الباب الثانى

التقادم الزمنى والمخطوط

الفصل الأول
مفهوم التقادم الزمنى
Aging

تتكون جميع الماديات فى الحياة من عناصر ثلاثة أساسية، الكربون c والأيدروجين H والأكسجين O مع اختلاف طبيعة تواجدها بين مواد صلبة Solid أو سائلة Liquid أو غازية Gaseous، ومن هذه العناصر الثلاثة تتكون المواد الكربوهيدراتية التى تتحول إلى مواد بروتينية ودهنية، عن طريق تفاعلات كيميائية خاصة تحدث خلال الوسط والعوامل المحيطة بها، ولو نظرنا إلى موقع المخطوطات بين هذه العناصر، لوجدناها تتكون من مواد كربوهيدراتية (سليولوز) ممثلة فى الورق والبرديات، ومواد بروتينية ممثلة فى الجلود والرقوق والبارشمنت، والتى تتعرض بدورها إلى الكثير من العوامل البيئية، كالتلوث الجوى الغازى وتغيرات الحرارة والرطوبة والإضاءة والإشعاعات بالإضافة إلى ما يحمله الهواء من جراثيم القطريات وبويضات الحشرات.

هذه العوامل مجتمعة تتفاعل فيما بينها مع مكونات المخطوط، تاركة عليه بصمات وإصابات واضحة يمكن تسميتها ببصمات الزمن وهذه البصمات نذكر اعراضها فى ما يلى:-

١- جفاف الأوراق وتقصف أحرفها.

٢- انتشار الثقوب والقطوع على هوامش ونصوص المخطوط.

٣- انتشار البقع اللونية الكيميائية والبيولوجية على الصفحات المكتوبة وجلود الأغلفة.

٤- التصاق الصفحات وتحجر المخطوطات.

٥- تآكل الأوراق تحت أحرف الكتابة.

٦ـ بهتان لون الأحبار ومواد الكتابة.

٧ـ التواء وانكماش الجلود والرقوق المكتوبة.

٨ـ تفتت وهشاشية الكعب والأغلفة الجانبية .

٩ـ تصلب الأغلفة الخارجية وتمزق مفاصلها.

ومن هذه الأعراض نرى أن التقادم الزمنى لا يعنى الزمن حرفياً، بل يعنى محصلة تأثير عوامل بيولوجية وطبيعية وكيميائية تتفاعل مع مادة المخطوط، وتؤدى فى النهاية إلى مثل هذه الإصابات، وفى السطور التالية نوضح شرحاً لهذه العوامل وكيفية تأثير كل منها على المخطوط.

أولا: العوامل الكيميائية Chemical Agents

أ. التلوث الهوائى Air Pollution

مشكلة تلوث البيئة ليست مشكلة جديدة أو طارئة بالنسبة للإنسان، وإنما الجديد فيها هو زيادة شدة التلوث، كماً وكيفاً، فى عصرنا الحاضر، مما دعا العلماء والمفكرين إلى العمل على الحد من التلوث وعلاج وحماية صحة البيئة.

والمقصود بتلوث البيئة كل التغيرات فى الأحوال البيئية بصورة غير مرغوب فيها، تغيراً جزئياً أو كلياً بفعل النشاط الإنساني، فقد نتج عن هذا النشاط تعرض البيئة العالمية خلال النصف الثاني من القرن العشرين لقدر من التلوث يفوق ما أصابها عبر تاريخها الطويل، وأدى ذلك إلى حدوث تغيرات كيميائية وحيوية فى مكونات الغلاف الأحيائي كله.

وليست كل الملوثات من صنع الإنسان، فكثير منها موجود أصلاً فى البيئة الطبيعية، أو تضاف إلى البيئة بفعل العمليات الجيولوجية كالبراكين والزلازل على سبيل المثال.

وقد بدأ التلوث كمشكلة هامة تشغل عقول العلماء، مع بداية الثورة الصناعية واستخدام الوقود والآلة وانتشار الحشرات والمبيدات وإزدياد عدد السكان، وما تبع ذلك من حروب وانتشار للأسلحة الذرية منذ بداية منتصف القرن العشرين، ففى العصور الأولى كان الإنسان بدائياً فى حياته، يعتمد على ما توفره له الطبيعة من

مصادر للطاقة ومن غذاء طازج، ومع التقدم الحضارى الذى لازم الزيادة السكانية، تحول الإنسان إلى الصناعة، واستخدام الفحم والزيوت كمصادر للطاقة والحركة، دون أن يضع فى الاعتبار ما يحميه من ملوثاتها الغازية والحرارية التى تملأ الجو المحيط بحياته، وأهم هذه الملوثات، الملوثات الكبريتية والنيتروجينية والهالوجينية بالإضافة إلى الأدخنة والغبار.

وتزداد خطورة هذه الملوثات مع سهولة انتقالها مع الهواء من مكان إلى آخر، خاصة أن سرعة انتشار هذه الملوثات تزيد كلما قلت كثافتها وزاد حجمها، وهذا هو الحال فى المناطق الصناعية. والمخطوطات أشد الماديات تأثراً بهذه الملوثات وفيما يلى أهم هذه الملوثات الكيميائية.

غاز ثانى أكسيد الكبريت Sulphur Dioxide

غاز ثانى أكسيد الكبريت SO_2 له رائحة مميزة يمكن أن تؤدى إلى الإغماء إن زاد تركيزه عن ٦٠٠ ميكروجرام/ م^3، ويتكون الغاز أثناء احتراق الفحم والوقود وحركة السيارات، وهو أكثر الغازات ضرراً للأوراق، إذ بانتشاره مع الهواء تمتصه صفحات المخطوط، وفى وجود الرطوبة المرتفعة يتحد الغاز مع بخار الماء، ويكون حامض الكبريتوز، الذى يتحول بدوره إلى حمض الكبريتيك المدمر للأوراق والجلود فى آن واحد.

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

حمض الكبريتوز ⟵ ماء + أكسد الكبريت

$$2\ H_2SO_3 + O_2 \longrightarrow 2\ H_2SO_4$$

حمض الكبريتيك ⟵ أكسجين + حمض الكبريتوز

ويكفى أن نعلم أن ثلاثة أطنان من هذا الغاز تتكون نتيجة احتراق مائة طن من الفحم. وهذا يدل على مدى خطورة حجم الغاز الناتج من احتراق الفحم، وبالتالى خطورته على تدمير المخطوطات. وإن كان هذا الغاز مصدراً أساسياً للحموضة فى الأوراق، فهناك بعض المصادر الأخرى تذكر منها:

أ ـ الأحبار الحديدية التى تحتوى على كبريتات الحديدور فى تركيبها الأساسى، حيث تتفاعل مع رطوبة الجو وتكون حامض الكبريتيك.

ب ـ اللجنين الموجود فى الأوراق يعتبر حمضا عضوياً يتفاعل مع الضوء ويعطى نواتج حمضية متلفة للأوراق.

جـ ـ كبريتات الألمونيوم (الشبه) التى تضاف أثناء صناعة الورق بهدف ضم وتقوية الألياف، تتفاعل مع الرطوبة وتكون حامض الكبريتيك كما فى المعادلة.

$$AL_2(SO_4)_3 + 3\,H_2O \longrightarrow 2\,AL(OH)_3 + H_2SO4$$

ح ـ كربيتيك + أيدروكسيد ألمونيوم ⟵ ماء + كبريتات ألمونيوم

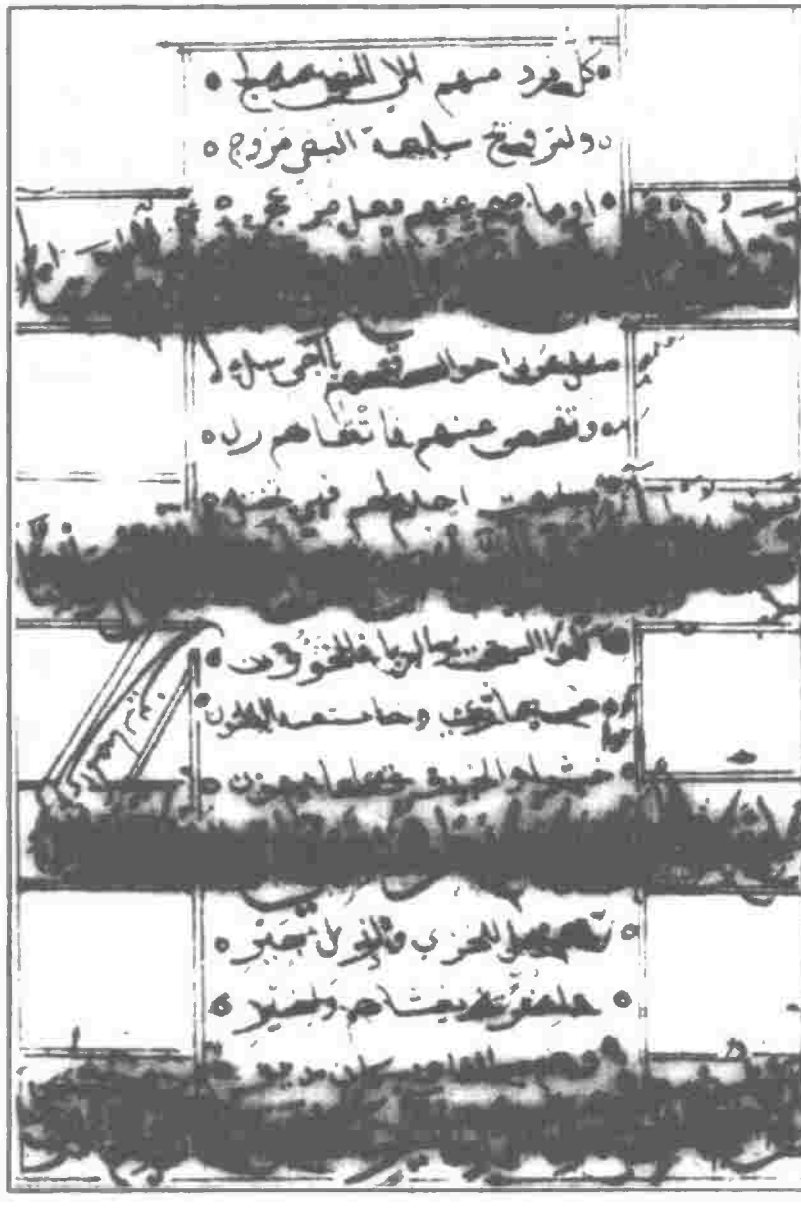
د ـ استخدام الإنسان لمواد التبييض Bleachers لتبييض لب الورق، وغالبيتها مواد منتجة للكلور الذرى يؤدى إلى تحول بقاياها إلى حمض الأيدروكلوريك الضار.

هـ ـ أكاسيد النيتروجين التى تمتصها الأوراق تتحول لحمض النيتريك المتلف للأوراق.

ويبين الشكل (٧) صفحة من المخطط رقم ٩١٦ بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية ويظهر فيها بوضوح احتراق وتكسر الأوراق تحت أحرف الكتابة مباشرة فى السطور الأربعة الكبيرة لزيادة تركيز الحبر الحديدى فيها، فى حين أن باقى السطور لم يظهر عليها أعراض الحموضة بعد لقلة تركيز أحبار كتابتها حيث أنها مكتوبة بسن رفيع. وتزداد خطورة الحموضة بقدرتها على الهجرة Migration من حيث تكونت إلى باقى الصفحات مسببة بذلك الضرر الشامل للمخطوط.

٢.كبريتيد الهيدروجين Hydrogen Sulphide

وهذا الغاز H_2S أقل خطورة من ثانى أكسيد الكبريت ويتكون نتيجة للنشاط الصناعى والنشاط الفسيولوجى للكائنات الحية، وأيضاً نتيجة لتحلل المطاط الموجود كعازل فى الشبابيك والأرفف والأرضيات. وتقتصر خطورة هذا الغاز فى تفاعله مع فلزات العناصر الداخلة فى زخرفيات بعض المخطوطات ـ فيما عدا الذهب ـ مكوناً كبريتيدات هذه الفلزات ذات اللون الأسود.



