علاج الحبوب ومنتجاتها بالتبخير

للسيد المهندس الزراعى عبد الحكيم محمد كامل
الإخصائى الأول بقسم الحشرات فى وزارة الزراعة

تعريف ومقدمة

يقصد بالتبخير (fumigation) ـ كاصطلاح علمى ـ استعمال غازات سامة لقتل الآفات .

وتعتبر عملية التبخير من خير الطرق وأكثرها فائدة فى علاج الحبوب والمواد الغذائية من الحشرات التى تصيبها أثناء الخزن . وهى وإن كانت عملية فنية تحتاج إلى خبرة وعناية لتلافى ما قد يحدث من أخطار بسبب سوء استعمالها ، إلا أنها عملية قليلة الكلفة تتميز على غيرها من العمليات العلاجية بانسياب الغازات بين الحبوب وتخللها الثغور فتميت الحشرات الكاملة التى لا يمكن الوصول إليها بالوسائل الأخرى ، كما أن هذه الغازات تتخلل الحبة نفسها فتميت الأطوار الحشرية التى تعيش داخلها . وعلى ذلك فالتبخير علاج ناجع ، إلا أنه بطبيعة الحال لا يمنع حدوث العدوى من جديد إن لم تتخذ الوسائل الكفيلة بمنعها .

وتتبع هذه الطريقة فى علاج الحبوب التى تخزن بالصوامع أو بالمخازن التى من نوع الغرف ، ويصلح إجراء عملية التبخير فيها ، كما تتبع فى تبخير الحبوب تحت الأغطية الحابسة للغازات والمشمعات (tarpaulins) ويكون ذلك عقب حصادها ودراسها وجفافها الجفاف المناسب للخزن ، أو بعد ظهور إصابة حشرية بها أثناء خزنها .

وتدخل مواد التبخير إلى جسم الحشرة على الحالة الغازية خلال ثغورها التنفسية مع الأكسيجين الجوى ، ثم إلى القصبات الهوائية ، ثم القصيبات الشعرية . حيث تنتشر فى دم الحشرة ، وبمساعدة الحركة التنفسية للصدر والبطن تتشبع الأنسجة بالغاز فتموت الحشرة .

ويتوقف التأثير السام لأى مادة تبخير على تركيزها فى الجو وعلى طول مدة تعريض الحشرة لفعلها . وحاصل ضرب هذين العاملين مجتمعين (عاملا التركيز والمدة) ثابت، وهو القيمة التركيزية الزمنية، ويطلق على هذا الرقم (CT value)

وتوجد عوامل أخرى كثيرة تؤثر تأثيرا كبيرا فى نجاح عمليات التبخير نذكر المهم منها فيما يلى :

العوامل التى تؤثر فى نجاح عمليات التبخير

درجة إحكام المكان :

فكلما ازداد إحكام المخزن أو المكان قل تسرب الغاز منه ، وتتعرض الحشرات إلى تركيز عال مستمر أثناء مدة التعريض ، وبذلك تصبح الإبادة تامة ، كما أن إحكام المخزن يساعد على إنقاص الجرعة .

وتتوقف حركة الهواء والغازات داخل أى مبنى على نوع البناء نفسه ، وعلى ضغط الرياح ، وكذلك على إحكام عمليات الإغلاق واللصق ، وعلى وقاية المبنى نفسه من الهواء ، فعند ما تكون الرياح شديدة يتخلل الهواء المبنى فى اتجاه الريح خلال المسام والشقوق ، وتتسرب كمية مشابهة من الهواء الداخلى فى الاتجاه الآخر من المنافذ المائلة ، كما تتسرب كمية من غازات التبخير مع الهواء الخارج . وتتوقف كمية الهواء الداخلى والمتسرب على سرعة الريح وسمك جدار المبنى ونوع المادة المصنوعة منه ومادة الطلاء ، وعلى ذلك يجب اعتبار هذه العوامل مجتمعة عند تقدير الجرعة اللازمة من مادة التبخير .

درجة حرارة الجو وقت التبخير :

ان ارتفاع درجة الحرارة يساعد على نجاح عمليات التبخير . ولا ينصح بإجراء عمليات التبخير فى درجات الحرارة المنخفضة أو فى جو عاصف .

ومن المعلوم أن نشاط حشرات الحبوب المخزونة يقل فى درجات الحرارة المنخفضة ، وتبعا لذلك يقل معدل تنفسها فتزداد بذلك مقاومة الحشرات لمواد التبخير بصفة عامة، ويستلزم الحال استعمال تركيزات عالية لإبادتها . أما عند ارتفاع

درجة الحرارة فإن ذلك يؤثر فى زيادة معدل تنفس الحشرات، ويساعد ذلك بالتالى على ازدياد قابلية الحشرات للتأثر بمواد التبخير .

توزيع الغـاز :

إن التوزيع المتجانس لمادة التبخير داخل المبنى من الضروريات للحصول على نتائج طيبة ، فيجب أن يوزع الغاز داخل المكان الذى تجرى فيه عملية التبخير توزيعا متجانسا حتى نتجنب التركيزات العالية فى بعض المواضع تجنبا يتسبب عنه امتصاص المواد المبخرة أو مواد البناء لمادة التبخير واحتفاظها بها مدة طويلة كما يجب تجنب التركيزات المنخفضة فى بعض أجزاء المبخرة فتكون غير ممية للحشرات.

ويتم توزيع الغاز طبيعيا بالانتشار ، وفى هذه الحالة يجب أن تتعدد المواضع التى ينطلق منها الغاز فى المكان المبخر حتى يتم انتشار الغاز بأسرع ما يمكن ويكون التجانس أقرب ما يكون إلى الكمال .

ويكون توزيع الغاز أوفى فى حالة توليد تيارات هوائية بوسيلة ميكانيكية ، كاستعمال مراوح عادية تدار من خارج الغرف المبخرة . وتكفى مروحة عادية قطرها ١٦ بوصة لتوزيع الغاز توزيعا متجانسا فى غرفة حجمها ٥٠٠٠ قدم٣ بعد فترة تتراوح بين ٣٠ و٤٥ دقيقة ، ويجب عدم إدارة المروحة أكثر من اللازم ، كما يمكن توزيع الغاز وتجانسه بإمرار الغازات فى دائرة داخل الحيز المبخر (Circulatory System) وتستعمل المراوح عادة فى المبانى الكبيرة. أما طريقة إمرار الغازات فى دائرة فتستعمل فى المباخر المجهزة خصيصاً للتبخير بهذه الطريقة .

ويساعد توزيع الغازات ميكانيكياً على عدم تكوين طبقات من الغـاز (Layering) خصوصاً فى حالة الغازات الأثقل من الهواء ؛ إذ تظل جزيئات الغاز عالقة فى الهواء مدة طويلة دون رسوبها رسوباً ملحوظاً أثناء مدة التعريض .

ويساعد ارتفاع درجة الحرارة على انتشار الغاز .

ويمكن اختبار توزيع الغاز فى المكان المبخر بتقدير تركيزه فى مناطق منتخبة من جو المكان ، وعلى فترات مختلفة أثناء مدة التعريض ، وذلك بأخذ عينات من الغازات داخل الغرفة عن طريق أنابيب خاصة مثبتة فى المناطق

المراد اختبار التركيز فيها ، وممتدة إلى خارج المبخرة ، ثم تحلل هذه العينات لمعرفة تركيز الغازات بها ، وترسم خطوط بيانية تمثل العلاقة بين الوقت والتركيز فى المناطق المختلفة لمعرفة التغييرات الناشئة فى التركيز أثناء مدة التعريض ، فإذا كان متجانساً فإن التركيز يبلغ منتهاه ، عند ما يتم تبخر الغاز ثم يأخذ التركيز بعد ذلك فى الانخفاض . وتتوقف سرعة ذلك أو بطئه على مدى إحكام غرفة التبخير من جهة ، أو مقدرة المواد المبخرة أو خامات المبنى على امتصاص غاز التبخير من جهة أخرى .

مادة التبخير :

تستعمل مواد التبخير على هيئة سائل . والقليل منها يولد نتيجة تفاعل كيمائى فى الحيز المراد تبخيره كغاز حمض الايدروسيانيك ، أو نتيجة احتراق عناصر كالكبريت ، فينشأ عنه غاز ثانى اكسيد الكبريت ، أو نتيجة تسامى مواد صلبة مثل النفثالين أو البارادیكلوروبنزين . ومواد التبخير بوجه عام ليست فعالة تماماً وهى على الحالة السائلة كمبيدات بالملامسة ، ولهذا يجب أن تبخر وتحول إلى الحالة الغازية ، إذ أن الغازات قادرة على التخلل والانتشار ، وهى الخواص المميزة لمواد التبخير ، كما يجب أن يتم إطلاق كمية الغازات المقررة فى أقل وقت ممكن .

