إلى أن الكربون خامل كيميائياً في الظروف المعتادة، ولذلك فقد استمر طويلاً على المخطوطات (Plenderleith & Werner 1971: 69). وفى بعض الأحيان يشار إلى الحبر الكربوني بحبر المخطوطات.

ومن عيوب الحبر الكربوني ما يلي:

سهولة محوه ميكانيكياً باستخدام آلة حادة، كما أنه يتأثر مباشرة بالماء والجو الرطب خصوصاً إذا كانت الورقة المكتوب عليها مصقولة صقلاً جيداً. والحبر الكربوني ينفصل في صورة قشور ويدمى في الجو الرطب (يوسف، ١٩٨٤ م: ٢٣).

وقد استخدم هذا الحبر لآلاف السنين في الشرق، ثم صدر إلى الغرب تحت مسمى الحبر الهندي أو الحبر الشيني(Pastena 2009). ويتكون من السناج والصمغ العربي والماء أو الخل حيث يعطي السناج اللون الأسود والصمغ العربي مثبتاً للون على الورق، ويتضح من مكوناته أنه بسيط التركيب ولا يحتوي على أي مواد ضارة بالورق؛ وعليه فهو أصلح وأفضل مواد الكتابة.

ويصنع المداد الكربوني بعملية حرق للمادة العضوية المستخدمة (زيت مثلاً أو خشب) لأن المواد التي يتم الحصول عليها نادراً ما تكون كربوناً نقياً ولكنها تحتوي على شوائب معدنية وكربونية مع خلط الكربون الناتج منها مع مادة لاصقة غالباً ما تكون صمغاً عربياً لعمل أقراص صلبة أو ألوان ماء.

وذكرت طريقة أخرى لإعداد الحبر الكربوني كان تستخدم في الكنائس القبطية حيث كان يتم كشط السناج من آنية فخارية مبللة بالماء ومقلوبة على بخور مشتعلة على الأرض بين ثلاثة أحجار وبعد كشط السناج يمزج بالصمغ والماء.

كما أن المداد الذي استعمله الإغريق والرومان كان أساسه سناج المصباح، كما استعلموا أيضاً سائلاً أسود تفرزه بعض الحيوانات البحرية (عثمان، ١٩٨٨م: ١٩). وقامت جمعية الصيدلة بباريس بتحليل عينة من مداد روماني عثر عليها في خرائب إحدى المدن الرومانية القديمة أثبتت أن سناج المصباح كان المادة الأساسية في هذا المداد (حمادة، ١٩٥٩م: ٩-١٠).

وكان يجهز من أقراص صغيرة من المادة الصلبة وتطحن مادة اللون وتمزج مع الصمغ وتترك لتجف ويتركب الحبر الكربوني من العناصر الآتية:

أ) مادة سوداء ناعمة وهي إما من السناج وإما من مسحوق الفحم.

ب) مادة رابطة وهي من الصمغ العربي وهي مادة لاصقة تربط بين المادة الملونة وسطح الكتابة حيث تزيد اللزوجة في الكتابة ويساعد هذا على تعلق ذرات الكربون في المحلول ويشكل ترابط هذه المعلقات بالوثيقة، كما أنه يحد من درجة سريان الحبر السائل على سطح الكتابة.

ج) سائل مذيب أو مخفف وهو غالباً الماء وأحياناً الخل أو النبيذ ويصنع الحبر الكربوني في صورة معلقة ولا توجد مشكلة لاستمرار بقاء الحبر الكربوني على الوثيقة إلا إذا استخدم بكثافة على سطح غير ماص ففي هذه الحالة يكون قشره ولكن يمكن تثبت هذه القشرة باستعمال سائل مخفف من النيلون المذاب. (Plenderleith & Werner 1971: 69).