شكل (٧)

يبين احتراق الورق تحت أحرف الكتابة مباشرة فى المخطوط رقم ٩١٦ بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية وذلك بتأثير الحموضة المتكونة من الحبر الحديدى المكتوبة به السطور

٣.الأكاسيد النيتروجينية Nitrogen Oxides

وأهم هذه الأكاسيد، أكسيد النيتروجين No وفوق أكسيد النيتروجين N_2O وتعتبر هذه الأكاسيد مصدرا آخر للحموضة فى الورق، حيث يتأكسد أوكسيد النيتروجين إلى فوق أكسيد النيتروجين الذى يتحول بدوره إلى حامض نيتريك HNO_3 وينطلق أكسجين ذرى O يتحد مع أكسجين الهواء مكونا غاز الأوزون O_3 ، والحامض المتكون له آثار ضارة على الأوراق والأحبار، كما يسبب فوق أكسيد النيتروجين بقعاً سوداء على أفلام الميكروفيلم Photo Chemical Smog .

٤.غاز الأوزون O_3

غاز الأوزون من العناصر القليلة الانتشار ولكنه أكثر خطورة على المركبات العضوية كسليولوز الأوراق، حيث يعمل على تكسير الروابط بين ذرات الكربون المكونة للمواد السليولوزية ويتكون هذا الغاز نتيجة تفاعل الأكاسيد النيتروجينية الناتجة من عوادم السيارات مع أشعة الشمس.

٥.الأدخنة Smokes

والأدخنة عبارة عن نواتج الاحتراق غير الكامل لأى مادة وتأتى خطورتها من سرعة انتشارها وصعوبة التحكم فيه، حيث تتخلل أرفف المخازن وأوراق المخطوطات، ويرسب ما بها من مواد عالقة فوق الصفحات مسببة تبقعها، كما تحدث تفاعلات غير مرغوبة مع صفحات المخطوط.

ويمكن معرفة تركيز الأدخنة فى الجو بقياس السواد Blackness الذى يظهر على ورقة ترشيح عرضت لهواء المكان المطلوب معرفة تركيز الأدخنة فيه، وذلك بوضعها بعد التعريض فى جهاز خاص بقراءة تركيز الأدخنة Photo Electric Smoke Reader الذى يعطى درجة انعكاس ضوئى لهذه الورقة. والدرجة المتحصل عليها من الجهاز تقارن بدرجة انعكاس ضوئى لورقة ترشيح أخرى من نفس النوع ولم تعرض لمصدر التلوث كسابقتها، ومقدار النقص بين درجتى الانعكاس يتناسب طردياً مع درجة السواد الواقع على ورقة الترشيح، التى عرضت لمصدر الأدخنة (الجو) وبالتالى مع تركيز الدخان فى الهواء. وقد وجد عملياً أن

درجة انعكاس الضوء من ورقة ترشيح المقارنة (التى لم تعرّض) تصل إلى ٨٥٪ ومن الطبيعى فإن الضوء المنعكس من الورقة التى عرّضت لهواء المكان المطلوب معرفة تركيز الأدخنة فيه سيكون أقل من ٨٥٪، هذا النقص يتناسب مع تركيز ما امتصته من الأدخنة. وتفيد ورقة الترشيح هنا فى معرفة تركيز الدخان كما أنه أيضاً يمكن تحليل الرواسب التى عليها كيميائياً لمعرفة كمية ونوعية باقى العناصر الملوثة للجو.

٦.الهالوجينات Halogens

تشمل الهالوجينات الكلور والفلور والبروم واليود، وما يهمنا منها الكلور والفلور لما لهما من تأثير ضار على الأوراق والأحبار، فقد وجد أن الفحم يحتوى على أكثر من ٠,٧٪ من الكلورين Chlorine ، ٠,٠١٪ من الفلورين Fluorine وسرعان ما تنتشر فى الجو أثناء عملية الاحتراق وتكون حمض الأيدروكلوريك HcL وفلوريد الأيدروجين HF وكلاهما من المواد الضارة للمخطوط.

٧.الغبار والأتربة Dust

ويقصد بها الحبيبات الصغيرة Particles التى يقل قطرها عن ٧٦ ميكرون، ويحملها الهواء فى صورة غبار أو رماد خفيف Ash حيث تلتصق على جلود المخطوطات وتنتشر بين الصفحات حاملة معها جراثيم الفطريات وبويضات الحشرات، التى سرعان ما تنمو وتصيب المخطوطات إذا ما توفرت الرطوبة والحرارة اللازمة لنموها، هذا بالإضافة إلى احتواء هذه الأتربة على آثار من العناصر المعدنية كالحديد مثلا والذى يلعب دوراً فى انتشار البقع الكيميائية الصفراء أو البنية بتأكسده إلى أيدروكسيد الحديديك عند توفر الرطوبة.

آثار حديد $\xleftarrow[\text{جوية}]{\text{رطوبة}}$ أيدروكسيد حديديك (بقع صفراء وبنية)

ولا يقتصر دور هذه الغازات والأتربة على تكوين الحموضة فى الأوراق، أو تكسير الوصلات الكربونية فى السليولوز أو انتشار البقع الكيميائية بين الصفحات،

بل يمتد أيضا إلى التأثير الضار على أحبار الكتابة وبعض الخواص الطبيعية للأوراق. فقد أجريت دراسة ميدانية فى القاهرة لمعرفة تأثير ملوثات جوها على درجة نصاعة الأوراق Paper Brightness ومقاومتها للثنى Folding Resistance وأيضا ثبات لون الأحبار Colour Fading وكمية حمض الكبريتيك الممتص داخل الأوراق. واستخدمت للدراسة أوراق راكتا ٦٠جم/ م٢، ٧٠جم/ م٢، ٨٠جم/ م٢، وأوراق الجرائد المعروفة بالستانيه Satanea، واختيرت بعض الأحبار الشائعة الاستعمال (Doris) لمعرفة تأثير الملوثات الجوية على ثباته اللونى، وأجريت القياسات فى منطقتين متباينتين فى درجة التلوث، الأولى بشارع رمسيس ممثلة للمناطقة شديدة التلوث والثانية بكورنيش النيل عند الهيئة المصرية العامة للكتاب كمنطقة معتدلة التلوث، وقيست درجة نصاعة الأوراق وعتامة الأحبار أسبوعياً، فى حين أن مقاومة الثنى وكمية حمض الكبريتيك الممتص داخل الأوراق قيست فى بداية ونهاية فترة الدراسة.

أوضحت النتائج أن الملوثات الجوية فى القاهرة لها تأثير متلق للأوراق والأحبار، ويتوقف هذا التلف على مستوى التلوث وزمن التعرض وعلى نوع من الأوراق المعرضة له، ومن الشكل (٨) نرى أثر مستوى التلوث وزمن التعرض على نصاعة الأوراق المختلفة.

وعلى سبيل المثال نجد أن ورق الجرائد قلت درجة نصاعته Loss of Brightness بمقدار عشر درجات خلال الشهر الأول، ثم انخفض النقص بعد ذلك ليصبح ٢,٥ درجة خلال عشرة الأسابيع التالية، فى حين أن ورق الراكتا كانت درجة النقص فى نصاعته ثابتة خلال فترة التجربة، وإن اختلفت حسب وزن هذا الورق فبينما بلغت درجة النقص درجتين شهرياً فى حالة ورق راكتا ٨٠جم/ م٢ كانت أربع درجات فى حالة الورق وزن الـ ٦٠جم/ م٢.

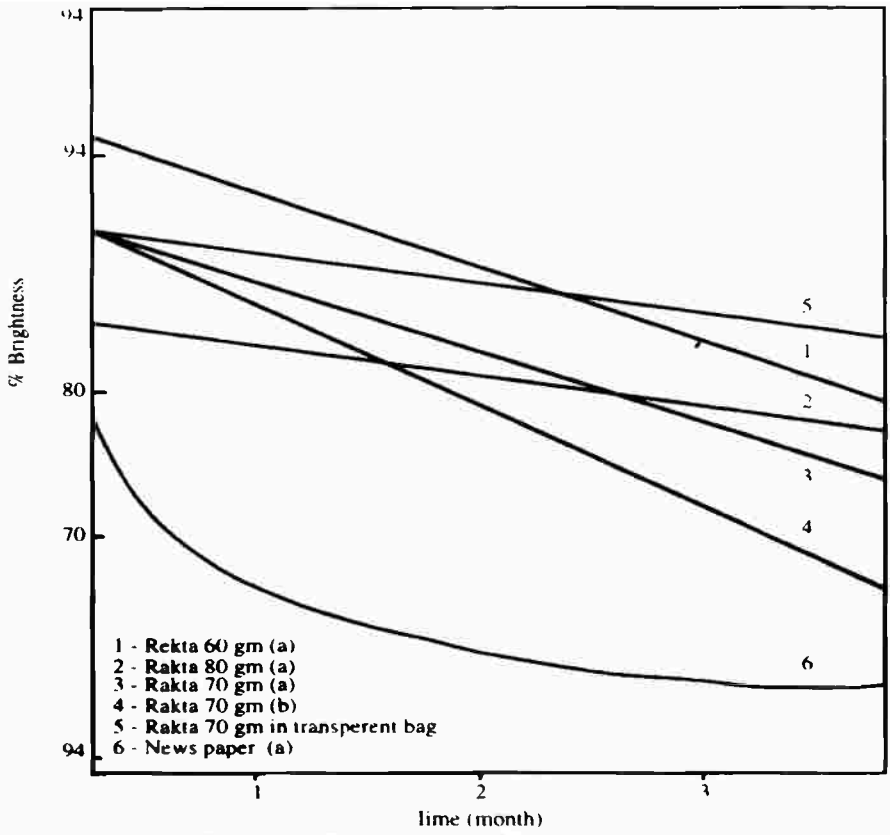


FIG (8) THE EFFECT OF EXPOSURE TIME AND PLACE ON BRIGHTNESS OF PAPER. (b) CITY CENTRE. (a) GEEO

شكل (٨) يوضح مدى تأثر نصاعة الأوراق بزمن التعرض للملوثات الجوية ومستوى هذا التلوث

أما عن مستوى التلوث (مكان التعرض) فقد بلغت درجة فقد النصاعة للأوراق المعرضة فى وسط المدينة ١٩ درجة في حين أنها كانت ١٤ درجة لعينة ورق مشابهة عند تعريضها على الكورنيش، وهذه النتائج تتمشى مع قياسات التلوث كلا المنطقتين التى نراها فى **Table (1)** .

Pollutant	City Centre	Nile Bank	Indoor/ Outdoor
Sulfur Dioxide	1	0.06	0.75
Smoke	1	0.75	0.65

Table (1) Relative air Pollution concentration of sites of exposure

ومن هـذا الجدول يتضـح الفارق فى تـركيز الملـوثات بيـن وسط المدينـة (شارع رمسيس) وشاطىء النيل (عند الهيئة العامة للكتاب).

وقد كان أيضا لـطريقة تعرض الأوراق للمـلوثات دور فى مدى تأثرها وتـلفها، حيث اختلـف مقدار النقص فى درجة النصـاعة مع طريقة التعرض لـلملوثات، إن كان تعرضا مباشرا Sunshine أو غير مباشر، وهذا ما يؤكده الشكل (٩).

ومن الشكل نجد أن الوراق المعرضة للتـلوث بطريقة غير مباشرة Indoor (بعيدا عن ضوء الشمس المباشر) أقل تأثراً مـن الأوراق المعرضة بطريقة مباشرة Outdoor وهذا يرتبط أيـضا بتركيز الملوثات داخل وخـارج المكان الواحد Indoor/Outdoor والتى توضحها Table (1) السابقة، أما فى حالة الأوراق المحفوظة فى مكان معزول ومحكم الـغلق Dark Sealed Place فلم تتأثر درجة نصاعتهـا نهائياً بجو القاهرة. كما وجد أن قياسات عتامة الأحبار ودرجة النصاعة ومقاومة الثنى فى الأوراق تحت الدراسـة، ارتبـطت أيـضا بـتركـيز الملـوثات الحـامضـية كـما نـرى فى **Table (2)** وشكل(٩).