ويحتاج تحويل مادة التبخير من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية إلى حرارة يمكن الحصول عليها من الجو أو من البناء المبخر نفسه أو من البضائع أو من مادة التبخير نفسها . وعند ما يكون الجو بارداً تستقر مادة التبخير المختلطة بالهواء البارد على ارتفاع بسيط من الأرض .

أما إذا كان الجو دافئاً فإن مادة التبخير تتحول إلى الحالة الغازية بمجرد رشها مباشرة أو رشها على مواد تمتصها أولا مثل الزكائب ، ثم تتبخر منها إلى الجو المحيط بها . وفى حالة الجو البارد يجب استعمال مسخن كهربائى أو ماء ساخن ليساعد على تحول مادة التبخير السائلة إلى الحالة الغازية .

إعداد مبنى الغرف والمخازن للتبخير :

يزداد فقد الغاز من المبانى أو الغرف الخالية بالتسرب أو بالامتصاص خلال مواد البناء . ويرجع معظم الفقد فى المبانى المبنية من الطوب أو الأسمنت إلى الامتصاص ، ويكون الفقد شديداً جداً بالتسرب إذا كانت المبانى قديمة .

ويمكن خفض الامتصاص الذى يحدث فى المبانى بواسطة طلاء الجدران بطلاء زيتى مع السليولوز، أو بطلاء من البيتومين Bitumin أو بطلاء جيلاتينى أو من البلاستيك أو بأى طلاء آخر يفى بهذا الغرض . وقد وجد أن الخشب والطوب والأسمنت ومخلوط الرمل والجير والجبس جميعها شديدة الامتصاص ، وتختلف شدة الامتصاص باختلاف هذه المواد .

ويجب أن يكون المخزن معدا إعدادا خاصا لعمليات التبخير حتى يقل الفقد بالامتصاص أو بالتسرب ، كما يجب أن يكون بحجم مناسب ومتصل بمبخر كهربائى وبوسيلة مناسبة لتحريك الغاز وتقليبه وتهوية المكان بعد انتهاء التبخير ، كما يستحسن أن تجهز غرف التبخير بما يرفع درجة حرارتها فى فصل الشتاء إلى الدرجة المطلوبة ، وذلك للمساعدة على تحويل مادة التبخير من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية فى حالة عدم وجود مبخر ، وكذلك لجعل الحشرات أكثر نشاطا ، وبالتالى أكثر قابيلة للتأثر بمواد التبخير .

ويجب أن تكون حواف أبواب غرف التبخير مكسوة بكاوتشوك ضاغط (أو أية مادة أخرى تفى بالغرض) لتكون محكمة الإغلاق عند التبخير ، كأبواب الثلاجات ، كما يجب تقليل الفتحات قدر الاستطاعة حتى لا تكون كثرتها سببا فى ارتفاع نسبة الغازات المتسربة .

وتكون لغرف التبخير عادة أرضية كاذبة بارتفاع يتراوح بين ١٠ و ٢٠ سم من سدائب الخشب المتين أو الحديد المثقب تمر من بينها الغازات خصوصا عندما تكون الغرفة مجهزة بأجهزة لتقليب الغازات .

وإذا وجدت بالغرفة المراد تبخيرها منافذ أو فتحات أخرى وجب العمل على لصق الأماكن المحتمل تسرب الغازات منها بنوع خاص من الورق يكون

غير منفذ للغازات ، ويتبع اللصق كذلك فى الأبواب فى حالة عدم وجود كاوتشوك ضاغط حول حوافها .

وقد وجد أن الصلب الخفيف من أحسن المواد التى يمكن أن تثبت بحوائط غرف التبخير حيث يلائم مواد التبخير ، إذ أنه غير قابل لامتصاص الغازات . أما الغرف العادية فتكسى حوائطها باللباد المغطى بالقار أو بالأسفلت bituminous felt ويثبت هذا اللباد الأسفلتى عادة فى إطارات خشبية ، ويكون اللحام بين كل قطعة وأخرى بالقار (البيتومين) ، ويراعى عدم اتلافها بالوسائل الميكانيكية .

أما الغرف المبنية من الطوب فتطلى من الداخل بالجبس ثم تغطى بثلاث طبقات من دهان زيتى جيد ، وهذا يكفى لإعطاء نتائج جيدة ، كما يجب أن تكون الأرضية من أسمنت مركز مغطاة أيضا بمركب بيتومينى .

ويمكن اختبار مدى صلاحية غرف التبخير لإجراء عمليات التبخير بها ، وذلك من حيث إحكامها باتباع الآتى :

١ — تغلق الغرفة إغلاقا تاما كما لو كانت ستجرى بها عملية تبخير .

٢ — يضغط هواء إلى داخل الغرفة — عن طريق ثقب خاص — بواسطة آلة تنظيف كهربائية أو بأى جهاز مماثل حتى نحصل على ضغط داخلى قدره ٥٠ مليمترا ، ويبين ذلك مانومتر من الكيروسين ذى ذراع مفتوح متصل بالغرفة عن طريق ثقب آخر .

٣ — يقفل جهاز ضغط الهواء وتسد هذه الفتحة .

٤ — يقاس الزمن الذى ينزل فيه الضغط من ٥٠ إلى ٥ مليمترات .

٥ — إذا كان الوقت المذكور ٢٢ ثانية أو أكثر اعتبرت هذه الغرفة صالحة ، أما إذا قلت المدة عن ذلك فيحكم الإغلاق وتعاد التجربة إلى أن تصل إلى الحد المذكور .

التخلل :

يتأثر توزيع الغاز داخل البناء بالتقليب او بالتسخين أو بالتخلل أو بمرور الغاز داخل المسافات البينية التى بين المواد المبخرة ، ويتم ذلك بصفة أساسية

بالانتشار ، وفى حالة إجراء عملية التبخير فى غرف خاصة فرغت من الهواء أو فى غرف تبخير أعدت بمراوح أو بطريقة تمرير الغاز فى دائرة فإن الانتشار والتخلل يتم باختلاف الضغوط .

كما يجب أن ترص البضائع المزمع تبخيرها بطريقة خاصة حتى يتسنى لها التعرض لأكثر ما يمكن من الغاز ، وتطبيقاً لما ثبت من التجارب ترص الصناديق المعبأة بالفواكه المجففة بحيث يتعرض طرفا الصندوق للغاز ، وعلى ذلك ترتب الصناديق فى رصات كل رصة منها سمك صندوق واحد ، وبين الرصة والأخرى مسافة مناسبة ولتكن بوصتين على وجه التقريب . أما الحبوب المعبأة فى غرارات فترص أفقياً بالنسبة للمخزن فى رصات كل منها سمك زكيبتين ، على أن يعرض جانب واحد من كل زكيبة للممر ، وتكون المسافة بين الرصة والرصة ١٢ بوصة على وجه التقريب .

كما يتأثر التخلل بحجم وترتيب المسافات البينية للمواد المبخرة ، وتختلف نسبة هذه المسافات فى المواد المختلفة وهى على كل حال كبيرة بصفة عامة ، وتتراوح بين ٠.٣٪ فى البلح المضغوط على هيئة مكعبات و٠.٢٥٪ فى الفواكه المجففة والمضغوطة أما فى الحبوب فتصل إلى ٣٥٪ وتزداد النسبة عن ذلك كثيراً فى بعض الحالات الأخرى ، وعلى ذلك يكون الانتشار والتخلل متجانساً فى حالة الحبوب والفواكه المجففة . أما فى حالات البالات المضغوطة كبالات الدخان فقد يتأثر الانتشار فى بعض المناطق التى تكون فيها مضغوطة تماماً ويكون الانتشار ضعيفاً فى حالة مكعبات البلح لهبوط نسبة المسافات البينية .

كما يتأثر انتشار الغاز وتخلله كذلك بمقدرة المواد المبخرة أو العبوات على امتصاص مادة التبخير .

ويحدث الامتصاص بالإذابة أو بالاتحاد الكيميائى أو بالثبات السطحى وليس للكمية الممتصة تأثير على الحشرات فى أغلب مواد التبخير ، وتنفصل الكمية الممتصة ثانيا فى أغلب الأحوال عند هبوط نسبة التركيز فى الجو المحيط بسبب التهوية .