وقد ذكر (لوكاس) أيضاً وصفة لعمل مداد أسود من خلال مخطوط إسلامي محفوظ بدار الكتب المصرية ويسمى هذا المداد بالمداد الفارسي حيث كانوا يضعون نوى البلح في آنية فخارية ثم يسدونها بالطين سداً محكماً ويضعونها على النار (في فرن) لمدة يوم ثم ترفع من على النار ثم تترك لتبرد ويؤخذ النوى المتفحم فيطحن وينخل ثم يمزج بالصمغ والماء، وهذا المداد رديء لقلة نسبة الكربون فيه.

(٢ , ١ , ٢) الحبر الكربوني الحديدي Carbon Iron Gall Ink

هو تطوير للحبر الكربوني لتجنب حساسية الحبر الكربوني للماء وتم ذلك بإضافة كبريتات الحديدوز في صورتها الطبيعية (ملح الكوبيراس) وهي توجد ذائبة في مياه بعض الآبار أو على هيئة تربة طبيعية صفراء توضع في أواني معرضة للمطر والثلج فيتم استخلاص الملح.

ويتم تحضير الحبر بإضافة العفص (وهو قرون شجر السنط أو أوراق شجر البلوط) حيث إن هذه الثمار أو الأوراق النباتية تحتوي على أحماض التانيك والجاليك العضوية.

وقد تم استخلاص هذه المادة من هذه المصادر النباتية قديماً لتضاف الى محلول كبريتات الحديدوز حيث يتكون حبر أسود يتميز بالآتي:

أكثر قدرة على النفاذ في مسطحات الكتابة من الحبر الكربوني، ويصعب إزالته بالماء ويتم التثبيت بالأكسدة ذاتياً حيث يتحول ملح الحديدوز الى حديديك وتتكون قشور صلبة عند جفاف الحبر وحتى عند إزالة هذه القشرة الصلبة فإنها تترك أسفلها نفس الكتابة باللون البنى وهذا الأثر للكتابة غير قابل للإزالة بالماء.

(٣, ١, ٢) الحبر الحديدي Iron Gall Ink

يشبه الحبر الحديدي الحبر الكربوني الأسود الداكن إلا أنه يتحول للون البنى الفاتح، وبالتعرض للضوء يتحول إلى اللون الأصفر الباهت. (عبد الحميد، ١٩٨٤م:١٥٠-١٥٣).

من مميزات الحبر الحديدي سرعة نفاذيته وتخلله لأسطح الكتابة ومقاومته للتلف البيولوجي (حسانين، ١٩٨٧ م: ٤٣)، كما أن له درجة ثبات عالية على أوراق البردي. ومن عيوبه ضعف مقاومته للضوء وتغير لونه بمرور الزمن من الأسود إلى البنى الفاتح إلى الأصفر الباهت، وهذا بسبب زيادة نسبة كبريتات الحديدوز التي تتفاعل وتكون أكاسيد حديد بنية اللون. الصورتان رقما (٢٢-٢٣).

ومن أهم عيوبه تكوينه لحامض الكبريتيك الناتج من أكسدة أملاح الحديدوز والذي يؤدى لاحتراق الورق والبردي أسفل الكتابة مباشرة وانتشار الحموضة في وسط الكتابة. ويستخدم الصمغ العربي مع الحبر الحديدي لإعطائه لزوجة وأيضاً

كلاصق بين جزئيات الحبر والورق، وأثبتت الدراسات أهمية الصمغ العربي في الحبر الحديدي خاصة عندما تستخدم الريشة في الكتابة.

وقد ذكر شوبرت نوعين من المداد استخدما في الكتابة على أوراق البردي، أحدهما أسود والآخر بني، يرجع تاريخه إلى القرن الرابع الميلادي إلا أن لوكاس يعتقد أن لونه البنى يشير إلى أنه مداد حديدي.