Quality	City Centre	Out of City Centre (G.E.B.O.)	Inside (G.E.B.O.)
Loss of Brightness %	21.8	13.7	8.5
Loss of Folding Resistance %	19	10	
Sulphuric Acid Content %	1.1	0.7	0.4

Table (2) Effect of Cairo's air on some Paper qualities after 15 weeks of

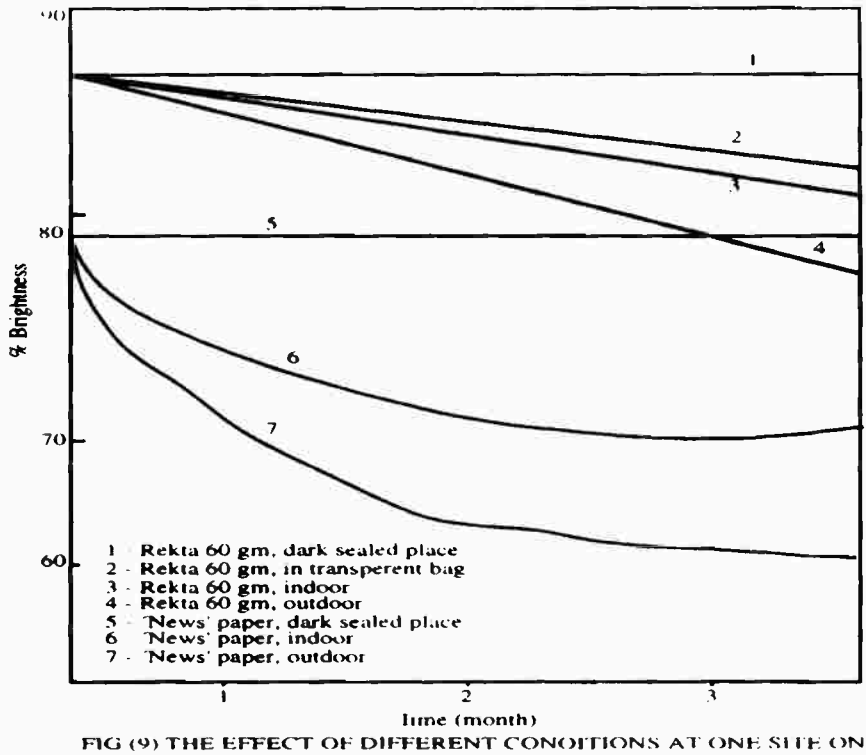
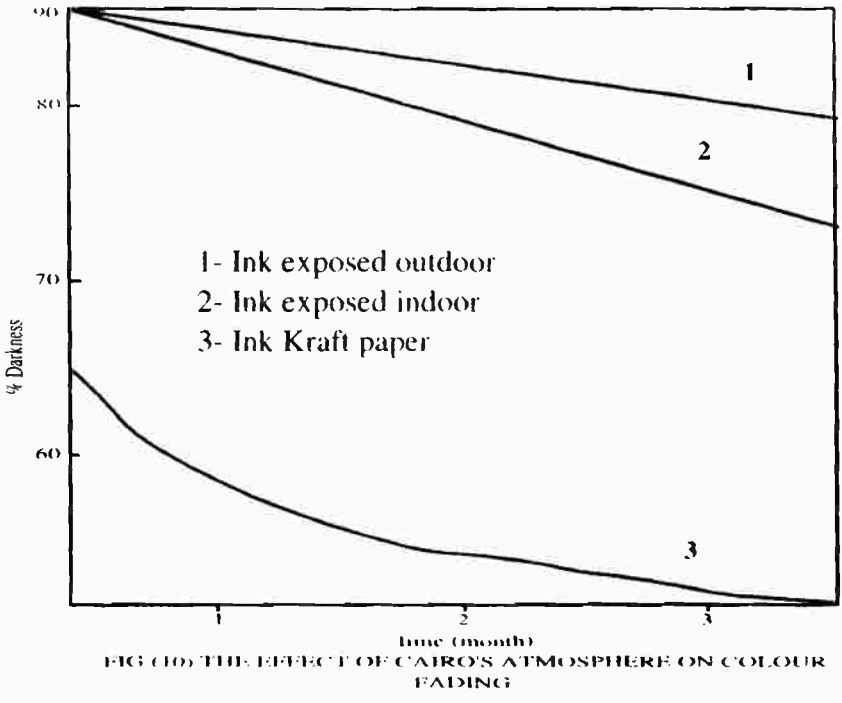


FIG (9) THE EFFECT OF DIFFERENT CONDITIONS AT ONE SITE ON BRIGHTNESS OF PAPER

شكل (٩) يبين أثر التعرض المباشر للملوثات على نصاعة الأوراق

ومن الجدول يتضح أن الفقد فى درجة النصاعة زاد من ٥ , ٨٪ داخل مبنى الهيئة العامة للكتاب إلى ٧ , ١٣٪ خارج مبنى الهيئة العامة للكتاب إلى ٨ , ٢١٪ فى وسط المدينة (شارع رمسيس)، موائما فى ذلك زيادة النقص فى درجة مقاومة الأوراق للثنى التى زادت من ١٠٪ على الكورنيش (خارج الهيئة) إلى ١٩٪ فى وسط المدينة وهذه الزيادة تتمشى مع الزيادة فى المحتوى الحامضى للهواد من ٤ , داخل الهيئة إلى ٧ , خارج الهيئة إلى ١ , ١ فى وسط المدينة، وكان لهذا أثر واضح فى بهتان لون الأحبار كما نرى فى الشكل (١٠) ومن هذا الشكل نرى مدى نقص ثبات لون الحبر مع طول فترة التعرض للملوثات، ومن هذه النتائج يمكن التأكيد على مدى التأثير المتلف للملوثات الجوية الغازية والحامضية على أحبار الكتابة والخصائص الطبيعية للأوراق التى تحكم استدامتها ومقاومتها لتأثير مثل هذه الملوثات الضارة.



شكل (١٠) يبين أثر ملوثات جو القاهرة على لون الأحبار المكتوبة

ثانيا: العوامل الطبيعية Physical Agents

وتشمل العوامل الطبيعية التغيرات المناخية Variable Weather Conditions من فصل إلى فصل ومن يوم إلى آخر، وما تحدثه هذه التغيرات من اختلاف فى درجة الحرارة ونسبة الرطوبة، والإضاءة المرئية وغير المرئية وما يصاحبها من إشعاعات ضوئية، وتلعب هذه العوامل دورا واضحاً فى التأثير المتلف على المخطوطات، هذا إن لم يوضع فى الاعتبار التحكم فيها إلى حدود الأمان، وفى السطور التالية نرى كيف تتلف هذه العوامل التراث المخطوط.

١. الحرارة والرطوبة Temperature and Humidity

والرطوبة عاملان مترابطان ترابطاً كمياً ونوعياً، فالتغير فى درجة الحرارة يتبعه بالتالى تغير فى الرطوبة، ولذا يصعب الفصل بين هذين العاملين، فالحديث عن أى منهما يتبعه بالضرورة الإشارة إلى العامل الآخر، وإذا تتبعنا دورهما مع المخطوطات

استطعنا القول إنهما أولى العوامل المؤثرة على المخطوط، والمقصود بالرطوبة هنا، كمية بخار الماء الموجود فى الجو عند درجة حرارة معينة، ولكن التعبير عن هذه الكمية من بخار الماء لا يجب أن يكون تعبيرًا مطلقاً، وإنما تنسب كمية بخار الماء الموجودة فى الهواء فى درجة حرارة معينة إلى ما يمكن أن يحمله الهواء من بخار الماء، فى نفس درجة الحرارة مضروبا فى ١٠٠ لنحصل على الرطوبية النسبية فى الهواء Relative Humidity (R.H) .

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{كمية بخار الماء الموجودة فى حجم معين من الهواء عند درجة حرارة معينة}}{\text{كمية بخار الماء التى يمكن أن يحملها نفس الحجم فى نفس درجة الحرارة}} \times ١٠٠$$

وهذا يعنى إذا كان الجو مشبعاً تماماً ببخار الماد، فإن الرطوبة النسبية تكون ١٠٠٪ مهما اختلفت درجة الحرارة، والعكس لو كان الهواء جافاً تماماً تكون الرطوبة النسبية صفر٪ مهما اختلفت درجة الحرارة.

فالرطوبة النسبية تبين مدى تشبع الجو ببخار الماء، فعلى سبيلى المثال إذا كانت الرطوبة النسبية لمنطقة ما ٦٠٪ فهذا يعنى أن بخار الماء الموجود فى هذه المنطقة يقدر بـ ٦٠٪ من كمية بخار الماء اللازمة لتشبع جوها، أما إن كانت الرطوبة النسبية ١٠٠٪ فهذا يعنى أن الجو مشبع ببخار الماء ولا يتحمل أى كمية أخرى فى نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة.

أ. خطورة ارتفاع الرطوبة النسبية على المخطوطات

١ـ ألياف السليلوز تمتص بخار الماء وتنتفخ مسببة تشوهاً فى شكل المخطوط وضعفا فى خواص الورق.

٢ـ ارتفاع نسبة الرطوبة يساعد على تكوين البقع الترابية المائية نتيجة لترسيب الأتربة والغبار على صفحات وجلود المخطوطات مما يؤدى إلى إنتشار البقع على الهوامش وفوق النصوص المكتوبة، وهذا بلا شك يشوه شكل المخطوط ويجعل من الصعب قراءة النص.

٣ـ كما أشرنا فى التلوث الهوائى فإن زيادة نسبة بخار الماء تساعد على تكوين الحموضة فى الأوراق وذلك بتحويله لغاز ثانى أكسيد الكبريت إى حمض كبريتيك، كذلك يساعد بخار الماء على تكوين البقع الصفراء والبنية وذلك بتكوينه لأيدركسيد الحديديك فى حالة وجود آثار من الحديد فى الغبار المترسب على المخطوطات أو حتى الموجود فى بعض نوعيات الأحبار.

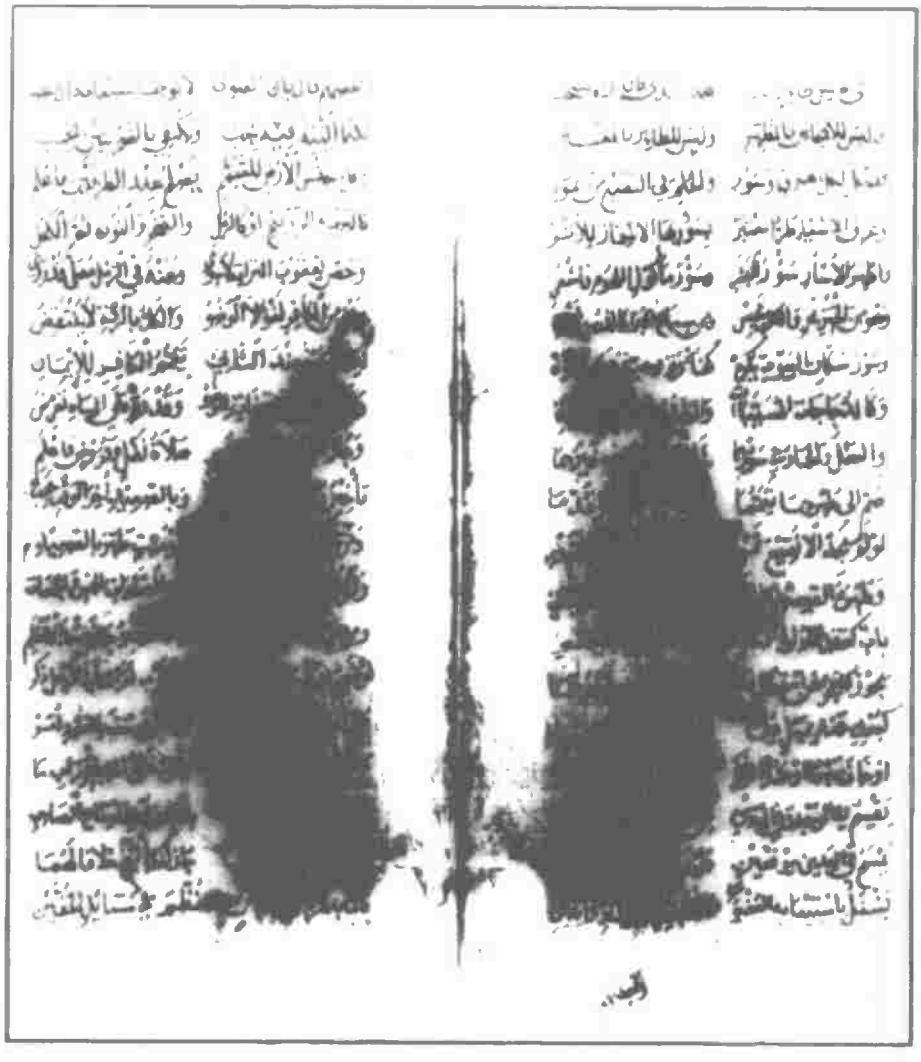
٤ـ إرتفاع نسبة الرطوبة يعتبر وسطاً مناسباً لنمو جراثيم الكائنات الدقيقة من فطريات وبكتريا التى تتغذى على مركبات المخطوط العضوية السليولوزية والبروتينية، كما تفرز هذه الكائنات مواد لزجه فى صورة بقع ملونة Coloured Spots تنتشر فى كل المخطوط، وقد تؤدى إلى تماسك الصفحات وتحجر المخطوط.