التبخير تحت الأغطية أو المشمعات :

إذا لم تتوافر المخازن المحكمة أو غرف التبخير فإنه من الممكن تبخير الحبوب المعبأة فى غرارات ، أو الدقيق أو غيرها من المواد الغذائية المعبأة تحت الأغطية أو المشمعات Tarpaulins

وهذه الأغطية إما أن تكون من قماش معامل أو مبطن بالكاوتشوك أو البلاستيك أو القار أو زيت بذر الكتان المغلى بحيث تكون غير منفذة للغازات أو تكون مصنوعة من لدائن كيماوية مثل الـ polyethylene أو vinal acetate أو مادة الفاينايد vynide أو اللدائن التى يتوسطها المطاط أو غير ذلك. ويستحسن عند إجراء عملية التبخير تحت هذه الأغطية أن يكون ارتفاع الرصة بين ٥ و٦ أقدام وأن تغطى الرصة تماما بالغطاء ، على أن يكون هذا الغطاء كبيراً بدرجة كافية حتى يتبقى منه حول الرصة نحو قدمين فى كل جانب ، ويجب أن توضع على هذه الحواف الجانبية للغطاء قبل انطلاق الغازات زكائب ممتلئة أو ثعابين من الرمل لإحكام التنفيس حول القاعدة . وفى حالة الرصات الكبيرة يمكن استعمال أكثر من غطاء واحد مع لف طرفى كل غطاءين متجاورين بعضهما على بعض عدة لفات مع القبض على هذا الجزء الملتف من أبعاد متساوية بمقابض معدنية خاصة . ويجب عند ترتيب الرصة أن ترص عدة زكائب فوق منتصف السطح العلوى على هيئة قبة مفرغة ومفتوحة من أعلى كى تساعد هذه القبة على انتشار الغاز وتدخل الغازات إلى الرصة خلال أنبوبة نحاسية تمر من تحت الغطاء إلى القبة المذكورة حيث يخرج الغاز ليقابل فراغ هذه القبة ، وتكون بهذه الأنبوبة فتحة أو أكثر حسب حجم الرصة، على أن يقابل كل فتحة فتحة يخرج إليها الغاز. كما يمكن وضع مروحة تحت الغطاء وبجوار القبة ، وتكون ذات سلك طويل وتدار من الخارج مدة ربع ساعة للمساعدة على انتشار وتوزيع الغاز داخل الرصة . وأحسن الغازات المستعملة لهذا النوع من التبخير هو بروميد الميثيل . ويمكن فى حالة إتمام إحكام الغطاء استعمال نفس الجرعة من هذا الغاز المستعمل داخل غرف التبخير .

ويستحسن إجراء هذه العملية فى العراء حيث تقل الأضرار الناشئة من احتمال

تسرب بعض الغازات من الغطاء . ويفضل إجراؤها على الأرصفة فى الموانى أو فى الأماكن التى تكون فيها الأرضية أسفلتية أو أسمنتية ، كما يمكن إجراؤها داخل المخازن الكبيرة ، وعندما يراد تبخير اللوطات الموجودة بها تبخر كل منها على حدة .

وبعد انتهاء مدة التعريض المقررة يسحب الغطاء سحبا جزئيا من أحد جانبى الرصة وتترك الرصة معرضة للهواء الجوى على الأقل مدة ٣٠ دقيقة قبل أن يرفع الغطاء عنها كلية . ويجب ارتداء الكمامات عند رفع الغطاء للتهوية .

التبخير الفراغى :

التبخير الفراغى هو أن توضع المواد المراد تبخيرها فى غرفة من الصلب محكمة لا تتسرب منها الغازات ثم يفرغ منها الهواء ويحل غاز مميت للحشرات محل الهواء الجوى ، وبهذه الطريقة يتخلل الغاز المواد المراد تبخيرها بسرعة أكثر مما يحدث تحت الضغط الجوى العادى ، كما أن الغازات تصل وتقتل الحشرات فى وقت أقل . وتتراوح مدة التعريض فى التبخير الفراغى بين ساعة وثلاث ساعات ، فى حين أنها فى الجو العادى تتراوح بين ١٠ و ٢٤ ساعة ، وقد تزيد . والتوفير فى الوقت والسرعة فى الابادة من الضروريات فى العمليات التى تتحتم فيها سرعة تسلم المواد الغذائية ، كما أنه قد وجد أن التخلل يزداد خلال المواد الدقيقية كالدقيق والردة ، وكذلك فى المواد المضغوطة كالبلح وبالات القطن وغيرهما . وعلاوة على تقصير فترة التعريض وضمان الإبادة فإن للتبخير الفراغى فوائد جمة أخرى ، فإنه عند انتهاء عملية التبخير يمكن التخلص من الغازات وبقاياها من المادة المبخرة بسرعة بواسطة عملية الغسيل الهوائى air washing بالتفريغ إلى درجة ٢٧ أو أكثر ثم إدخال الهواء النقى ، وبتكرار هذه العملية مرتين أو ثلاث مرات تتحرر المواد المبخرة من أكثر الغازات ، وعلى ذلك فليس هناك خطر من دخول العمال إلى الغرف بعد التبخير والغسيل الهوائى .

وغرف التبخير الفراغى إما أن تكون اسطوانية أو على شكل متوازى مستطيلات ، وهى ذات أحجام مختلفة تتراوح بين قدم مكعبة لأغراض التجارب

إلى ألفين من الأقدام المكعبة للعمليات الكبيرة تتسع لعربات صغيرة محملة بالمواد المراد تبخيرها وتتصل كل غرفة أو أكثر بمفرغة للهواء ، ليمكن اجراء أكثر من عملية واحدة فى وقت واحد ، كما تتصل كل غرفة بمبخر يحول مادة التبخير إلى الحالة الغازية قبل دخولها إلى الغرفة ، وجهاز لقياس الفراغ داخل الغرفة وآخر لقياس درجة الحرارة ، وجهاز ثالث لتقدير الجرعات حجماً .

ويجب أن تكون أبواب هذه الغرف معلقة ومتزنة وسهلة الحركة إلى درجة يمكن معها لرجل واحد أن يحركها ويغلقها بمنتهى السهولة ، كما يجب أن تكون صمامات الغازات متينة ومحكمة ، مانعة من تسرب الغازات . ويتوقف تأثير الجهاز وقوة حفظه للغازات على إحكام الأبواب والصمامات ، وقد وجد أن الجهاز السليم يحتفظ بالتفريغ دون أن يتغير تغيراً ملحوظاً طوال مدة التعريض .

واختلفت الآراء فى طريقة التبخير الفراغى ، وتتلخص الآراء المتعددة والطرق المستعملة فيما يلى :

١ — يفرغ الهواء من الغرفة ويدخل غاز التبخير بعد ذلك ويظل الفراغ بالغرفة حتى نهاية مدة التعريض .

٢ — يفرغ الهواء من الغرفة ثم يدخل غاز التبخير ، وبعد ذلك مباشرة يكسر الفراغ بإدخال الهواء الجوى .

٣ — يفرغ الهواء ، ثم يدخل الغاز مع الهواء الجوى فى وقت واحد حتى يتعادل الضغط الجوى داخل الغرفة بالضغط الجوى خارجها .

٤ — يفرغ الهواء ثم تدخل الجرعة ويكسر الفراغ بإدخال الهواء الجوى بعد مدة .

التحضير لعملية التبخير :

١ — بعد رص البضائع المراد تبخيرها داخل المخزن أو غرفة التبخير بالطريقة المناسبة يعمل حصر شامل للحشرات الموجودة .

٢ — يقدر التركيز اللازم من مادة التبخير المستعملة ، وكذلك مدة التعريض اللازمة لقتل الحشرات المختلفة وأطوارها تحت الظروف الموجودة بالتجربة .

٣ — يجب التأكد من أن مادة التبخير المستعملة ملائمة للمادة المبخرة من الناحيتين الصحية والطبيعية .

٤ — تقدر الجرعة التى تعطى التركيز المذكور ، وكذلك أحسن طريقة لاستعماله . ويجب أن يكون معلوما أن تبخيرة واحدة قد لا تكون كافية لصيانة المادة المبخرة أثناء فترة الخزن ، ولهذا قد تلزم إعادة العملية عند ظهور الإصابة ثانيا .

وتستعمل فى مصر الآن على نطاق واسع لتبخير الحبوب والمواد الغذائية مادة ثانى كبريتور الكربون وغاز حمض الأيدروسيانيك ، كما استخدم فى فترة الحرب الماضية مخلوط من مادتى ثانى كلورور الايثلين ورابع كلورور الكربون بنسبة ٣ — ١ بالحجم ، وهو المعروف تجاريا باسم الكلوراسول ، كما يستعمل فى الوقت الحاضر غاز بروموز الميثيل .

وتتلخص الخواص الطبيعية والكيمائية لهذه المواد فيما يأتى :

ثانى كبريتور الكربون

خواصه :

الرمز الكيمائى	ك كب ٢
الوزن الجزيئى	٧٦,١٣
نقطة الغليان تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا	٤٦,٣° م
كثافته النسبية	١,٢٦١

وقد اختبرت هذه المادة لأول مرة كمادة لتبخير الحبوب عام ١٨٥٤ وأخذ استعمالها فى الانتشار بعد ذلك رويدا رويدا .