يلاحظ أن استخدام الحبر المعدني كان مرتبطاً بشكل مباشر بأداة الكتابة، وهي قلم من البوص في النصوص الإغريقية على حين أنها في النصوص الديموطيقية التي كانت تكتب دائماً بمداد الكربون كانت قلماً من الأسل من النوع المصري الشبيه بالفرشاة (Tait 1988: 477-481).

وأظهرت عينات أخرى نقصاً ملحوظاً في نسبة الكبريت على الرغم من أنه متوقع وجوده بنفس النسبة إلى الحديد والنحاس، وتفسير نقص الكبريت أنه ربما قد أدمج في غاز أو سائل مركب ربما اختفى مع الزمن (Menei 1990: 64).

كما لاحظ أحد الكتاب نماذج من الحبر له مظهر الحبر المعدني في برديات من مجموعة تشستربيتى مؤرخة بالقرن الثالث أو الرابع الميلادي، وكذلك في المتحف البريطاني في بردية مؤرخة بالفترة من القرن الأول قبل الميلاد إلى القرن الأول الميلادي في مجموعة المتحف البريطاني.

أستخدم الحبر الحديدي منذ العصر الروماني في الغرب وكان يتم الحصول عليه من قلب تدرن بعض النباتات (العفص)، والتدرن أو الدرن عبارة عن: تضخم أو انتفاخ يصيب الأوراق أو أجزاء أخرى في بعض أنواع البلوط نتيجة لدغ الحشرات لها. وتحتوي هذه الدرنات على كمية كبيرة من التانين.

وكان يتم غليانها أو تعطينها في الماء والنبيذ أو الخل، ثم يضاف إليها ملح معدني (كبريتات الحديد) المعروفة عامة باسم (الزاج الأخضر).

وعلى عكس الأحبار الكربونية تلتصق هذه الأحبار المعدنية الدرنية بشكل أفضل بالوسيط الكتابي، ولكن ظهر لها جانب سلبي خطير وهو أنها مادة مسببة للتآكل لدرجة وصلت في بعض الأحيان إلى إصابة الوسيط الكتابي بحروق، بل وثقبه في كثير من المواضع.

وبمرور الوقت تميل الكتابات والمناظر المنفذة بهذا الحبر إلى التحول من اللون الأسود إلى اللون البني الداكن، وهو الأمر الذي يعد مقدمة لعملية التلف التي تقع بعد ذلك.

انتشر استخدامه في العصور الوسطي، وتميز بالثبات ضد الرطوبة وسهولة جريانه في الأقلام وسرعة نفاذة وتخلله لأسطح الكتابة.

وأشار جورج مارتن إلى أن الحبر الحديدي تم استخدامه فيما يقرب من القرن السابع الميلادي أو قبل ذلك، وقد استخدم بصورة بدائية للكتابة على الرق بسبب ضعف تماسك الحبر الكربوني وسهولة إزالته من على الرق.

وبصفة عامة أصبحت الأحبار الحديدية هي الأكثر شيوعا في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين.

وأقدم أنواع الحبر الحديدي تم تحضيره باستخدام كبريتات الحديدوز والمعروفة في فترة ما بعد العصور الوسطى باسم الكوبيراس مع أحماض التانيك والجاليك الطبيعية المأخوذة من شجر البلوط (Craddock 2009:323)، ويتم إضافة كمية مناسبة من الصمغ العربي والماء كمذيب.

وفيما يلي تركيب الحبر الحديدي

- كبريتات الحديد الثنائي.
- حمض التانيك.
- حمض الجاليك.
- الصبغة الزرقاء ووظيفتها إعطاء اللون الأزرق للحبر.
- مواد حافظة مثل الفينول وحامض البوريك وهي لمنع أي نمو بكتيري.
- الصمغ العربي وهو لحفظ الحبر بالحالة الغروية.
- أحماض غير عضوية مثل حمض الهيدروكلوريك أو الكبريتيك أو النيتريك وهي تمنع مركبات الحديد الثنائي والثلاثي من الترسيب.