٥ـ تنمو الحشرات وتتكاثر العذارى واليرقات إذا ما توفرت الرطوبة الكافية ويؤدى ذلك إلى انتشار الثقوب والقطوع بين الهوامش والنصوص بدرجة قد تؤدى إلى تآكل النص تآكلاً كاملاً.

٦ـ إرتفاع نسبة الرطوبة يعمل على كرمشة والتواء جلود المخطوطات، خاصة إذا تلاه ارتفاع مفاجىء فى درجة الحرارة.

ولا يقتصر حدوث مثل هذه الأصابات للمخطوطات على الرطوبة الجوية فقط، فقد تأخذ الرطوبة شكل قطرات ماء متساقطة من شقوق سقف المكتبة (أو المخزن) أو تتسرب من الجدران وتصل إلى المخطوطات حيثما وجدت، وهنا تكون الأصابة أشد خطراً، حيث تعطى الفرصة لحدوث أكثر أنواع الأصابات السابقة فى المخطوط، ويبين الشكل (١١) صفحة مخطوط تسربت إليه الرطوبة وأدب إلى تغطية جزء كبير من النص ببقعة ترابية كيميائية تعرف بالـ Water Spot Marks.

وكما أن لارتفاع نسبة الرطوبة أثر متلف على المخطوطات فإن انخفاضها أيضاً يعنى الجفاف، وهذا الجفاف يفقد الورق محتواه المائى ويصبح هشا قابلا للكسر عند ثنيه، كما يؤدى إلى جفاف الجلود وتصلب والتواء أحرفها.



شكل (١١) يبين إحدى البقع الترابية الكيميائية المائية فى المخطوط

رقم ٨٩ بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

ب.تأثيرة الحرارة Effect of Temperature

يسبب ارتفاع درجة الحرارة الكثير من المشاكل لمكونات المخطوط سواء أوراقه أو جلوده أو اللواصق المستخدمة فى تجليده، ويمتد هذا الضرر أيضا إلى الميكروفيلم المصور عليه المخطوط، وفيما يلى أهم مشاكل ارتفاع درجة الحرارة:

١ـ ارتفاع درجة الحرارة يؤدى إلى تسهيل التفاعلات الكيميائية المتلفة للورق والجلود مثل تفاعلات التلوث.

٢ـ ارتفاع درجة الحرارة يفقد المخطوط محتواه المائى وتصاب الأوراق بالجفاف والإصفرار وسهولة الكسر كما أن العجائن اللاصقة للكعوب وأغلفة الكتب تتصلب وتتلف وتحدث تشوهات شكلية للمخطوط.

٣ـ هناك بعض الكائنات الدقيقة محبة لارتفاع الحرارة Thermophilic Microorganisms ومتخصصة فى تحليل السليولوز والجلود فى مثل هذه الحرارة المرتفعة، وهذا يساعدها بلا شك على نشاطها واتلافها للمخطوطات.

٤ـ الطبقة الجيلاتينية المغطاة لأفلام الميكروفيلم تصبح لزجة نتيجة لارتفاع الحرارة ويؤدى ذلك إلى التصاق الأفلام وتشويه النص المصور عليها.

٥ـ إرتفاع الحرارة يؤدى إلى حدوث تقادم صناعى Artificial Aging للمخطوط، أى يؤدى إلى سرعة تدهوره وإعطائه عمراً زمنياً أكثر من عمره الحقيقى.

وهكذا نجد أن الزيادة أو النقص فى نسبة الرطوبة أو درجة الحرارة عن الحدود المثالية Optimum Range لحفظ المخطوطات والتى سنتكلم عنها فى الباب الثالث، يؤدى إلى تدهور المخطوط بدرجة لا تقل عن الأثر السيء الذى يحدثه التلوث الجوى الغازى.

٢.الضوء Light

الضوء من العوامل الهامة التى تلعب دوراً فى إتلاف المخطوطات، ولكن تأثيره على المخطوط ليس بدرجة تأثير الملوثات الغازية، أو التغيرات الحرارية السابق الحديث عنها، ويظهر أثر الضوء على المخطوط فى جانبين:

أ ـ جانب غير مباشر بأعتباره مصدراً حرارياً يساعد على ارتفاع درجة الحرارة وبالتالى يساعد على ظهور الأعراض التى تحدثها الحرارة المرتفعة.

ب ـ جانب مباشر ويظهر تأثيره فى ثلاث نقاط:

١ـ الأكسدة الضوئية Photo Oxidation.

حيث يتفاعل الضوء مع شوائب الورق كاللجنين فى صورة أكسدة ضوئية تؤدى إلى ظهور البقع الصفراء البنية فى أماكن التعرض للضوء.

٢ـ الموجات القصيرة من الضوء (غير المرئية) كالأشعة البنفسجية وفوق البنفسيجة Ultra Violet (طول موجتها ٣٠٠٠ - ٤٠٠٠ أنجستروم) تعمل على اضمحلال لون الأحبار خاصة الأحبار الحديدية والصبغية.

٣ - يساعد الضوء على تكسير جزيئات السليولوز بتفاعله كيميائياً Photo Chemical مع بعض الشوائب التى توجد فى الورق كالأحماض العضوية واللجنين والأصماغ معطياً نواتج ثانوية تؤدى إلى تكسير جزيئات السليولوز وبالتالي ضعف الأوراق. عموما تحدث كل هذه الأضرار نتيجة تعرض المخطوط للضوء سواء كان مباشراً أو غير مباشر، طبيعياً أو صناعياً، وإن كانت هناك اختلافات فى مدى التأثر بين طرق التعريض وزمنه، وأيضا إلى حساسية الجزء المعرض للضوء من جلد أو ورق. إلا أنه يمكن القول أنه كلما كانت الموجات الضوئية أقصر طولا فى موجاتها كانت أكثر ضرراً على المخطوط، خاصة على أحبار الكتابة، وخطورة تعرض المخطوطات لموجات الضوء تكمن فى أن أعراض الإصابة التى يحدثها الضوء كلها أعراض غير عكسية، أى لا يمكن علاجها إذا أصبحت أمراً واقعاً على المخطوط.

ثالثا: العوامل البيولوجية

وتشمل هذه العوامل دور الكائنات الحية فى التأثير على المخطوطات سواء كانت كائنات مرئية كالحشرات والقوارض أو كائنات دقيقة كالفطريات والبكتريا والاكتينوميسيتس، هذا بخلاف دور الإنسان فى إتلاف المخطوطات.

أ. دور الإنسان فى تلف المخطوط

يساهم الإنسان أحياناً فى التلف الذى يقع على المخطوطات، إما لعدم وعيه أو لتهاونه واستهتاره أثناء استعمال وتداول المخطوط. إلا أن هذا الدور يمكن التحكم فيه بشكل جيد، قياساً بإمكانية التحكم فى أى عامل آخر، وفيما يلى نذكر ما يمكن أن يساهم به الإنسان فى تلف المخطوط:

١ـ إضافة الأوساخ والبقع لصفحات المخطوط فى حالة استعمالها بأيد غير نظيفة وما ينتج عن هذه البقع والأوساخ من إصابة للمخطوط بالكثير من الكائنات الدقيقة وخاصة الفطريات المحللة للأوراق والجلود.

٢ـ إضافة علامات أثناء القراءة والاطلاع خاصة بأقلام الكوبيا التى يصعب إزالتها ويؤدى هذا إلى تشوه شكلى للنص المكتوب.

٣ـ ثنى أحرف بعض الصفحات للدلالة عى مواقف إنتهاء القراءة مما يساعد على كسر هذه الأحرف وفقدانها من المخطوط.

٤ـ الضغط على كعب المخطوط أثناء تصويره للحصول على صورة واضحة يؤدى إلى تفكك الملازم وتلف الكعب.

٥ـ أثناء تدخين الباحث أو القارىء يضيف نسبة من الحموضة تمتصها أوراق المخطوط وبالتالى تسبب هشاشيتها وسهولة كسرها.

٦ـ جهل أمين مخزن المخطوطات بطرق وضعها على الأرفف، كأن يضع المخطوطات ذات الجلود اللينة رأسيا مما يعمل على تقوسها وتلفها، وأيضا إهماله لمتابعة ضبط عوامل تكييف المخزن من حرارة ورطوبة وإضاءة، وهذا يؤدى إلى زيادة نسبة الإصابات.

٢.القوارض والمخطوطات Rodents and Manuscripts

تلعب القوارض دوراً شديد الخطورة فى ضياع وتآكل أوراق وجلود المخطوطات فمن اسمها نرى أنها كائنات ذات فم مسنن ومن أمثلتها الفئران والجرذان، ولها القدرة على قرض كل مكونات المخطوط ابتداء من الكعب إلى الأحرف إلى وسط الصفحات، وخطورة القوارض تكمن فى شراهتها فى قرض الورق بطريقة رأسية تمر بأكثر من ملزمة فى المخطوط، إن لم يكن كل الملازم تاركة مخلفاتها التى تعطى بقعا سوداء على ما تبقى من المخطوط.

وتنتشر القوارض فى شقوق أسقف وأرضيات وجدران المخازن والمكتبات المهملة، كما يمكن أن تختبئ بين المخطوطات نفسها؛ ولها القدرة الفائقة على الإحساس بالخطر والهروب بسرعة، كما أنها ذات مدى واسع لتحمل اختلافات

الحرارة والرطوبة والإضاءة وغير ذلك من العوامل، وهذا يزيد من خطورتها ويعطيها القدرة على الانتشار والتكيف تحت أى ظروف.

٣.الحشرات وتدهور المخطوطات

Insects and Manuscripts Deterioration

والحشرات كائنات صغيرة متعددة الأطوار، مختلفة الأشكال والأحجام منها ما يمكن رؤيته بالعين، ومنها ما يصعب رؤيته إلا بالاستعانة بالميكروسكوب والعدسات، وتتميز بقدرتها على التكاثر والانتشار حيثما وجدت المواد الغذائية والظروف المناسبة لفقس بويضاتها ونمو يرقاتها وعذاراها. وإذا نظرنا إلى المخطوط نجد أن تركيب مكوناته تشمل العناصر الغذائية لنمو الحشرات إذا ما توفرت العناصر الأخرى المشجعة لهذا النمو كالحرارة والرطوبة والإضاءة، ولا تتوفر هذه الظروف إلا فى مخازن المخطوطات المهملة أو المهجورة، وبالتالى يكثر بها الإصابات الحشرية. وعموما يمكن تقسيم الحشرات إلى قسمين من حيث ضررها للمخطوطات.