وهى سائل عديم اللون ذو رائحة مميزة غير كريهة عندما يكون نقيا ، والتجارى منه يميل لونه إلى الاصفرار لزيادة نسبة الكبريت به ، ورائحته غير مرغوبة بسبب احتوائه على نسبة من كبريتور الأيدروجين ، والغازات الناتجة منه قابلة للاشتعال ، والحد الأدنى لاشتعالها فى الهواء هو ١,٠٦ ٪ والحد الأعلى لاشتعالها هو ٥٠ ٪ (أى بجرعة تتراوح بين ٩, كج إلى ٤٥ كج لكل ١٠٠٠ قدم مكعبة من الفراغ) .

وهى أثقل من الهواء ٢,٦٣ مرة ، والسائل أثقل من الماء بمقدار الربع ، والحجم الواحد من السائل ينتج ٣٧٥ حجما من الغاز . وضغطه البخارى ٢٩٧,٥ ملليمترا على درجة ٢٠° م .

وينتشر الغاز بسرعة إلى أسفل أكثر منه إلى أعلى، وقوة تخلله فى المواد المبخرة ملحوظة . ومخلوطه من الهواء شديد الاشتعال والانفجار ، وقد يشتعل بأى نوع من أنواع النيران وبدون نار على درجة حرارة ٢١٢° ف أو أكثر ، وعلى ذلك فإن اللمبات والسجاير والمداخن والشرر الناتج من الأزرار الكهربائية أو الناتج من الطرق على المعادن قد يحدث انفجارا للأبخرة ، وعلى هذا يجب استعماله بعيدا عن مصادر الحريق .

ولتقليل أخطار الحريق تخلط هذه المادة مع رابع كلورور الكربون أو ترايكلور ايثلين أو ثانى اكسيد الكربون. ولضمان توقى أى خطر من الاشتعال يجب أن تكون نسبة المادة المضافة كبيرة جدا .

استعماله :

وتستعمل هذه المادة منفردة فى تبخير المحاصيل المخزنة بالصوامع رشا على غرارات تفرش على سطح الحبوب للعمل على توزيع الغاز داخل الصومعة ، وفى حالة تبخير الحبوب المخزنة فى مخازن يجب أن ترش المادة فوق سطح الحبوب فى أماكن متفرقة ، أو توضع مادة التبخير فى أوعية مفلطحة متعددة فوق سطح الحبوب .

كما ينجح استعماله كمادة تبخير للتربة ضد منّ الجذور ، وقد استعمل مستحلباً لتطهير التربة من الحشرات التى تعيش فيها . وتستعمل المادة مختلطة بثانى أكسيد الكربون فى أجهزة التبخير الفراغى لتطهير الرسائل الزراعية الواردة .

ويجب بصفة عامة عدم استعمال هذه المادة فى تبخير المواد الزيتية أو الدهنية أو فى تبخير النباتات الخضراء .

وقد وجد أن هذا الغاز أكثر تسميما للحشرات من الايدروجينات المكربنة

المكلورة وتتناسب سمية مخاليطه مع ثانى أكسيد الكربون ورابع كلورور الكربون تناسبا طردياً مع نسبته فى المخلوط .

تأثيره السام على الإنسان والحيوان :

يعتبر تركيز قدره ١٠ أجزاء فى المليون أقل جرعة أمينة منه ، ويقدر آخرون هذا التركيز بـ ٣,٣ أجزاء فى المليون ، وهو يعادل ٠,١ من المليجرام / لتر ، وقد تظهر الأعراض السامة على الإنسان عند تعرضه يومياً لجرعة واحدة قدرها ٣٣ جزءا فى المليون ، أو لجرعة قدرها ٣٣٠ جزءا فى المليون مرة واحدة ، وقد يمتص هذا الغاز عن طريق الجلد .

ونظراً لأن هذه المادة مذيبة للدهون فإنها سامة للأعصاب وينشأ عن التعرض لها صداع ودوخان وقىء وزغللة وعدم إدراك عقلى Mental Confusion وغيبوبة وخمول ينتهى بالموت إذا كان الاستنشاق بكميات كبيرة لمدة طويلة . وأول أعراض التسمم بهذا الغاز عدة ظواهر تبدأ بقلة التفكير . وقلة السمع والإبصار مع حدوث زغللة ، ولهذا يجب استعمال كمامات واقية ذات مرشحات خاصة . وتكون أعراضه مصحوبة بتقلصات عضلية وارتباكات معدية والشعور بضغوط ليلية (كابوس) ، أما إذا استطالت مدة التعريض لتركيزات تحت مميتة فإنه يتسبب عنها الشعور بالنعاس وفقر الدم وشحير عند النوم وحالات تخريف جنونية ، وقد يسبب عجزاً تناسلياً وخللا عقلياً ، وإذا كان التعرض لتركيز أعلى من ١٠٠٠ جزء فى المليون مدة لا تقل عن ٣٠ دقيقة سبب ذلك تهيجاً وزغللة ونوماً تاماً وتشنجات وموتاً بسبب فشل عملية التنفس .

غاز حمض الايدروسيانيك

خواصه :

الرمز الكيمائى	يد ك ز
الوزن الجزيئى	٢٧,٠١٦
نقطة الغليان تحت ضغط ٧٦٠ ملليمترا	٢٦° م
كثافته النسبية	,٦٩٩

عرفه المصريون كمادة سامة استخرجت من اللوز المر وبعض النباتات الأخرى ، وقد استغل الرومان هذه المعرفة واستعملوه كسم للقتل .

واستعمل هذا الغاز كمادة للتبخير عام ١٨٧٧ للتخلص من اليرقات والخنافس التابعة للعائلة Dermestidae التى أصابت محتويات صناديق أحد المتاحف . واستعمله Coquillet عام ١٨٨٦ فى كاليفورنيا لعلاج أشجار الموالح من الحشرات القشرية والبق الدقيق ، وكان هذا الغاز يفضل جميع الغازات المستعملة فى ذلك الزمن .

واستعمل هذا الغاز ضد الحشرات القشرية بتفاعل سيانور البوتاسيوم والماء وحامض الكبريتيك بوضعها جميعا فى وعاء مقفل خارج الخيمة ثم يطرد الغاز الناتج بواسطة جهاز خاص «منفاخ» (blower) واستعمل بعد ذلك فى كاليفورنيا جهاز خاص لتوليد الغاز سمى (cyanofumer) ، وفى عام ١٩٠٥ استبدلت بمادة سيانور البوتاسيوم مادة سيانور الصوديوم حيث ثبت أنها أحسن من الناحية الاقتصادية ، إذ يتولد الغاز فيها بكمية أكبر ، ومنذ ذلك الحين حلت محلها حلولا تاما ، وقد اتضح نظريا أن ١٠٠ جزء من سيانور الصوديوم تعطى كمية من الغاز تعادل الكمية الناتجة من ١٣٢,٨٢ جزءا من سيانور البوتاسيوم ، كما يستعمل هذا الغاز على هيئة سائل مضغوط فى اسطوانات من الصلب ، وهى طريقة شائعة الاستعمال لسهولتها .

وهذا السائل عديم اللون سريع التطاير ، درجة غليانه ٢٦°م وكثافته ٠,٦٩٩ ويتجمد فى درجة ١٧°م ويشغل جرام من هذا السائل فراغا قدره ٩٠٠ سم٣ فى درجة ٢٦,٦ م وضغطه البخارى ٦١٠ ملليمترات فى درجة ٢٠ م . والغاز الناتج أخف قليلا من الهواء ، قابل للاشتعال إذا تراوح تركيزه بين ٦ , ٥ و ٣٩,٨ ٪ بالحجم (٣,٨٦ - ٢٧,٥ رطلا لكل ١٠٠٠ قدم مكعبة من الفراغ) وللغاز رائحة مميزة تشبه رائحة اللوز المر ، ورغم أن رائحته قوية ومميزة فإنه لا يتيسر لكثير من الناس تمييزه . وهو قابل للذوبان فى الماء بنسب كبيرة ، والحامض الناتج ضعيف ، والأملاح المتكونة من هذا الحامض والقواعد غير العضوية غير ثابتة وتتحلل فى وجود الرطوبة الجوية إلى غاز حمض الأيدروسيانيك . وأسرع طريقة لإنتاج هذا الغاز تكون بتفاعل سيانور الصوديوم مع حامض الكبريتيك التجارى والماء ، ويطلق على هذه الطريقة (طريقة الـ

طرق توليد الغاز :

يمكن إنتاج هذا الغاز على نطاق تجارى ، إما باستعمال سيانور الصوديوم المتبلور والمشكل على هيئة كرات زنة الواحدة تتراوح بين ١٠ و ٣٠ جراما حسب مصدرها، أوعلى هيئة غازمتحول إلى سائل تحت ضغط معبأ فى اسطوانات ، أو غاز ممتص على مادة حاملة غير فعالة ، أو مركبات كالسيوم محضرة ، وهى إما أن تكون محببة أو على هيئة مسحوق ناعم ، أو على هيئة قوالب صغيرة حيث ينفرد منها غاز حمض الأيدروسيانيك بتعرضها للرطوبة الجوية .