ونشرت حكومة ألمانيا عام ١٨٨٨م وصفات عمل الأحبار المستخدمة في الوثائق الحكومية ولا يزال العمل بهذه الوصفات حتى الآن فينتج حبر الوثائق من المقادير التالية:

٧,٧ تانين.

٢٣,٤ جم حمض الجاليك.

١٠ جم كبريتات حديدوز ٣٠ جم صمغ عربي.

١ جم فينول مذاب في لتر ماء.

بعد أن تتم الكتابة على الورق يتأكسد أيون الحديد الثنائي الى الحديد الثلاثي مع مرور الزمن وبواسطة الأكسجين الجوي ثم يتحد بدوره من أيون التانات الموجود في المحلول والناتج عن تأين حمض التانيك، فيتكون من هذا الاتحاد راسب أسود يبقى

على الورقة حتى بعد زوال صبغة الحبر الزرقاء، هذه المادة السوداء لا تذوب في الماء ولا المذيبات العضوية ولهذا تقاوم الإزالة.

وكلما كثرت نسبة الحديد في هذا الحبر كان مقاوماً أكثر للإزالة وبذلك يسمى حبر السجلات لدكانة لونه ومقاومته للإزالة.

تأثير العوامل المؤكسدة على الحبر الحديدي

تتأثر الكتابة بهذا الحبر بمحلول الكلور أو البروم وكذلك الهيبوكلورايت وهذه المواد القاصرة تؤثر على الحبر في ناحيتين، الأولى أكسدة الصبغة وإزالتها، والثانية إذابة مركبات الحديد بفعل الحامض الذي يتكون بموجب المعادلة التالية:

$$CL_2 + H_2O \longrightarrow HcL + HOCL$$

وعليه فيكون لها تأثير مشابه لتأثير الأحماض غير العضوية حيث يترك أثراً لونه أصفر باهت هو لون أيون الحديد الثلاثي.

تأثير عوامل الاختزال على الحبر الحديدي

يمكن حصر تأثير المواد المختزلة بالمعادلة التالية:

$$Fe^{+3} \xrightarrow{\text{عامل مختزل}} Fe^{+2}$$

حيث يتكون اللون الباهت لأيون الحديد الثنائي ثم يعود اللون الأول بتعرض الكتابة للهواء بسبب تأكسد الحديد الثنائي وعودته ثانية الى الحديد الثلاثي.

- **طرق الكشف عن الحبر الحديدي**

- تبلل جزء من الكتابة بمحلول مخفف من حمض الخليك ١٪.

- يتشرب ناتج البلل السابق بورق نشاف ثم يضاف إليه نقطة من فيروسيانيد البوتاسيوم ١٪، فإذا نتج لون أزرق بروسي Prussian blue كان دليلاً على وجود الحبر الحديدي. (عبد الحميد، ١٩٧٩م: ١٤).

- **مميزات الحبر الحديدي**

لا ترسب هذه الأحبار على سطح الورقة مثل الأحبار الكربونية، وإنما تتدفق بسهولة وتتغلغل داخل ألياف الورقة وتتكون بينها وبين الألياف رابطة قوية تجعلها مقاومة للمحو الآلي.

ومع تقادم الكتابة على الورقة تتحد المادة الملونة الزرقاء مع أملاح الحديد وحمض الجاليك والتانيك مكونة مواد راتنجية أشبه بالمواد الصمغية وهذه المواد أكثر مقاومة للسوائل والمحاليل الكيميائية لانخفاض درجة ذوبان هذه المواد في الماء.

يتميز الحبر الحديدي بمقاومته للتعفن بالفطريات والبكتريا (عكس الحبر الكربوني) كما له درجة ثبات عالية حتى بعد التخزين لفترات طويلة ولا يذوب في الماء.