أ.حشرات سطحية الضرر Surface Insects

وهى الحشرات التى تتغذى على سطح الورق واللاصق النشوى فى أغلفة وكعوب المخطوطات، والطبقة الجيلاتينية لسطح الأفلام الميكروفيلمية، ومن أمثلة هذه الحشرات، السمك الفضى Silver Fish والصراصير Cockroaches وقمل الكتب Book Lice.

ب.حشرات حفارة للأنفاق Tunnelled Insects

وهى الحشرات التى تحفر أنفاقاً عميقة فى أكثر من ملزمة، قد تكون هذه الأنفاق فى شكل ثقوب مستديرة أو قطوع إسطوانية مختلفة الأشكال، وتلجأ الحشرات لحفر مثل هذه الأنفاق بهدف التغذية أولا وكمخبأ لها من أعداء حياتها ثانياً، ومثال هذه الحشرات، النمل الأبيض Termite ودود الكتب Book Worms ومعظم عائلات الأنوبيدى Anobiidae واللاكتيدى Lyctidae، وسواء كانت الحشرات سطحية الضرر، أو حفارة للأنفاق فإنها تؤدى إلى حدوث الإصابات التالية:

١ـ قرض لحواف الأوراق وكعوب المخطوطات.

٢ـ انتشار للثقوب والقطوع بين الصفحات وعلى الهوامش والنصوص بصورة قد تؤدى إلى ضياع النص وتشويه كامل للمخطوط.

٣ـ تنقل بعض الحشرات أنواعاً من الفطريات الضارة بحملها على جسمها وانتقالها بين صفحات المخطوط وبين المخطوطات الأخرى، وبذلك يتضاعف تلف المخطوط من الحشرة والفطر.

٤ـ مع نشاط الحشرات وتغذيتها على أوراق المخطوط Metabolism فإنها تنتج بعض الإفرازات التى تساعد على رفع درجة الحموضة أو القلوية، وقد تساعد على رفع نسبة الرطوبة، وهذا يؤدى بدوره إلى تغير خواص الأوراق ويعمل على تفتتها وفنائها.

٥ـ بعض الحشرات تترك بقايا مواد غذائية وفضلات إخراجية تسبب تبقعاً لسطح الأوراق والجلود.

ومن الطبيعى أن تختلف درجة إصابة المخطوط بهذه الإصابات، فقد يصاب بكلها أو بعضها. وهذا يرجع إلى ظروف تواجده وظروف تداوله وأثر هذه الظروف على وجود أنواع معينة من الحشرات التى لها القدرة على مواءمة هذه الظروف المحلية.

ولكل نوع من الحشرات أسلوب خاص وطريقة محددة فى حدوث الإصابة، والتغذيه على مكونات المخطوط، وهذا يساعد بلا شك على التعرف على نوع الحشرة من شكل وطبيعة الإصابة وقطر الثقوب ومدى انتظامها وانتشارها وتوزيع القطوع وأحجامها وعمقها، وإستقامتها أو تشعبها، وطبيعة حوافها حادة أم مشرشرة، وارتباط كل هذا بوجود بقع أو فضلات من عدمه، وهذا هو الطريق الأمثل لتفهم سلوك حياة الحشرة ليمكن اتباع طريقة جيدة لمقاومتها ووقف أثرها المتلف غير المرغوب فيه.

٤.الكائنات الدقيقة وتلف المخطوطات

Microorganisms and Manuscripts Deterioration

تشمل الكائنات الدقيقة مجموعة من الميكروبات الصغيرة جدا لا يمكن رؤيتها إلا بالميكروسكوب (المجهر)، ولكنها ذات قدرة على إحداث الكثير من المظاهر

المرئية للعين تدل على وجودها، وتتمثل هذه الكائنات فى الفطريات والبكتريا والاكتينوميسيتات.

خطورة مثل هذه الكائنات أنها واسعة الانتشار، إذ توجد فى كل مكان، تنتقل مع الهواء حيثما اتجه. ولا يخلو مكان ما من الهواد وبالتالى لا يخلو أيضا من هذه الميكروبات، وهذه الميكروبات يرتبط نشاطها ارتباطاً وثيقاً بما سبق التفصيل فيه من اختلاف درجة الحرارة ونسبة الرطوبة، وأيضا شدة الإضاءة والملوثات الغازية، فإذا ما ارتفعت نسبة الرطوبة وانتظمت درجة الحرارة وتوفر الظلام أو قلت شدة الإضاءة مع وجود العناصر الغذائية الكربونية والبروتينية التى تكون أوراق وجلود المخطوطات، نمت جراثيم هذه الكائنات بصورة سريعة ومعدل تكاثر عال جداً وتغلغلت فى نسيج الأوراق ومكونات الجلود مسببة للمخطوط تبقعات لونية تنتشر على صفحاته مع إفرازات لزجة Viscous تعمل على التصاق الصفحات مع بعضها وتماسك الملازم وتحجر المخطوط ككتلة واحدة Sticky Manuscript.

وتتميز هذه الكائنات بقدرتها على التجرثم عند تغير الظروف المحيطة بها، كحدوث جفاف أو ارتفاع فى درجة الحرارة فتكمن هذه الجراثيم فى حالة سكون غير متأثرة بالتغيرات المناخية حولها، إلى أن تصبح الظروف ملائمة لنموها، فسرعان ما تنبت مكونة مزرعة ميكروبية جديدة تبدأ فى الانتشار وإصابة المخطوط من جديد.

وتعتمد هذه الكائنات فى طريقة إصابتها لأوراق وجلود المخطوطات على إفراز إنزيمات متخصصة Specific Enzymes تستطيع تكسير سليولوز الأوراق وبروتين الجلود والرقوق، ويعرف إنزيم تكسير السليولوز بالـ Cellulase Enzyme بينما الإنزيم المحلل للجلود والرقوق يعرف بالـ Lipase Enzyme وهذه الإنزيمات ما هى إلا مواد عضوية معقدة حساسة جدا للتغير فى درجة الحرارة ودرجة الحموضة والقلوية (PH).

وتأثير الإنزيمات على الأوراق يأخذ شكل الليونة وضعف الألياف مع إمكانية تداول الأوراق دون أن تنكسر، وهذا يختلف بالطبيع عن تأثير الحموضة على الأوراق والتى تأخذ شكل الاصفرار والهشاشية والقابلية للكسر إذا ثنيت أو تدوولت بين الأيدى،ولكن لسوء حظ المخطوط تحدث الإصابتان معا، الإصابة

بالكائنات الدقيقة مع الإصابة الحامضية نظراً لارتباط كل منهما بارتفاع نسبة الرطوبة.

وهكذا نجد أن هذه الكائنات بما لها من انتشار واسع، وقدرة فائقة على النشاط وسرعة التكاثر وإمكانية التجرثم عند الظروف البيئية غير الملائمة، وما تنتجه من إنزيمات متخصصة فى تكسير مكونات المخطوط يجعلها مصدرا خطراً لايستهان بمقاومته، حماية للمخطوطات. وفيما يلى نستعرض دور هذه الكائنات وعلاقتها بتدهور المخطوطات.

١.الفطريات Fungi

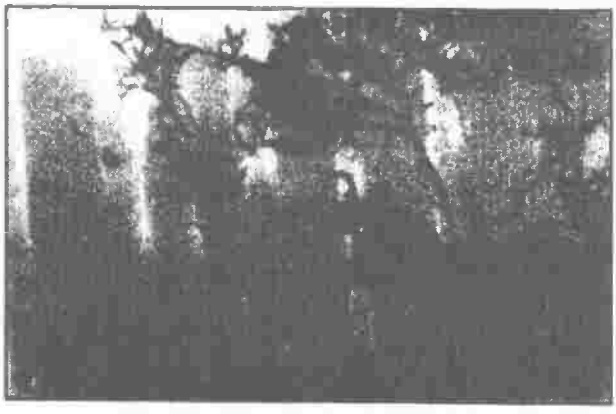
الفطريات نباتات دنيئة تتبع قسم الثالوفيتا Thalophyta فى تقسيم المملكة النباتية، وهى عبارة عن خيوط رفيعة جدا تعرف بالهيفا Hyphae يبلغ قطرها حوالى ١ ـ ٥ ميكرون، تنمو وتنتشر وتتشابك مكونة ما يسمى بالميسيليوم أو الغزل الفطرى كما نرى فى الشكل (١٢).

والفرق بين الفطريات كنباتات دنيئة وبين النباتات الراقية عدم إحتوائها على مادة الكلورفيل الخضراء التى توجد فى النبات الراقى والتى تشترك مع غاز ثانى أكسيد الكربون وضوء الشمس فى تكوين المواد الكربوهيدراتية اللازمة له، فى حين أن الفطريات تعتمد فى غذائها على مواد جاهزةقد تكون هذه المواد خلايا حية تتغذى عليها الفطريات الطفيلية Parasitic Fungi، وقد تكون مواد ميتة وتتغذى عليها الفطريات الرمية Saprophytic Fungi، والفطريات الرمية هى ما تختص بتلف وتدهور المخطوطات Deterioration of Manuscripts عند توفر الظروف المناسبة للنمو، حرارة ٢٤ ـ ٣٠م°، رطوبة نسبية أكثر من ٦٠٪ ووجود المخطوط كمادة غذائية، فى هذه الظروف سرعان ما ينمو الغزل القطرى ويتخلل داخل المادة الغذائية (الأوراق والجلود) ويقوم بتحليلها وامتصاص العناصر الغذائية بخاصية الانتشار والضغط الإسموزي، والجزء من الميسيليوم الذى يتخلل المادة الغذائية يعرف بالـ Substrate Mycelium بينما الجزء الذى يعلو الوسط الغذائى يعرف بالمسيليوم الهوائى Aerial Mycelim، ويظهر الميسيليوم الهوائى فى شكل تجمعات وبرية

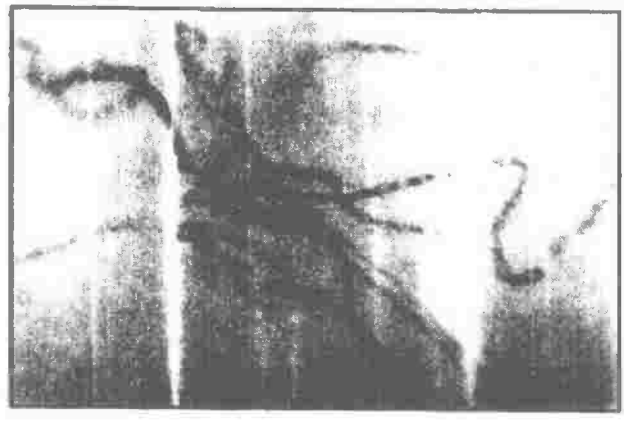
دقيقة تختلف فى لونها وملمسها وتحمل فى نهايتها سلاسل من جراثيم التكاثر كما فى فطر البنسيليوم Penicillium وقد تظهر جراثيم التكاثر فى شكل تجمعات بيضاوية أو كروية كما فى أنواع فطر الأسبرجلس Aspergillus، ولا يقتصر تكاثر الفطر على إنبات الجراثيم، بل يتم التكاثر أيضا خضرياً بتجزئة هيفات الميسيليوم Fragmentation وهذا يساعد على سرعة انتشار الفطريات.