وتبلغ درجة نقاوة سيانور الصوديوم المستعمل بين ٩٦ و ٩٨ ٪ وينتج منه ٥٤ ٪ من غاز حمض الأيدروسيانيك ، أما حامض الكبريتيك التجارى فيجب ألا تقل فيه نسبة الحامض عن ٩٦٪ وأن تكون كثافته عند درجة ١٥م: ١,٨٤ ، وهى تعادل ٦٦ درجة بومية ، وتستعمل هذه المواد بالنسب الآتية :

١ جرام	ص ك ز	(سيانور صوديوم)
٠,٩ سم٣	يد٢ كب ا ٤	(حامض كبريتيك)
٢ سم٣	يد٢ ا	(ماء)

مع ملاحظة أن يسكب الحامض على الماء ببط .

وللإسراع فى توليد الغاز من سيانور الصوديوم يعمل محلول مركز من هذا الملح بإذابته بمعدل ٢٠٠ رطل لكل ٥٠ جالونا من الماء ، ويحتوى كل ٢٢,٥ أوقية من هذا المحلول على ٩ أوقيات بالوزن من ملح سيانور الصوديوم ، وتستعمل هذه الطريقة بالولايات المتحدة فى تطهير القطن ومنتجاته بجرعة قدرها ٢٢,٥ أوقية من المحلول سالف الذكر ، تضاف إليها ٩ أوقيات من حامض الكبريتيك السائل + ٩ أوقيات من الماء لكل ١٠٠ قدم مكعبة .

ويعتبر هذا الغاز بوجه عام من أشد الغازات المستعملة تسميما للحشرات بوجه عام .

طرق الكشف عن آثار الغاز فى الجو :

١ — يتحول لون ورقة مبللة من خلات النحاس والبنزيدين إلى اللون الأزرق بتعريضها للغاز ، وهذه الطريقة هى أكثر الطرق استعمالا .

٢ — تغمس ورقة حمض البكريك فى محلول ٥٠/. من كربونات الصوديوم الحديث التحضير فيتحول لون الورقة الأصفر إلى اللون البنى بدرجاته فى وجود هذا الغاز ، ويتدرج اللون من الأصفر إلى البنى القاتم حسب تركيز الغاز فى الجو .

٣ — تتحول أوراق الميثيل أورانج بين البرتقالى والبنى حسب تركيز الغاز (١٠٠ جزء فى المليون من الغاز فى الجو يعطى لوناً بنياً قاتماً) .

٤ — يتحول لون أوراق الذرة إلى اللون الأزرق فى حالة وجود الغاز .

تأثيره على النباتات والمواد المبخرة :

يعتبر هذا الغاز غير ذى خطر على النباتات إذا استعمل بالجرعات المميتة للحشرات ، وقد بخرت أشجار الموالح به عدة سنوات دون أى ضرر ، وكانت مدة التعرض تحت الخيام ٤٥ دقيقة ، وتهبط الجرعة خلال هذه الفترة من ٤ ملليجرامات/لتر الى ٢ من الملليجرام/لتر ، وتجرى هذه العملية خلال الليل أو على الأقل بعد الغروب بساعة حتى لا تتأثر الأوراق ولا الثمار بأشعة الشمس ، سواء أكان ذلك قبل التبخير أو بعده ، وعند تبخير الصوب الزجاجية بمادة سيانور الكالسيوم بجرعة قدرها ٢١ جراما لكل ١٠٠٠ قدم مكعبة (تعادل ١٣ ملليجراما/لتر يدك ز) لمدة ٣ ساعات تتأثر بعض أنواع القرنفل ويظهر ابيضاض على السبلات والأوراق وتزداد قابلية النباتات للتأثر بارتفاع الرطوبة فى التربة ، وعند عدم تظليل النباتات بعد المعاملة .

ويؤثر هذا الغاز على نباتات الطماطم والدخان ، فعندما يكون التركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون يحدث الضرر لساق الطماطم والدخان بعد ١٥ دقيقة ، ويظهر الضرر على أوراق الطماطم بعد ١٢ دقيقة ، وبعد ٤ دقائق فى نبات الدخان . ولا يؤثر هذا الغاز على حيوية التقاوى ، ولكنه قد يؤخر قدرتها على الإنبات ولا تمتصه المواد الغذائية الجافة لدرجة تجعله خطرا على المستهلك .

وتتخلص المواد الغذائية المبخرة بهذا الغاز من الكميات الممتصة منه بعد وقت من تعريضها للهواء النقى ، أما الخضروات الطازجة فقد وجد أنها تمتص

هذا الغاز ، وتعتبر المواد الغذائية غير ضارة ما دامت تحتوى على كمية لا تزيد عن ٧٥ جزءاً فى المليون ، وهى الكمية الموجودة طبيعياً فى اللوز المر .

وتحتفظ الأجسام التى لها قابلية على امتصاص هذا الغاز كالمراتب القطنية والمواد المحتوية على نسبة عالية من المحتويات المائية — بالغاز خصوصاً فى درجات الحرارة المنخفضة ، ولهذا فإنه من المهم عند تهوية المبانى المبخرة تدفئة هذه المواد بصفة خاصة حتى لا تتبقى بها غازات قد تكون ضارة بعد ذلك .

وقد وجد أن هذا الغاز من الغازات التى تمتص بدرجة عالية بواسطة مواد غذائية كثيرة ولا سيما ما كان منها ذا جزيئات صغيرة ، ويعلق هذا الغاز بشدة مع الردة ، كما أنه يكون مع الفواكه السكرية كالبلح المجفف والمشمش المجفف وغيرها مركبات سيانوهيدرينية . وقد وجد أن درجة التسميم الناشئة من المركبات السيانوهيدرينية التى تكونت فى سكر الليفيولوز تعادل تماماً تسميم السيانور الذى دخل فى هذا التفاعل .

ويغير هذا الغاز طعم البن والشاى والتوابل والدخان ، وقد يفسد الفواكه الطازجة والخضروات . ويجب عدم تبخير الزبد والدهون الأخرى المحتوية على نسبة مرتفعة من الماء بها .

ويستعمل هذا الغاز على نطاق واسع فى انجلترا رشا بواسطة البشابير إذا كان معبأ داخل اسطوانات ، كما يستعمل الممتص منه لتطهير المراكب من القوارض فى المطاحن والمخازن الفارغة ، ويستعمل بأمريكا فى تطهير المكسرات المعبأة والحلويات ، والدقيق والأرز وبذرة القطن ، كما يستعمل فى تطهير الحبوب والحبوب الزيتية وأنواع الكسب .

ولا تتأثر خواص الخبز والعجين بعد معاملة القمح بهذا الغاز ، وقد سجل بعض العلماء تأثر بعض خواص الخبز بوجود آثار منه ، ويختفى هذا التأثر بالتهوية الجيدة . وقد وجد أن المعاملة بكلورور النيتروجين أثناء الطحن يخفف الضرر ويقلله .

كما لا يؤثر هذا الغاز على محتويات الحبوب والدقيق والفيتامين .

تأثيره السام على الإنسان والحيوان .

يعتبر هذا الغاز من أشد الغازات تسمما للحيوانات العليا ، لأنه يسرى نحو المجارى الدموية فيقف نشاط السيتوكروم وأكسيدازالسيتوكروم أى يمنع أكسدة الأنسجة ، وهى ذات أهمية خاصة للتنفس الخلوى .

وتؤثر التركيزات العالية من هذا الغاز تأثيراً سريعاً وتسبب التركيزات الآتية الأعراض التالية :

٠,٠٢٥ من الملليجرام/لتر وهى تعادل ٢٠ جزءاً فى المليون ، وتتسبب عنها أعراض خفيفة بعد بضع ساعات .

٠,١٢ من الملليجرام/لتر وهى تعادل ١٠٠ جزء فى المليون ، وتتسبب عنها أعراض شديدة بعد ساعة .

٢,٥ من الملليجرام/لتر وهى تعادل ٢٠٠٠ جزء فى المليون ، ويتسبب عنها الموت السريع .

وتعتبر جرعة قدرها ٠,٠٢ من الملليجرام/لتر (١٦ جزءاً فى المليون) أقل تركيز ذى تأثير ضار على الثدييات دون أعراض ظاهرة . أما التركيزات الأعلى من ٢٠ جزءافى المليون فتعتبر خطرا إذا استنشقت مدة ساعة أو أكثر .