- **عيوب الحبر الحديدي**

هذا الحبر له تأثيرات متنوعة ومعقدة على الورق بمرور الزمن حيث ينتج عنه أيونات حمضية مسببة أكسدة وتحلل Hydrolysis سليولوز الورق، حيث يتكون حمض الكبريتيك H_2So_4 من خلال تكوين الحبر طبقاً للمعادلة التالية:

$$\text{Gallic acid} + \text{Tannic acid} \longrightarrow \text{Gallo Tannic acid}$$

$$\text{Gallo Tannic acid} + \text{Ferrous Sulphate} \longrightarrow \text{Ferrous Gallotannate}$$

$$\text{Ferrous Gallotannate} \xrightarrow{(O)} \text{Ferric Gallotannate} + H_2SO_4$$

وهذا الحمض المتكون يسبب حموضة أسطح الكتابة كما يؤدى في أسوأ الحالات الى تآكل الورق أسفل الكتابة مباشرة، وينتج عنه ما يسمى بالمخطوطات (الشريطية المتآكلة) كما انه يؤثر على الصفحات القريبة ويحدث طبعة عكسية عليها تؤدى الى ضعف الورق في الأماكن المقابلة للكتابة.

يظل الحبر الحديدي مقروء لوقت طويل ولكن غالبا ما يبهت ويتحول من اللون الأسود القاتم الى اللون البنى ثم الى الأصفر الباهت، ويرجع ذلك الى زيادة نسبة كبريتات الحديدوز، وبقايا مواد التبييض في الورقة أو التعرض للضوء.

ومن عيوبه قابليته للتلاشي بالضوء كبيرة حيث يتحول لونه من الأسود إلى البنى الفاتح ثم في النهاية إلى اللون الأصفر الباهت، وذلك باستمرار تعرضه للضوء.

- **وصفات لإعداد الحبر الحديدي**

- ١,٢٢ جرام حمض الجاليك يتم ذوبانها في ١٥٠ ملى ماء مقطر ساخن، ٢ جرام من كبريتات الحديدوز يتم ذوبانها في كمية صغيرة من الماء المقطر ويتم خلط المحلولين ويُترك الخليط لمدة أسبوع.

- ١,٢٢ جرام حمض تانيك يغلى في ١٥٠ ملى ماء مقطر ويخلط مع ٢٠ جرام كبريتات حديدوز مذابة في كمية ماء مقطر.

- ٣,٢ جرام من مسحوق عفص البلوط يتم غليها في ١٥٠ ملى ماء مقطر وعندما تبرد يتم خلطها مع كبريتات حديدوز مذابة في الماء بنسبة ١:١ حمض الجاليك إلى كبريتات الحديدوز، ويتم إضافة ٢% من الحجم صمغ عربي للخليط السابق.

- تحضير محلول الحبر الحديدي عن طريق خلط ٤,٢٠ جرام من كبريتات الحديدوز مع ٤,٨٦ جرام من التانين مع ٣,١٤ جرام من الصمغ العربي ويتم استخدام ماء مقطر لتخفيف المحلول إلى ١٠٠ ملى.

والصمغ العربي كوسيط رابط يعمل على تحسين لزوجة الحبر كما يعمل على إكساب الخليط صفات السيولة في الكتابة. (Wagner & Bulska 2003:1149).

- **ميكانيكية تكون الحبر الحديدي**

عند خلط ايونات الحديد الثنائية مع التانين يتكون مركب جديد ثنائي وهذا المركب قابل للذوبان في الماء ويعطى لوناً رمادياً شاحباً للحبر وعند الكتابة على الحامل والتعرض للأكسدة في الهواء فإن مركب الحديد الثنائي يتأكسد منتجاً مركب حديد ثلاثي مسؤول عن اللون الأسود للحبر وهو غير قابل للذوبان في الماء.

مثال: عند خلط حمض الجاليك مع كبريتات الحديد يتكون مركب معقد قابل للذوبان في الماء وهو جالات الحديدوز وبسبب ذوبانيته فإن الحبر يخترق سطح الكتابة.