وتختلف طبيعة تفرع الميسيليوم الهوائى من جنس إلى آخر، ومن نوع إلى نوع داخل الجنس الواحد، ويتوقف لون المزرعة النامية أو العفن الفطرى النامى، على لون جراثيم وكونيديات التكاثر التى يحملها الميسيليوم الهوائى، ويتفاوت هذا اللون بين الأسود كما فى فطر الـ Aspergillus niger والأخضر المصفر كما فى فطر الـ Aspergillus Flavus والبيج كما فى فطريات الـ Fusarium والأخضر بدرجاته المختلفة كما فى فطريات الـ Penicillium، ويجب التفرقة بين البقع اللونية الناتجة من الإصابات الفطرية وبين البقع اللونية التى تنتج من الأكسدة الضوئية لشوائب الورق (اللجنين) وذلك بالكشف الكيماوى بمحلول الفلوروجليسينول فى الكحول حيث توضع نقطة من هذا المحلول (تركيز ٤٪) فوق البقعة تحت الاختبار، ثم تحميضها بحامض الأيدروكلوريك فيظهر لون أحمر فى حالة كون البقعة ناتجة من أكسدة اللجنين بالضوء، وتركيز هذا اللون يتناسب مع تركيز اللجنين فى الورقة. أما فى حالة كون البقعة ناتجة من الإصابة الفطرية فلا تعطى اللون الأحمر الذى يظهر فى حالة بقع اللجنين.

وتلعب الفطريات دور السيادة فى إتلاف المخطوطات قياساً بالبكتريا والاكتينوميسيتات لما لها من قدرة على تحمل المدى الواسع من درجات الحرارة ونقص الرطوبة، فقد وجد عمليا أن الفطريات يمكنها النمو حتى درجة الصفر المئوى (الفطريات المحبة للبرودة) ويمكنها أن تتحمل أكثر من ٦٠°م (الفطريات المحبة للحرارة Thermophilic)، أما عن نسبة الرطوبة، فتنمو الفطريات جيدا عند رطوبة نسبية أكثر من ٦٠٪ فى حين أن البكتريا تنمو إبتداء من ٢٤ , ٩٢٪ والاكتينوميسيتات إبتداء من ٥٥ , ٧٣٪.



شكل الميسليوم وتفرعاته



حوامل جراثيم التكاثر (الكونيديا) وعليها تظهر سلاسل الجراثيم

شكل (١٢)

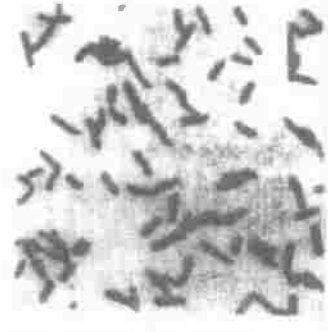
يبين تفرعات ميسليوم أحد فطريات البنسيليوم تحت الميكروسكوب

٢.البكتريا Bacteria

البكتريا كائنات حية متناهية الصغر، وحيدة الخلية، يتراوح قطر خليتها بين ٥ , - ١ ميكرون، تتبع أيضا النباتات الدنيئة (الثالوفيتا) وخالية من مادة الكلورفيل الخضراء كالفطريات، باستثناء بعض الأنواع التى تتشابه مع النباتات الراقية من حيث إحتوائها على الماء الخضراء.. وتتميز البكتريا بسرعة انقسامها وتكاثرها بالانقسام الثنائى البسيط Binary Fission حيث تنقسم الخلية إلى خليتين والخليتان إلى أربع وهكذا، والبكتريا لها القدرة أيضا على التجرثم لمقاومة حالة الجفاف، وارتفاع درجة الحرارة وتفادى الظروف غير المناسبة، وسرعان ما تنبت هذه الجراثيم

مكونة خلية جديدة، تنقسم بدورها إذا توفرت ظروف النمو المثالية مرة أخرى من حرارة ورطوبة. ويختلف شكل الخلية البكتيرية بين العصوية Rods والكروية Cocci والإسطوانية Cylindrical واللولبية Spirial، وتوجد هذه الخلايا إما مفردة Single أو مزدوجة Double أو فى سلاسل Chains طويلة أو قصيرة، وقد تأخذ أشكال تجمعات معينة.

شكل هذه الخلايا وطريقة تواجدها، وقابليتها للصبغ بصبغات معينة كصبغة جرام Gram Stain وشكل الجرثومة المتكونة ووضعها فى الخلية البكتيرية، يؤخذ دليلا للتفرقة بين الأنواع والأجناس. ونرى فى الشكل (١٣) بعض أشكال الخلايا البكتيرية، وفى النهاية وعن طريق بعض الاختبارات الفسيولوجية يمكن تحديد أجناس وأنواع البكتريا الموجودة، وهذا ما يتبعه الباحثون فى عملية التعريف Identification لكل الكائنات الدقيقة.



خلايا عصوية مفردة ومزدوجة
Bacillus maller

خلايا كروية فى سلاسل
Streptococcus Pyogenes

خلايا عصوية والجرثومة طرفية
Clostridum tetani

شكل (١٣)
يبين شكل خلايا
بعض أنواع البكتريا

ودور البكتريا فى إتلاف المخطوطات أقل فى الدرجة من دور الفطريات لاحتياجاها إلى نسبة رطوبة مرتفعة تزيد عن ٩٠٪ ولدرجة حرارة أعلى من الفطريات تصل إلى ٣٠°م، لذلك فإن خطورة البكتريا فى تحليل السليولوز أو الجلود لا تظهر إلا فى حالة ارتفاع نسبة الرطوبة كتسرب قطرات المطر إلى المخطوطات من خلال أسقف المخازن أو شقوق الجدران أو فى حالة حدوث فيضانات أو سيول مباشرة تؤدى إلى بلل أو غرق المخطوطات.

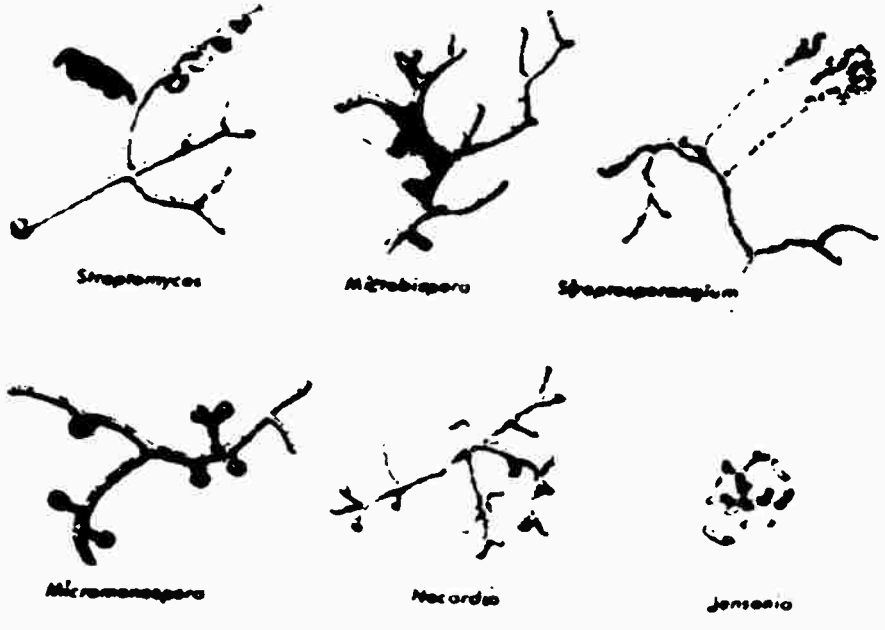
٤.الاكتينوميسيتات Actinomycetes

الاكتينوميسيتات مجموعة من الكائنات الدقيقة الواسعة الانتشار فى الطبيعة، وقديماً كانت أفرادها تعتبر أنواعاً من البكتريا نظراً لتشابه التركيب الكيماوى لجدارها الخلوى مع التركيب الكيماوى لجدار البكتريا الخلوى، ولقابليتها للصبغ بصبغة جرام كالبكتريا ثم تأثرها بالمضادات الحيوية التى تؤثر فى البكتريا، ومع التقدم العلمى واكتشاف صفات جديدة لهذه المجموعة، كنموها فى صورة هيفات متفرعة بطرق خاصة مكونة ما يشبه الغزل الفطرى، وقد تحمل بعض هذه الهيفات فى نهايتها كونيديات التكاثر كما فى بعض أنواع الفطريات، لهذا أصبحت هذه المجموعة تمثل حلقة الوصل بين الفطريات والبكتريا.

وتشمل هذه المجموعة ثمانى عائلات لكل عائلة صفات مورفولوجية ثابتة ووظائف فسيولوجية محددة، ومع ذلك فهناك أسس عامة بين هذه العائلات كنموها المتفرع، إلا أنها تختلف فى شكل التفرعات ووضع حوامل الكونيديات وشكل وطبيعة توزيع الجراثيم، ومن الشكل (١٤) الذى يمثل أجناساً لبعض هذه العائلات نرى بعض هذه الاختلافات.

وإن كان اتجاهنا هو محاولة التعرف على مدى الضرر الذى يمكن أن تحدثه هذه المجموعة من الكائنات الدقيقة للتراث المخطوط، إلا أنه يجب الإشارة إلى أن هذا الضرر قاصر على بعض الأجناس كالـ Streptomyces والـ Nocardia كما سيأتى ذكره فى الفصل القادم، حيث أن بعض أفراد هذه الأجناس له القدرة على النمو على المواد السليلوزية والبروتينية، وإفراز إنزيمات الـ Cellulase والـ Proteinase التى تكسر السليولوز والبروتين (الأوراق والجلود).

وتظهر الإصابات فى صورة بقع ملونة بين الأبيض والأحمر والأصفر والبنفسجى والرمادي وخلافه من الألوان التى ترجع إلى لون كونيديات التكاثر المحمولة على هيفات الأنواع والأجناس المختلفة، كما تظهر رائحة مميزة تشبه رائحة الأرض Earthy odour تنبعث من الصفحة المصابة. ويؤخذ شكل وطبيعة النمو وشكل الحوامل الكونيدية، ونظام توزيع الكونيديات، ولونها فى المزارع المعملية، ومدى التخصص الفسيولوجى، أساساً للتفرقة بين الأجناس داخل العائلات وبين الأنواع داخل الجنس الواحد.



• الأسماء بالترتيب •

- Streptomyces
- Microbiospora
- Streptosporangium
- Micromonospora
- Nocardia
- Jensenia

شكل (١٤)

يبين مدى الاختلاف فى طبيعة نموات بعض أجناس الاكتينوميسينات

وقد قمت (المؤلف) بعمل دراسة معملية بمركز بحوث الصيانة والترميم بالهيئة المصرية العامة للكتاب، لمعرفة أثر إصابة الأوراق بالفطريات والبكتريا والاستربتوميسيتات على خواصها الطبيعية مثل مقاومتها للتمزق Tear Resistance وقوة شدها Tensile Strength ونسبة استطالتها Break Length، ثم وزنها ومحتواها الرطوبى ونسبة الرماد بها. وذلك باستخدام أوراق راكتا ٧٠جم/ م^{٢} بعد إصابيتها صناعياً بأنواع الكائنات الدقيقة النشطة في تحليل وإصابة السليولوز ووضعت الأوراق لمدة ٧٥ يوماً فى ظروف مناسبة من الرطوبة والحرارة، وأظهرت نتائج الدراسة أن الكائنات الدقيقة نمت على الأوراق وأدت إلى تدهور صفاتها وخصائصها كما نرى فى الجدول (٣)التالى:

خواص الأوراق Paper Quality	عينة غير مصابة (مقارنة)	عينة مصابة
مقاومة التمزق	٥٠,٤٠ جم	٣٠ جم
الشد ونسبة الاستطالة	٣٧٢٢ متر	٢٩٨٩ متر
قوة الشد	٣,٧٠ كجم	٣,١٠ كجم
وزن الورق	٦٦,٢٨ جم/ م^{٢}	٦٩,٢٠ جم/ م^{٢}
المحتوى الرطوبى	٦,٥٢٪	٦,٩٢٪
نسبة الرماد	٣,٥٤	٤,٣٦٪

ومن الجدول يتضح مدى إنخفاض وتدهور خواص هذه الأوراق، خاصة مقاومة التمزق وقوة الشد ونسبة الاستطالة، كما يلاحظ زيادة نسبة المحتوى الرطوبى ونسبة الرماد فى الأوراق المصابة. وطرق تقدير هذه الخواص سنتكلم عنها فى الفصل الخاص بصيانة المخطوط.