ويمتص هذا الغاز بسرعة عن طريق الجلد فى التركيزات العالية . وقد أجريت تجربة عرضت فيها مساحة قطرها بوصة واحدة من جلد الفيران البيضاء Guinea pigs فماتت هذه الفيران بهذه المعاملة بعد ٨ دقائق ، وإذا تعرض إنسان يرتدى قناعا واقيا ولكن جلده عار لا يقيه قماش ضد هذا الغاز فإنه يتأثر من جراء تعرضه لهذا الغاز مدة عشر دقائق لتركيز قدره ٢٠٠٠ جزء فى المليون ، ويصبح غير قادر على العمل فى مدى الثلاثة الأيام التالية .

وقد وجد أن الجرعة المميتة عن طريق الفم هى ٥٠ مليجراما للشخص وهى تعادل ٠,٨ من الملليجرام لكل كيلو جرام من وزنه .

وعند تعرض الإنسان لجرعة تحت مميتة من هذا الغاز لمدة وجيزة يحدث له تهيج فى الزور وإنتاج كثير من اللعاب وانسياب دموع العين وصعوبة التنفس وزغللة مصحوبة بصداع ونبض سريع عدة ساعات وضعف عام يظل عدة أيام . أما عند تعريض حيوانات العمل لتركيزات مميتة فإن تلك الحيوانات تظهر شراسة

غير عادية وشللا بطيئا ، ثم يعقب ذلك تخدير عام وشلل فى الجهاز التنفسى ، وقد تسبق الموت بعض الحركات التشنجية ، وعند تشريح الحيوان يلاحظ تلون الدم باللون الأحمر الفاتح ، والرئات باللون القرمزى وتطلق عليها رئات السيانور ، وليس لهذا الغاز أثر تراكمى

الإسعافات الاولية

تعتبر حالة التسمم بهذا الغاز غير مميتة إذا اتخذت الإجراءات العلاجية فى الحال ، فإذا كان المصاب فاقد الوعى وجب عدم نقله إلى المستشفى ، بل تتخذ الإسعافات الآتية :

١ — ينقل المريض إلى الهواء النقى مع استبقائه نائما ، وتجنب الأماكن الباردة . وتجب المبادرة بخلع ملابسه الملوثة وإبعادها عن الغرفة وتدفئة المصاب ، ثم يتبع الآتى مع طلب الطبيب :

٢ — إذا كان التسمم بسبب استنشاق الغاز تكسر أنبوبة نيتريت الأميل Amyl nitrite فى قطعة من القماش وتوضع تحت أنف المصاب مدة ١٥ ثانية ، وتكرر هذه العملية خمس مرات بين المرة والأخرى ١٥ ثانية مع القيام بالتنفس الصناعى إذا كان تنفسه قد وقف .

٣ — فى حالة ابتلاع يدك ز ـ وهو على حالة سائل ـ تكسر أنبوبة نيتريت الاميل فى قطعة من القماش وتوضع تحت أنف المصاب ١٥ ثانية ، وعندما يعود المريض إلى شعوره يعطى مقيئا (ملعقة شاى من المقيىء فى كوبة ماء دافىء) وتكرر حتى يتم القىء ، ويكرر استنشاق نيتريت الاميل خمس مرات على دفعات كل ١٥ ثانية مع التنفس الصناعى إذا كان قد وقف .

٤ — يجب عدم إعطاء المصاب أى شىء عن طريق الفم إذا كان فاقد الوعى مع تركه هادئا ودافئا إلى أن يحضر الطبيب .

الأدوية المضادة التى تعطى بمعرفة الطبيب :

١ — يجب أن يقرر الطبيب مدى ضرورة إعطاء نيتريت الاميل ، كما يجب إعداد

١٠سم٣ من محلول ٠.٣/. نيتريت الصوديوم و٥٠ سم٣ من محلول ٠.٢٥/. ثيوسلفات الصوديوم (ويعطيان حقناً فى الوريد) .

٢ — يمنع إعطاء نيتريت الأميل ويحقن فى الوريد ٣, حبة (١٠ سم٣ من محلول ٠.٣/.) نيتريت الصوديوم بمعدل يتراوح بين ٢,٥ و ٥ سم٣ فى الدقيقة .

٣ — يحقن فى نفس الوريد بنفس الحقنة أو بحقنة أكبر ، وفى وريد أكبر ١٢,٥ حبة (٥٠سم٣ من محلول ٠.٢٥/.) من ثيوسلفات الصوديوم .

وتجب مراقبة المريض مدة تتراوح بين ٢٤ و ٤٨ ساعة ويعاد حقنه بنصف الجرعات السابقة من نيتريت الصوديوم وثيوسلفات الصوديوم ، وقد يكون من الأعمال الاحتياطية والوقائية إعطاء المريض الجرعات السابقة بعد ساعتين من الحقن الأول فى حالة تحسنه .

والوقت عامل مهم جداً فى الإسعاف ، ولهذا يجب أن يكون صندوق الإسعاف محتوياً على :

١٢ أنبوبة من نيتريت الأميل
٢ « « الصوديوم
٢ « « ثيوسلفات الصوديوم
٢ حقنة معقمة (١٠سم٣ و ٢٥سم٣)

وتكون هذه الأدوات تحت تصرف الطبيب .

مخلوط ثانى كلورور الايثلين ورابع كلورور الكربون بنسبة ٣ـ١ بالحجم :

يطلق على هذا المخلوط تجارياً اسم الكلوراسول ، وتتلخص خواص المركبين الداخلين فى هذا المخلوط فيما يلى :

ثانى كلورور الايثلين :

خواصه :

الرمز الكيمائى	ك يد٢ كل ك يد٢ كل
الوزن الجزيئى	٩٨,٩٤٧

نقطة الغليان تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا ٨٣,٧°م

كثافيه النسبية ١,٢٥٧

وقد اكتشف تأثير هذه المادة السام على الحشرات عام ١٩٢٧ .

وهى سائل عديم اللون فى درجات الحرارة العادية ، وله رائحة مميزة تشبه رائحة الكلورفورم . والأبخرة الناتجة منه أثقل من الهواء ٣,٥ مرات ، وهى قابلة للاشتعال بصعوبة عندما يتراوح تركيزها فى الجو بين ٦ و ١٦ ٪ ، ويتصاعد منها لهب ذو دخان ، ولهذا تستعمل دائماً مختلطة مع رابع كلورور الكربون ، وضغط الغاز البخارى على درجة ٢٠م هو ٦٢,٦ مليمترا .

استعماله :

تستعمل هذه المادة مختلطة بمواد أخرى ضد الكثير من الحشرات ، وهى مادة ناجحة الاستعمال فى الأغراض العامة بغرف التبخير حيث تتبخر المادة عن طريق أوعية مفلطحة توضع فى أماكن مرتفعة أو ترش على غرارات تفرش فوق سطح الحبوب داخل الصوامع أو المخازن ، ويمكن فى حالة الغرف إسراع عملية التبخير بالتسخين الكهربائى أو بإمرار تيار شديد من الهواء على السائل ، كما يمكن استعمال المادة حقنا داخل الزكائب ، واستعمالها فى التبخير الموضعى . ويعتبر هذا الغاز ذا تأثير متوسط على الحشرات كما أن لها تأثيرا متأخر عليها .

ويجب الحذر من استعمال هذه المادة فى تبخير المواد المحتوية على نسبة عالية من الدهون حيث تحتفظ برائحة وطعم كريهين عقب التبخير ، وتعلق بالحبوب رائحة هذا الغاز مدة طويلة حتى مع التهوية . أما المواد الدقيقة الجزيئات فتمتص من الغاز كميات أكبر ولكنها تفقدها بسرعة مع التهوية .

التأثير السام للمادة :

وقد غذيت بعض الحيوانات بحبوب معاملة تحتوى على ١٥٠٠ جزء فى المليون من هذا الغاز مدة تتراوح بين ٢ و ٤ أسابيع . فلم تظهر بها أية أعراض مرضية .

وليس لهذه المادة أى أثر ضار على مكونات الحبة أو على خواص العجن والخبز .

ولهذه المادة تأثير سام على بعض النباتات ، وتتوقف درجة تسميمها على نوع النباتات وعلى الرطوبة الأرضية .

وتعتبر هذه المادة أقل فى التسميم من رابع كلورور الكربون فإذا استنشقها الانسان لاتحدث اضطرابات ذات بال حتى إذا احتوى الهواء الجوى على ١٠٠٠ جزء فى المليون ، أما الذى احتوى على خمسة أضعاف هذا التركيز فإنه يعتبر خطرا بعد نصف ساعة . وقد تمتص هذه المادة مثل رابع كلورور الكربون عن طريق الجلد . ومن أعراض التسميم به الدوخان واضطراب المعدة مصحوبان بضعف وارتعاش وتقلصات معدية وهبوط فى سكر الدم . وتعريض الفيران البيضاء لجرعات شديدة يسبب لها التهابات فى العين والأنف وشلل بطىء وذهول مصحوب بارتعاشات يرجع بعضها إلى الضرر الحادث فى الرئتين .