ويكون من الصعوبة إزالته وعند تعرض ذلك المركب للأوكسجين، فإن جالات الحديدوز تتحول إلى جالات الحديديك، وهذا المركب غير قابل للذوبان في الماء والذي يساهم في جعل حبر الكتابة غير قابل للمحو.

- **تأثير الحبر الحديدي على دوام المخطوطات**

عندما تكتب الوثائق بحبر يحتوي على أحماض الجاليك والتانيك تتغير ببطيء فكبريتات الحديدوز تتأكسد تدريجياً إلى كبريتات الحديديك القاعدية ومركبات أكاسيد الحديد تصبح في صورة رواسب بنية.

ويحدث هذا أيضاً بالتعرض لضوء الشمس، والأحماض العضوية الجول الملتصقة بالورق أحياناً تتحول إلى بقع كثيفة من هذا الحبر إلى ثقوب تنفذ إلى الورق ولكن عملية تلف الورق الناتجة عن حامض الكبريتيك أكثر شيوعاً للإتلاف في الأحبار الحديدية.

وإذا كان الحامض موجوداً بكمية كافية فإنه ينتشر في الأماكن المحيطة بالكتابة وفى نفس الوقت ينتج لوناً بنياً غامقاً عليها وقد ينتشر الحامض إلى الصفحات المقابلة وينتج عن ذلك لون بني غامق في هذه الصفحات.

وأجريت دراسة لمعرفة ما إذا كان اللون البنى أو الأسود عند الكتابة يشكل خطراً على الورق ومن بين مئات المخطـوطات التي تم فحـصها وجـد أن بينـها ٥٠ مخطوطاً أدى الحبر فيها لإحداث ثقوب في الورق ثلاثة منها مكتوبة بالحبر البنى، ٤٧ مخطوطة كتبت بالحبر الأسود.

وقد تبين أن الكتابة بالحبر الأسود تعتبر مصدر خطورة كبيرة على الورق وكلما ازداد سواد الحبر ازدادت خطورته على الورق، كما أن الكتابات باللون الأسود يزيد فيها نسبة الحمض أكثر من الكتابات باللون البنى.

وقد ثبت ذلك بتحضير نوعين من الأحبار أحدهما يحتوي على مقدار كاف من حمض الجاليك وحمض التانيك لكي يعطى لوناً أسوداً للكتابة، والآخر يمثل ربع المقدار السابق للحامضين والذي يعطى بدوره لوناً بنياً في الكتابة.

وبعد إجراء التقادم الصناعي الذي استمر ٧٢ ساعة في درجة حرارة ١٠٠م نلاحظ أن الأوراق المرسومة بخطوط سوداء ذات اللون الأسود الثابت قد نتج عنها تناقص فى الخواص عند اختبار الطي وتحتوي على مقدار كبير من الحمض عن التي كتاباتها باللون البنى وأن كلاً من النوعين السابقين يحتويان على ٦جم من الكوبراس لكل ١٠٠ سم ماء مقطر ويعتبر كافياً للحصول على حبر مركز مثل الأحبار التي نستعملها في الوقت الحاضر، وهذا بدوره يعلل سبب أن الكتابة بالحبر الأسود تكون أكثر حموضة وأكثر تلفاً على الورق عن الكتابة بالحبر البنى.

ويستنتج من هذه الدراسة أن الأحبار الأكثر تركيزاً والتي تعطى كتابة سوداء تكون أكثر ضرراً وتسبب تلفاً دائماً للورق وهذه الأحبار بطبيعة الحال هي التي تحتوي على القدر الأكبر من أحماض الجاليك والتانيك.