الفصل الثانى
الحشرات والميكروبات المتخصصة
فى إتلاف المخطوطات

Biodeterioration of Manuscripts

من حديثنا السابق عن الملامح المادية للمخطوط ونشأته خلال العصور الأولى، وحتى وقتنا هذا، عرفنا أن المخطوط يمثل فى تكوينه بيئة غذائية متكاملة العناصر من مواد كربوهيدراتية فى الأوراق والبرديات واللواصق النشوية وغراء الكعوب، ومواد بروتينية فى الرقوق والجلود، هذه العناصر المختلفة تجعل من المخطوط مصدراً لغذاء العديد من الكائنات الحية سواد كانت مرئية كالحشرات والقوارض، أو غير مرئية كالفطريات والبكتريا، هذا إذا ما توفرت مشجعات النمو الأخرى خاصة الحرارة والرطوبة.

وحقيقة الأمر فإن إصابة المخطوط نادراً ما تكون بنوع واحد من هذه الكائنات، بل غالبا تكون الإصابة مختلطة بين أنواع عديدة من الفطريات والبكتريا فيما يعرف بالإصابة الميكروبيولوجية، أو بأنواع من الحشرات والقوارض فيما يعرف بالإصابة الحشرية، وقد يتصادف أن يوجد نوعا الإصابةالميكروبيولوجية والحشرية فى مخطوط واحد، وهذه الحالة تعتبر أشد الإصابات خطراً على سلامة المخطوط، والخطورة هنا تعود إلى أن هناك بعض الأنواع قد لا يكون قادراً فى حد ذاته على إصابة وتحليل مكونات المخطوط، ومع تواجده ضمن أنواعا أخرى على صفحات المخطوط، تجعله قادرا على تحليل المركبات الوسطية، التى تنتج من وجود الكائنات المتخصصة بالدرجة الأولى فى تحليل وتلف مكونات المخطوط، وبهذا تعمل هذه الكائنات على زيادة معدل تلف المخطوط.

وفيما يلى نذكر أهم الكائنات المتخصصة فى تحليل مكونات المخطوط، مقرونة ببصمات الإصابة التى تنتج عنها، وبصفة عامة تنقسم هذه الكائنات إلى قسمين،

الأول يشمل الكائنات المحللة للمواد السليولوزية Cellulolytic Organisms، والثانى يشمل الكائنات المحللة للمواد البروتينية Proteolytic organisms.

القسم الأول: الكائنات المحللة للسليولوز

ويضم هذا القسم مجموعة من الكائنات المرئية، كالحشرات والقوارض ومجموعة من الكائنات غير المرئية، كالفطريات والاكتينوميسيتات، وكلاهما (المرئى وغير المرئى) يترك آثاراً تدل على وجوده، وإن كانت تختلف هذه الآثار باختلاف أنواع الحشرات أو الفطريات المسببة للتلف، إلا أنه سوف يُذكر إجمالياً أسماء هذه الكائنات المتخصصة فى تحليل مركبات المخطوط السليولوزية، وأشكال إصاباتها التى تظهر جلية للعين:

أ. الحشرات Insects

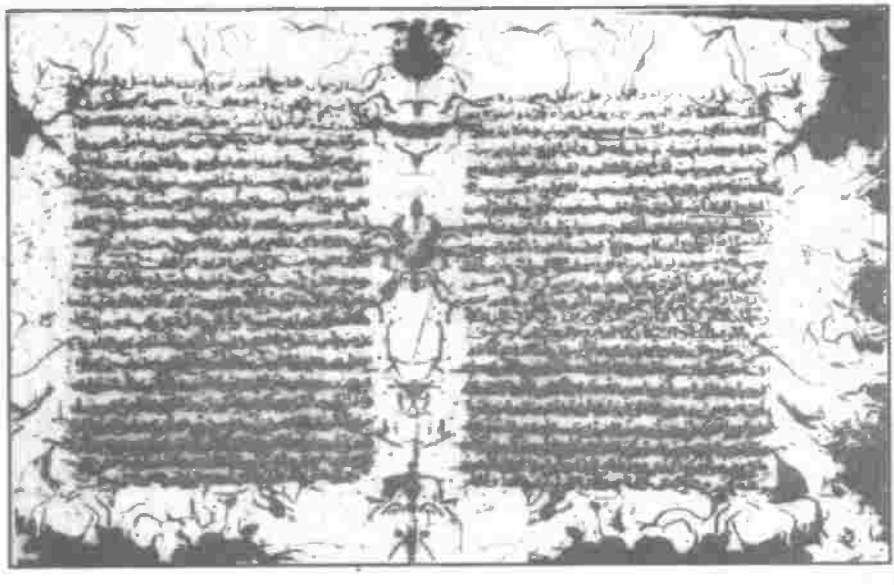
تتعدد صور إصابتها لأوراق المخطوط، فقد تظهر فى صورة ثقوب مستديرة أو غير مستديرة، منتظمة الحواف أو غير منتظمة، منتشرة على الهوامش أو الهوامش والنصوص، مسببة بذلك تشويه شكلى وضياع لبعض الأحرف والكلمات، وفى الشكل (١٥) نرى صفحة من مخطوط شذور الذهب رقم ٦١٣٠ بجامعة الإمام

شكل (١٥)

يوضح الثقوب الحشرية على صحفات المخطوط ٦١٣٠ بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

محمد بن سعود الإسلامية مصابة بالثقوب الدائرية المنتظمة وغير المنتظمة، فى حين أن الشكل (١٦) يوضح نوعاً اخر من الإصابة فى نفس المخطوط، حيث تظهر الإصابة الحشرية فى صورة قطوع وثقوب دودية غير منتظمة الشكل منتشرة على مستوى صفحة المخطوط بين الهوامش والنص مسببة تآكل كامل لمعظم أجزاء الصفحة.

والجدير بالذكر أن صفحات هذا المخطوط مع إصابتها الكاملة بهذه الإصابات الحشرية، فإنها مصابة أيضا بالحموضة العالية تحت أحرف الكتابة مباشرة، حيث نجد الأوراق هشة غير متماسكة تحت حروف الكتابة مع قابليتها للتقصف بمجرد لمسها، ومصدر هذه الحموضة تفاعل كبريتات الحديدوز الموجودة فى الحبر مع رطوبة الجو.

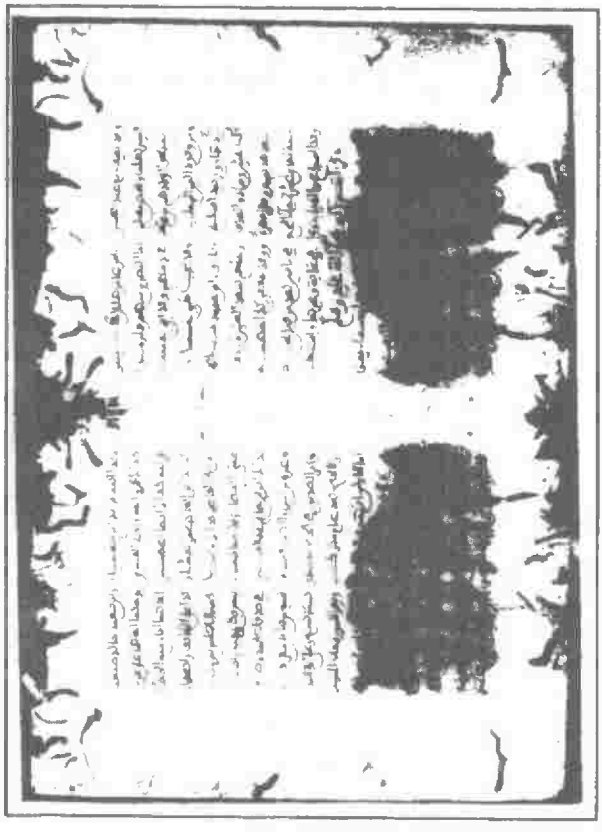


شكل (١٦)

يوضح القطوع والثقوب الدودية بالمخطوط ٦١٣٠ بجامعة الإمام
محمد بن سعود الإسلامية مع الإصابة الحامضية تحت أحرف الكتابة

وهناك نوع ثالث من إصابة الحشرات لأوراق المخطوط، وهو إحداث ثقوب إسطوانية واضحة على هيئة إنفاق منتشرة على الهوامش وفى طريقها لغزو النصوص المكتوبة، كما يوضح لنا الشكل رقم (١٧) لصفحة من مخطوطة مغربية بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، وفيها تظهر الثقوب الدودية بكثرة خاصة

على الهامش العلوى والسفلى، مع إصابتها بتبقع كامل فى النصف الأسفل أدى إلى تماسك الصفحات وتحجر المخطوط.



شكل (١٧)
يبين القطوع والثقوب الدودية الهامشية بمخطوطة مغربية متحجرة بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

ولا يقتصر ضرر الحشرات على إحداث مثل هذه الثقوب والقطوع، بل قد يحدث قرض كامل لأكثر من ملزمة بالمخطوط، سواءكان القرض لأحرف الملازم أو فى داخل الصفحات، قرضاً عمودياً رأسياً، وهذا يحدث من مجموعة من الآفات الحشرية التى تعرف بالقوارض Rodents، ونرى هذا النوع من الإصابة فى الشكل (١٨) الذى يمثل المخطوط رقم ٣٦٤٦ بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

وكما قلنا فى بداية هذا الفصل ، فإن هذه الإصابات المختلفة من ثقوب أو قطوع أو قرض كامل للملازم ترجع إلى العديد من الحشرات التى تنمو متعاونة فى إحداث هذا الضرر والدمار للمخطوط، وعلى هذا نذكر إجماليا أنواع الحشرات التى تسبب هذه الإصابات فى سليولوز المخطوطات:

الحشرات المتخصصة فى تحليل سليولوز المخطوطات

هناك الكثير والكثير جدا من هذه الحشرات منها ما هو مرئى للعين كالسمك الفضى Silver Fish المسمى بالـ Thermobia aegyptiaca، شبيه السمك الفضى Firebrate والنمل الأبيض Termite الذى يعرف بالأرضة، وقمل الكتب Book Lice ودود الكتب Book Worms والصراصير Cockroaches، ومنها ما يحتاج إلى العدسات والميكروسكوبات لرؤيته، وهو الأشد على المخطوطات مثل:

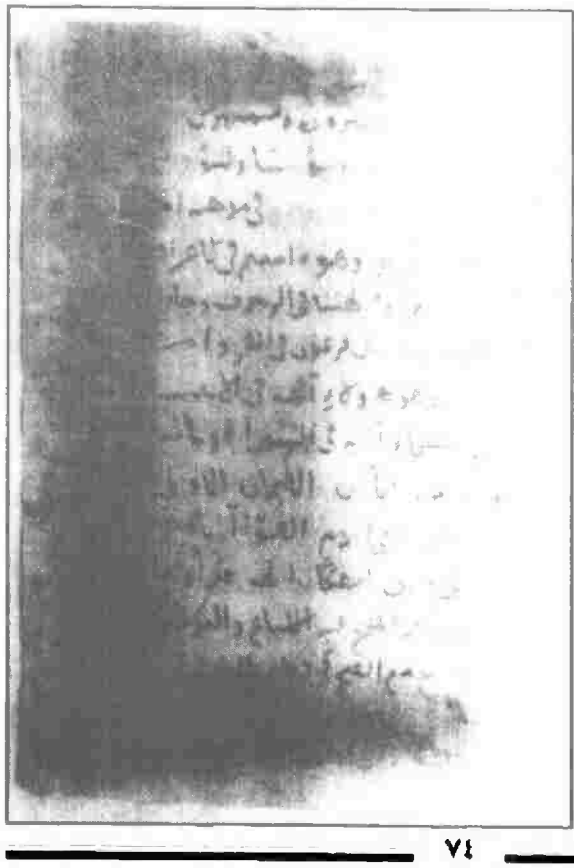
Anthrenus Flavipes (Lec.)
Anthrenus Coloratus (Reitt)
Anthrenus Fasclatus (Herbest)
Tribolium Castaneum (Herbest)
Castrallus Pubens (Fairm)
Thermobia domestica (Rack)