رابع كلورور الكربون

خواصه :

الرمز الكيميائى	ك كل ٤
الوزن الجزيئى	١٥٣,٨٣
نقطة الغليان	٧٦,٨°م
الكثافة النسبية	١,٥٩٥

يطلق عليه أيضا تترا كلورو ميثان ، وهو مادة سائلة فى درجات الحرارة العادية ، وله رائحة الكلوروفورم، والغاز الناتج منه أثقل من الهواء ٥,٣ مرات، وضغطه البخارى ١٥٩,٦ مليمترا على درجة ٢٠° م ، والغاز غيرقابل للاشتعال ، وهو مادة بطيئة التطاير وتأثيرها ضعيف على الحشرات إذا استعملت وحدها ، وتخلط عادة مع غيرها من مواد التبخير لتساعد على انتشارها بزيادة الحجم وتقليل خطر اشتعالها أو تخفيف مواد التبخير الأخرى بخلطها مع برومور الميثيل مثلا أو ثانى برومور الايثلين . وتستعمل كميات كبيرة من هذه المخاليط فى تبخير الحبوب .

ويتحلل هذا الغاز بتعرضه للهب إلى غاز الفوسجين ذى التسميم العالى . وهذا الغاز أقل فى تسميمه للحشرات من ثانى كلورور الايثيلين .

استعماله :

يستعمل كمذيب للدهون ، وفى أعمال تنظيف الملابس ، كما يستعمل فى إطفاء الحريق. وتعتبر هذه المادة بصفة عامة أقل مواد التبخير تسميما للإنسان والحيوان. وقد وجد أنه يمكن للنسانيس والفئران أن تعيش فى جو يحتوى على ١٠٠ جزء فى المليون من الغاز مدة غير محدودة ، وتوجد حالات قليلة جدا معروفة عن حدوث وفيات بهذه المادة رغم أن تعريض ١٦ رجلا عاديا لتركيز قدره ١٢٠٠ جزء فى المليون لم يحدث لهم أى أذى ، ويمكن اعتبار تركيز قدره ٥٠٠٠ جزء فى المليون محتملا إذا تعرض له الإنسان مدة ساعة . إما إذا تعرض لتركيز ١٠,٠٠٠ جزء فى المليون مدة ساعة فقد تظهر عليه أعراض التسميم بهذا الغاز ولكنها سرعان ما تزول . والأعراض التى تحدث عادة من جراء التعرض لتركيزات عالية من هذا الغاز هى التهابات فى العين والأنف والحلق وصداع وآلام فى الظهر وإسهال وذهول ورعشة وتسميم بولى ثم الموت .

وقد استعمل مخلوط ثانى كلورور الايثلين ورابع كلورور الكربون بنسبة ٣-١ بالحجم على نطاق واسع فى مصر خلال الحرب العالمية الثانية والسنوات التالية بنجاح تام فى تبخير الحبوب داخل الصوامع والمخازن إلا أنه يجب استعماله بحذر شديد فى تبخير التقاوى. ويجب ألا تزيد الجرعة المستعملة من المخلوط عن ٥٠٠ سم مكعب لكل متر مكعب من الفراغ مدة ٤٨ ساعة مع تهوية الحبوب تهوية كاملة عقب هذه المدة ، وذلك حتى لا يؤثر فى حيوية الحبوب أو يظهر بادرات قزمية سرعان ما تتوقف عن النمو توقفا تاما .

بروموروالميثيل

خواصه ومميزاته :

الرمز الكيميائى	ك يد ٣ بر
الوزن الجزيئى	٩٤,٩٤
نقطة الغليان تحت ضغط ٧٦٠ مليمترا	٤,٦°م
الكثافة النسبية	١,٧٣٢

وأول من استعمل هذه المادة فى فرنسا عام ١٩٣٢ هو Le Goupil وكان ذلك لاستبعاد خطر الحريق الناشىء من استعمال اكسيد الايثلين كمادة للتبخير ، فاكتشف أنه أكثر فاعلية منهـــا ، وفى عام ١٩٣٨ — ١٩٣٩ درس Fisk, Shepard, Buzicky بعد ذلك فعل هذه المادة فى حشرات الحبوب المخزونة .

وسائلها عديم اللون شديد القابلية للتطاير ، والغازات الناتجة منها عديمة اللون أيضا ذات رائحة ضعيفة جدا ، ولكنها مميزة للتدرب ، ولهذا تخلط بمادة مسيلة للدموع ، كالكلوروبكرين بنسبة ٢./٠ أو بمادة ذات رائحة واضحة .

والغاز أثقل من الهواء ٣,٢٧ مرات ، قليل الذوبان جدا فى الماء ، ولكنه يذوب فى الكحول والايثير والكلوروفورم وثانى كبريتور الكربون ورابع كلورور الكربون ، وفى أكثر المذيبات العضوية الأخرى . وضغطه البخارى على درجة ٤,٦°م ٧٦٠ مليمترا .

وتمتاز هذه المادة عن غيرها من مواد التبخير بما يلى :

١ — سرعة القضاء على الحشرات knock down فـــلا تعود للحياة no revive وتعتبر من أشد الغازات تسميما للحشرات .

٢ — تميت جميع الأطوار الحشرية ومنها البيض .

٣ — تحوله إلى الحالة الغازية يتم فى جميع درجات الحرارة .

٤ — عند تمام التهوية تبقى داخل المكان المبخر جيوب تحتوى على غازات .

٥ — له قوة تخلل عظيمة إلى داخل المواد المبخرة .

٦ — تأثيره المميت على طائفة كبيرة جدا من الحشرات والقوارض والحلم .

٧ — لا يترك أثراً ساماً أو روائح غير مرغوبة فى أكثر المواد المبخرة .

٨ — فعال فى درجات الحرارة المنخفضة بخلاف مواد التبخير الأخرى .

٩ — يمكن استعماله بنجاح فى تبخير المواد الغذائية التالفة والمجهزة .

١٠ — غير قابل للاشتعال .

١١ — لا يؤثر فى المعادن ولا يؤثر فى أكثر الأنسجة .

١٢ — مادة ثابتة من الناحية الكيميائية ، ويمكن خزنها دون تحلل مدة طويلة جدا .

١٣ — سهل الاستعمال .

١٤ — تكاليف استعماله ضئيلة إذا قورنت بالوحدات الحجمية المبخرة .

وينتشر هذا الغاز إلى الجوانب وإلى أسفل ، ويبطىء جدا انتشاره إلى أعلى ، وتساعد عملية توزيع الغاز ميكانيكيا على قوة تأثيره وعلى تجانس توزيعه ، كما تساعد على التخلل .

وقد تخلط هذه المادة مع ثانى أكسيد الكربون أو ثانى كلورور الايثلين ورابع كلورور الكربون.

وتعبأ هذه المادة فى أنابيب زجاجية سعة ٢٠ سم مكعب ampoules ولها فتاحة خاصة ، أوفى علب من الصفيح سعة رطل، وتفتح هذه العلب بفتاحة خاصة كذلك أو تعبأ فى سلندرات من الحديد تتراوح أحجامها بين ١٠ أرطال و١٢٠٠ رطل ، وقد تزيد عن ذلك ، وتخرج هذه المادة من الاسطوانات خلال توصيلات وأنابيب من الصلب أو النحاس الأحمر أو الأصفر أو اللدائن كالسارانSarran أو غيره ، ويجب على أى حال تجنب توصيلات الألومينيوم ، وتسبب مادة الكلوروبكرين التى تخلط به بعض الصدأ الأسطوانات ، ولكنها لا تؤثر على بقية التوصيلات . وليس لمادة بروومور الميثيل تأثير مذيب أو كيماوى على اللدائن أو المواد العضوية ، وهو يعطى مع المطاط الطبيعى رائحة غير مرغوبة ، وقد اتضح أن مادة Polyethylene أقل اللدائن تأثراً بهذه المادة .

ويجب عند استعمال هذه المادة أن يكون انطلاق الغاز أعلى المادة المبخرة ، وأن تتناسب كمية الغاز التى تنطلق من نقطة معينة مع حجم الرصة التى تحتها حتى لا يحدث ترسيب الغاز فى هذا المكان قرب الأرض ، وبذلك لا نحصل على توزيع منتظم إلا بمراوح قوية . وقد وجد أنه بعد توزيع الغاز ميكانيكياً يكون صعباً جداً على الغاز بعد ذلك أن يرسب فيظل التوزيع متجانساً ، ويرجع ذلك إلى أن الفرق بين ثقل الغاز الجيد التوزيع وثقل الهواء قليل جداً .