ومن بين المخطوطات التي تحتاج إلى ترميم فقد تبين أن كثيراً منها زالت ألوانه وتطرق التلف إليه، وذلك بالنسبة للأحبار التي تحتوي على أحماض كما أن حامضية الأحبار الحديدية هي السبب المباشر لاحتياجها للترميم كما أن المناطق المحبرة تكون في حالة متداعية بينما الهوامش غير المحبرة تكون في حالة ممتازة من الحفظ باستثناء التلف بسبب الكائنات الحية الدقيقة والحريق والأشعة الضوئية أي أن أحماض الأحبار لها عامل رئيس في المساهمة في تلف الجزء الأكبر من المخطوطات.

(٤، ١، ٢) حبر البقم

يستخرج من نبات البقم ويحتوي على مادة هيما توكسلين Haematoxyline التي يحتوي تركيبها على الفلافون Flavone Nucleus وقد بدأ باستعمال مستخلص هذه الصبغة عام ١٧٦٣م، ثم بدأ يطرأ عليها التحسين بإضافة بعض المواد التي تكسب الحبر لونا أكثر كثافة وديمومة مثل كرومات البوتاسيوم وكبريتات النحاس والشبة.

(٥ ، ١، ٢) حبر النيجروزين

وهو من الأحبار الصبغية السوداء وتم إنتاج هذا الحبر لأول مرة في أمريكا عام١٨٦٧م، وهو عبارة عن محلول مائي لمستحضر كيميائي كحبر أطلق عليه Blue-Black, or Purple-Black ink وهذا الحبر كان يحضر بمزج مادة النيتروبنزين Nitrobenzene مع الأنيلين Aniline وهذا المركب يشبه الى حد كبير صبغة الإندولين التي تحتوى على حلقات الأزين، وقد سجله كل من Coupier and Collin براءة اختراع لحبر الأندولين عام ١٨٧٣م.

ويتميز هذا الحبر عن غيره من الأحبار القديمة بالحواف القاتمة للجرات الناشئة عن الكتابة به حيث تتخذ حواف الجرات لوناً أسود ضيقاً أسفل المجهر وهذه الخاصية تميزه عن الأحبار الكربونية.

(٦ , ١ , ٢) حبر الأختام

مداد الأختام عبارة عن مادة ذات درجة لزوجة خاصة ويتكون من مادة صبغية مناسبة مذابة أو ممزوجة بالجلسرين يضاف إليه بعض المواد التي تزيد من سرعة جفافه مثل الأسيتون أو الكحول المثيلي يصب على وسادة من اللباد حتى تتشبع به تماماً لتساعد على توزيعه بانتظام على سطح قالب الختم.

وتتميز البصمات المأخوذة بهذا النوع من المواد باكتمال أجزائها ووضوح مكوناتها(وقيع الله، ٢٠٠٣م: ٨٧).

وجدير بالذكر أنه مع بداية القرن التاسع عشر الميلادي استطاع صناع الحبر إدخال الملونات الصناعية في صناعة الحبر.

وتتصف هذه الأحبار الصناعية بأنها لا تسبب تلف الورق أسفل جرات الكتابة إلا أنها حساسة جدا للضوء. (الصورة رقم ٢٤).

(٢ , ٢) الملونات السوداء

واللون الأسود عند قدماء المصريين هو لون العالم الآخر وهو يعبر أيضاً عن البعث والخلود ولا يدل على الحزن كما هو متعارف عليه حالياً بل كان يشير أيضاً إلى الخصوبة والنماء.

ومن المواد الملونة السوداء black pigments التي استخدمت لأغراض التلوين سواء على مسطحات الكتابة النسجية أو الورقية هي أسود المصباح lamp black واسود

الفحم النباتي charcoal black والتي يرجع استخدامها إلى ٢٥٠٠ سنة ق.م، وقد أشار Laurie إلى أن أسود المصباح هو مادة اللون الأسود الأساسية التي وجدت في لوحات ألوان فناني إيران (الصورة رقم ٢٥).