شكل (١٨)

يوضح قرض أحرف ووسط ملازم المخطوط ٣٦٤٦ بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

ب. الكائنات الدقيقة Microorganisms

ويقصد بالكائنات الدقيقة مجاميع الفطريات Fungi، البكتريا Bacteria والاكتينوميسيتات Actinomycetes، وهذه المجاميع واسعة الانتشار، وتلعب دوراً هاما فى حياة الإنسان ومن هذا الدور إتلافها للمخطوطات. وتنمو هذه المجاميع على أوراق المخطوطات عند توفر ظروف النمو، وتبدو أعراض إصابتها فى صورة البقع الملونة التى تنتشر على الهوامش والنصوص، فينتج عنها تغطية حروف الكتابة، والتصاق الصفحات مع بعضها. والشكل (١٩) يبين نوعيات البقع على صفحات المخطوط قراءات/ ٢٩ بدار الكتب بالقاهرة، وفيه نرى تداخل نمو الفطريات والبكتريا والاكتينوميسيتات، وإن كانت السيادة هنا للفطريات يليها الاكتينوميسيتات ثم البكتريا وفيما يلى نذكر أهم أنواع هذه المجاميع المتخصصة فى تحليل سليولوز المخطوطات:



شكل (١٩)
يبين التبقع اللونى الناتج من الفطريات والبكتريا والاكتينوميسيتات على صفحات المخطوط قراءات/ ٢٩ بدار الكتب بالقاهرة

١. الفطريات Cellulolytic Fungi

تتعدد أنواع الفطريات المحللة للمواد السليولوزية بين أجناس البنسيليوم والاسبرجلس والتراى كودرما والكيتوميوم وغيرها من الأجناس ومن أمثلة هذه الأجناس، على سبيل المثال لا الحصر:

- من جنس البنسيليوم Penicillium الأنواع التالية:

Penicillium chermesinum

Penicillium decumbens

Penicillium cyclopium

Penicillium funiculosum

Penicillium kerlikowskii

Penicillium glaucum

Penicillium oxalicum

Penicillium funiculosum

- من جنس الاسبرجلس Aspergillus الأنواع التالية:

Aspergillus niger

Aspergillus tamarii

Aspergillus terreus

Aspergillus sadowi

Aspergillus awamori

Aspergillus fumigatus

Aspergillus flavus

- من جنس التراى كودرما Trichoderma الأنواع التالية:

Trichoderma viride

Trichoderma lyghnorum

Trichoderma roseum

- من جنس الكيتوميوم Chaetomium الأنواع التالية:

Chaetomium chartarum

Chaetomium globusum

Chaetomium funicolum

Chaetomium indicum

هذا بخلاف أنواع عديدة من أجناس الفيوزاريم والالترناريا والكلادوسبوريم والميرثيسيم والريزوكوتونيا والهلمنثوسبوريم والفيرتيسيلوم وغيرها من الأجناس.

٢.البكتريا Cellulolytic Bacteria

والبكتريا المتخصصة فى تحليل المواد السليولوزية محدودة الأنواع، وإصابتها للأوراق ليس بالضرورة أن يحدث تبقعاً مثل التى تحدثها الفطريات، وأهم أنواع هذه البكتريا:

Bacillus megatherium

Bacillus polymyxa

Bacillus brevis

Bacikkus cereus

Cellulomonas flavigena

Pseudomonas fluorescence

Cytophaga globulosa

Spirochaeta cytophaga

. هذا بخلاف بعض الأنواع من أجناس الـ Erwinia والـ Xanthomonas والـ Streptococcus.

٣.الاكتينوميسيتات Cellulolytic Actinomycetes

مجموعة الاكتينوميسيتات تشمل أكثر من عائلة، ولكن بعض هذه العائلات أكثر نشاطاً فى تحليل المركبات السليلوزية ويعتبر جنس الـ Streptomyces أنشط الأجناس فى هذا التحليل وعموما نذكر أهم أجناس هذه المجموعة فى تحليل السليولوز.

Streptomyces albus

Streptomyces flavus

Streptomyces griseus

Streptomyces lavendulae

Streptomyces antibiotics
Thermomonospora curvata

وهناك أنواع أخرى من أجناس الـ Micromonosspora والـ Nocarddia والـ Actinomyces. ونوعيات الإصابةبهذه الأجناس قد يحدث تبقعاً ملوناً كما فى جنس الـ Streptomyces أو لا يحدث تبقعًا ملوناً كبقية الأجناس باستثناء الـ Nocardia التى قد تعطى بعض الألوان.

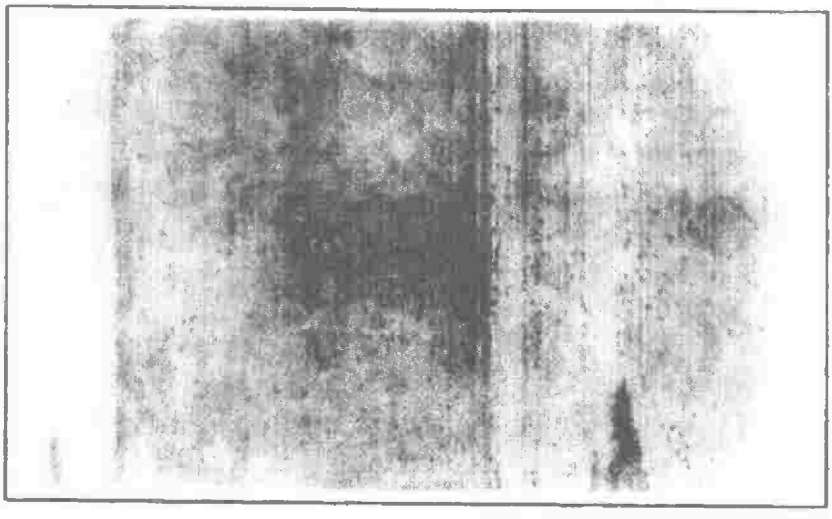
القسم الثانى. الكائنات المحللة للجلود والرقوق

Proteolytic and Lipolytic Organisms

لا يقتصر ضرر الحشرات والكائنات الدقيقة على تحليل سليولوز المخطوطات، بل يمتد إلى تحليل الجلود والرقوق، وهناك مجموعة من الكائنات متخصصة فى هذا التحلل، أكثر من هذا توجد بعض الأنواع لها القدرة على تحليل كل المواد السليولوزية والبروتينية (الأوراق والجلود). وهذه الأنواع هى الأكثر خطراً والأشد ضرراً على المخطوط. وكما ذكرنا أهم الأنواع المتخصصة فى تحليل المواد السليولوزية، نورد فيما يلى أهم الأنواع القادرة على تحليل الجلود والرقوق:

١. الحشرات Proteolytic Insects

تخصص الحشرات هنا دقيق ومميز لكل حشرة. وصور الإصابة قد تأخذ شكل الثقوب الصغيرة المستديرة المنتشرة على سطح الجلد كما نرى فى الشكل (٢٠) لجلدة المخطوط رقم ١٩ بجامعة الإمام محمد بنت سعود الإسلامية. وترجع مثل هذه الإصابات إلى نوعيات متعددة من الحشرات بعضها متخصصة فى إصابة الجلود، وبعضها يصيب الجلد بجانب إصابته للسليولوز ومن أمثلتها الحشرات الآتية:



الشكل (٢٠)

يبين الثقوب الحشرية لجلدة المخطوط رقم ١٩ بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

١. حشرات متخصصة فى إصابة الجلود والرقوق

Altagenus gloriosus (Fab)

Lasioderma serricorne (Fab)

Dermestes maculatus (De Geer)

٢. حشرات قادرة على تحليل كل من البروتين والجلود والسليولوز

Anthrenus verbasci (Lin)

Anthrenus Flavipes (Lec)

Anthrenus coloratus (Reit)

Anthrenus fasciatus (Herbest)

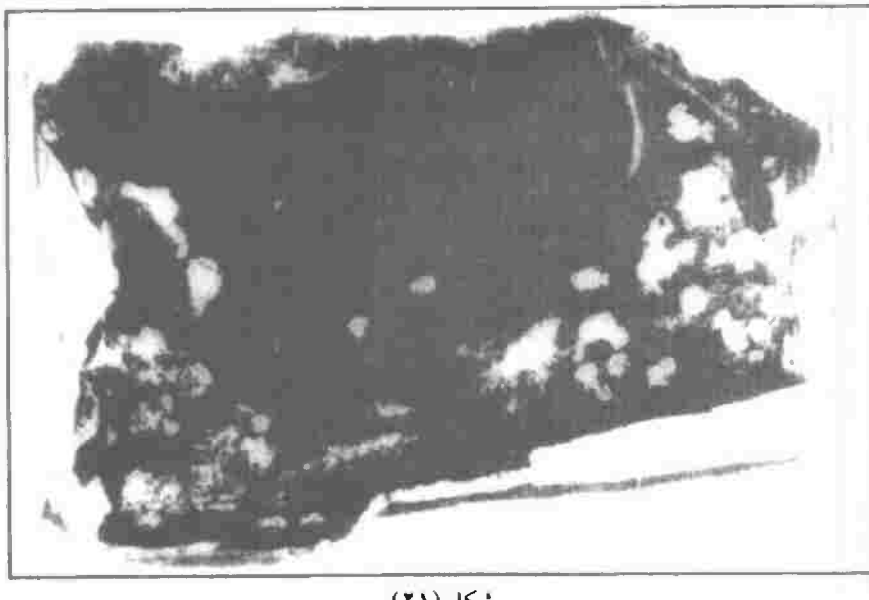
Gastrallus pubens (Fairm)

Thermobia domestica (Pack)

بالإضافة إلى قمل الكتب Book Lice ودود الكتب Book Worms.

٢. الكائنات الدقيقة Lipolytic and Proteolytic Microrganisms

تظهر إصابات الكائنات الدقيقة فى صورة نموات وبرية منتشرة بدون انتظام كما نراها فى الشكل (٢١) لجلدة مخطوط تعرضت لتغير مفاجىء بين ارتفاع رطوبة نسبية وارتفاع درجة حرارة، مما أدى إلى إصابتها بالكائنات الدقيقة فى حالة ارتفاع نسبة الرطوبة ثم فقد محتواها المائى والتواء أحرفها عند إرتفاع درجة الحرارة. وإن كانت الإصابة هنا تعود إلى الفطريات أصلا إلا أن هذا لا يمنع من إشتراك الاستربتوميسيتات وبعض أنواع البكتريا فيها وأهم هذه الأنواع يمكن ذكرها فيما يلى:



شكل (٢١)

يبين إصابة جلدة مخطوط بالنموات الفطرية نتيجة لزيادة نسبة الرطوبة ثم التواء للأحرف نتيجة لارتفاع درجة الحرارة المفاجىء

أ. الفطريات Proteolytic and Lipolytic Fungi

غالبية الفطريات المتخصصة فى تحليل الجلود والرقوق تنسب إلى أجناس البنسيليوم Penicillium والاسبرجلس Aspergillus والالترناريا Alternaria والـ Helminthosprium ويلاحظ أن هذه الأجناس تلعب دوراً فى تحليل المواد السليولوزية Cellulosic Materials.

ب.الاكتينوميسيتاتوأهم عائلات هذه المجموعة عائلج الاستربتوميسس التى تعلب دوراً هاما فى إصابة الجلود والرقوق بالإضافة إلى الأوراق السليولوزية وأهم أنواع هذه العائلة:

Streptomyces Grey Series

Streptomyces White Series

Streptomyces Green Series

Streptomyces Red Series

Streptomyces Page Series

جـ.البكتريا

وهى أنواع قليلة وتتركز فى أجناس البكتريا العصوية Bacillus وبعض أنواع البكتريا الكروية Streptococcus وهذه الأنواع ذات قدرة على تحليل كل من المركبات السليولوزية والبروتينية (الأوراق والجلود).