(١ , ٢ , ٢) أسود المصباح أو السناج Lamp or soot black

ويتكون أسود السناج soot أساساً من الكربون، وقد أمكن الحصول عليه بعدة طرق وذلك عن طريق حرق الزيوت والراتنجات الطبيعية كالقلفونية وشمع عسل النحل واستقبال الهباب أو السناج المتصاعد على سطح مصقول بحيث يمكن كشط الهباب من عليه واستخدامه كمادة ملونة سوداء بعد خلطه بوسيط لوني مناسب.

ويمكن تحضير المادة الملونة أيضاً عن طريق تجميع الهباب المتكون على أسطح أوعية طهي الطعام أو جدران الأفران المبنية بالطوب اللبن أو الأجر، ويتم خلطه بالوسيط المناسب عند التلوين.

ومن مميزاته درجة نقائه العالية إذ إنه يتكون من كربون نقي تصل نسبته إلى ٩٩٪، ويتميز أيضاً بحبيبات لونية دقيقة ومتجانسة وبذلك تكون لها خاصية الالتصاق والتماسك الجيد مع بعضها البعض وبالمسطح المطبق عليه.

(٢ , ٢ , ٢) أسود الفحم النباتي Charcoal black

يعد الفحم النباتي charcoal المصدر الثاني للون الأسود والذي استخدم منذ عصور ما قبل الأسرات وأيضاً خلال العصور التاريخية المختلفة، وقد تبين أن اللون الأسود الذي وجد عن قطعة من نسيج الكتان المغطى بطبقة من الجيس والتي يرجع تاريخها إلى بداية عصر الأسرات هو عبارة عن أسود الكربون.

وقد وجد لوري أن مادة اللون الأسود التي يرجع تاريخها إلى الأسرة التاسعة عشر هي عبارة عن مسحوق الفحم النباتي.

وكان يتم الحصول عليه عن طريق الحرق البطيء (التقطير الإتلافي) للأخشاب وخاصة فروع الأشجار الصغيرة داخل أفران مغلقة، وتعتبر أشجار الصفصاف أو الزيزفون من أفضل الأنواع للحصول على نوع جيد من أسود الفحم النباتي والذي يجب أن يغسل جيداً للتخلص من مادة البوتاس.

ومسحوق الفحم النباتي يعتبر أقل نقاوة من مسحوق السناج أو الهباب ويتميز أيضاً بحبيبات لونية كبيرة الحجم مقارنة بأسود السناج مما يتطلب استخدام وسيط قوي مثل الغراء الحيواني وذلك لربط حبيبات اللون مع بعضها البعض والتصاقها بسطح الكتابة.

وتمت الإشارة إلى استخدام الفحم النباتي كمادة للون الأسود في المخطوطات المصورة أكثر من استخدام أسود السناج والذي كان يستخدم كحبر أسود أكثر من استخدامه كمادة ملونة.

(٣, ٢) ملحق الصور

الصورة رقم (٢٠). مخطوطات كتبت بأحبار كربونية – من مكتبة جامعة الإسكندرية، مصر، تصوير المؤلف

الصورة رقم (٢١). مخطوطات كتبت بأحبار كربونية -من مكتبة جامعة الإسكندرية، مصر، تصوير المؤلف

الصورة رقم (٢٢). مخطوطات كتبت بحبر حديدي – من مكتبة جامعة الإسكندرية، مصر، تصوير المؤلف.

الصورة رقم (٢٣). مخطوطات كتبت بحبر حديدي – من مكتبة جامعة الإسكندرية، مصر، تصوير المؤلف.

الصورة رقم (٢٤). نماذج لأحبار الأختام، مخطوطات محفوظة في المكتبة المركزية، جامعة القاهرة، مصر، تصوير المؤلف.

الصورة رقم (٢٥). مخطوطات بها صور ملونة باللون الأسود، مخطوطات محفوظة في المكتبة المركزية، جامعة القاهرة، مصر، تصوير المؤلف.