وتستعمل هذه المادة على نطاق واسع فى انجلترا والمانيا وإيطاليا وفرنسا والولايات المتحدة وكندا واليابان ، كما تستعمل فى أسبانيا ومراكش وجنوب أفريقيا وغيرها من الدول .

وقد سنحت الفرصة لى أن أشرف على استعمال هذه المادة بمصر لأول مرة فى سبتمبر سنة ١٩٥٥ فى تبخـــير ٧٠٠٠ طن من الأرز المصرى المصدر إلى اليابان ، وتمت عملية التبخير فى عنابر الباخرة التى شحنت عليها هذه الكمية ، كما قمت بالاشراف على تبخير عدة رسائل من الأرز تلت الشحنة الأولى تم تبخيرها داخل مخازن كبيرة من نوع الغرف ، وأخذ استعماله بعد ذلك يزداد بمصر فى تبخير أنواع أخرى من الحبوب والمواد الغذائية .

وتستعمل هذه المادة بصفة عامة فى تبخير الحبوب والأرز والدقيق ومنتجات الحبوب الأخرى والبقول والبن والمكسرات وبذرة القطن والتوابل والعقاقير والفواكه الغضة كالتفاح والكمثرى والشتلات فى طور السكون ، والدخان والبلح والبطاطس والفواكه المجففة والخضروات الغضة والجبن والزبد والألبان المجففة والدهون واللحوم وغير ذلك من المواد الغذائية .

كما تستعمل بالجيش الأمريكى فى تطهير الملابس من القمل فى غرف صغيرة أو فى حقائب خاصة من الجلد .

ويجب عدم استعمال هذا الغاز فى تبخير الفراء والمطاط الإسفنجى وجلد الماعز الأبيض ودقيق فول الصويا والنباتات الحية .

تأثيره على المواد المبخرة :

تمتص المواد المبخرة غاز بروميد الميثيل بنسبة أقل بكثير مما تمتصه من مواد التبخير الأخرى . وقد وجد أنه عند تبخير القمح المعبأ فى غرارات تحت المشمعات بطريقة مثالية فإن تركيز الغاز فى الهواء المحيط بالحبوب بعد ٢٤ ساعة قد يمثل ٠٫٢٥ ٪ من التركيز الأصلى ، ويرجع معظم الفقد الظاهرى إلى امتصاص الغاز بواسطة القمح ، ولكنه إذا عرض هذا القمح للهواء فقد ما امتصه من الغاز مباشرة . ويختلف مقدار الغاز الذى يعلق بالمواد المبخرة فى ظروف واحدة تبعاً

التركيب ودرجة نعومة المادة المبخرة ، فدقيق القمح مثلا تعلق به كمية أكبر من تلك التى تعلق بحريش القمح ، كما أن الامتصاص يزداد فى المـــواد الغنية بالبروتين أو الزيوت كالفول السودانى وغيره من البذور الزيتية ، كما أن جزءا من الغاز الممتص طبيعياً يتفاعل كيمائياً مع المـادة المبخرة ، ويستمر هذا التفاعل متى بقى هذا الغاز عالقا ، ولا يمكن بطبيعة الحال التخلص من كمية الغاز التى اتحدت كيميائيا مع المادة المبخرة بالتهوية ، بل تبقى بروموارات غير عضوية قابلة للذوبان فى الماء ولا تعتبر على أى حال البروموارات المتبقية فى المواد الغذائية بعد عملية التبخير ضارة ، كما أن هذه التفاعلات لا تقلل من القيمة الغذائية للمواد المبخرة .

وليس لهذه المادة أثر على خواص طحن أو عجن القمح المعامل تحت الظروف العادية . أما إذا عرض القمح لجرعات كبيرة فقد تظهر للدقيق والخبز الناتج رائحة غير مرغوبة ، ويرجـــع ذلك إلى تحلل نواتج تفاعل بروموار الميثيل وبعض البروتينات المحتوية على كبريت ، ولا يحدث هذا فى المعاملات المعتنى بها . وقد وجد أنه من الصعب تجنب ظهور الرائحة البسيطة التى تحدث فى الدقيق المبخر ، كما قد تظهر روائح غريبة فى بعض المواد المبخرة بهذه المادة ، ولكن سرعان ما تتلاشى عقب التهوية وأثناء الخزن .

وقد يتأثر إنبات البذور المعاملة بهذه المادة . واتضح أنه فى الظروف المثالية يكون تأثيرها على الإنبات بسيطا جدا أو ينعدم . ويستحسن بصفة عامة قبل تبخير التقاوى عمل اختبارات ابتدائية لدراسة تأثيره على الإنبات . ويزداد تأثير المادة على الإنبات بازدياد المحتويات المائية للحبة . وليس لهذا الغاز تأثير على الفواكه الغضة أو المجففة ، ولكنه قد تظهر عليها بعض رائحة سرعان ما تختفى . ويؤثر تبخير ثمار الطماطم بجرعة قدرها ٢,٥ رطل لكل ١٠٠٠ قدم مكعبة على سرعة نضجها ، وتسبب هذه الجرعة ظهور بعض النقر على جلد ثمار البرتقال ، ولا تظهر هذه الظاهرة على غيره من ثمار الموالح . ولا تتأثر أنواع التفاح بهـــذه الجرعة إلا أن بعض الباحثين لاحظ أضرارا داخلية وخارجية بالثمار . وقد وجد أن صنف التفاح المعروف بالوليامز أكثرها تأثرا ، أما إذا ارتفعت الجرعة إلى ٣ أرطال .

لكل ألف قدم مكعبة من الفراغ فى مدة ٦ ساعات فإن الجرعة تؤثر على جميع أصناف الفاكهة .

ويزداد تأثر نباتات الصوب والشتلات بارتفاع درجة الحرارة وشدة الضوء ، ويتناسب ذلك تناسبا عكسيا مع معدل التنفس فى الست ساعات السابقة لعملية التبخير .

وليس لمادة الكلوروبكرين وهى مختلطة معه بنسبة ٢ ٪ أى أثر على المواد الغذائية المبخرة .

طرق تقدير الجرعة :

إذا كانت الجرعة المطلوبة رطلا أو أكثر أمكن قياسها بالوزن ، ويتم ذلك بأن توضع الاسطوانة المحتوية على الغاز فوق الميزان (الطبلية) وتوزن بدقة ، ثم يخصم وزن الجرعة المطلوب استعمالها من الوزن الكلى وتحرك رمانة الميزان عند الرقم الذى يعادل حاصل الطرح ، ثم يفتح صمام الغاز فينطلق الغاز ويراقب الميزان حتى يتحرك زراع الرمانة دليلا على خروج الجرعة المطلوبة . وعند ذلك يغلق صمام الغاز فورا ، وتجب مراعاة أن تكون الأنبوبة التى تتصل بمخرج الغاز على الاسطوانة حلزونية (من ٢ ـ ٣ لفات) قبل دخولها إلى المخزن المراد تبخيره حتى لا تؤثر هذه الأنبوبة فى الوزن الكلى للاسطوانة .

وإذا كانت الجرعة المطلوبة صغيرة يوضع مقياس زجاجى مدرج بين الاسطوانة وأنبوبة التوصيل . وهذا المقياس ذو تصميم خاص ، وله صمامات حابسة للغاز ثم يفتح صمام الاسطوانة لإمرار الغاز السائل إلى المقياس الزجاجى حتى يمتلىء إلى نهاية التدريج ، ثم يغلق بعد ذلك هذا الصمام ويفتح الصمام الآخر الذى يوصل المقياس بالحيز المراد تبخيره فينطلق منه الغاز بالقدر المطلوب حيث يغلق هذا الصمام وهكذا .

ويمكن ملء هذا المقياس الزجاجى باستعمال علب صفيح سعة رطل ، إذ تدخل الكمية كلها بواسطة فتاحة خاصة ويؤخذ منه بعد ذلك بالقدر المطلوب .

الاسطوانات التى تعبأ بها المادة وطريقة استعمالها :

تعبأ هذه المادة فى اسطوانات ذات تصميم خاص معتمد ، ويجب خزن ونقل هذه المادة داخل هذه الاسطوانات ، كما تجب العناية بهذه الاسطوانات لتفتح بأقل مجهود ممكن ، ويجب أن تنظف مخارج الغاز مع حفظها سليمة ، كما يجب تغطية مخرج الغاز فى حالة عدم استعمال الاسطوانة بالغطاء الخاص ، كما يجب خزن الاسطوانات فى مكان جيد التهوية .

وتجهز عادة كل اسطوانة بأنبوبة سحب غاطسة withdrawal dip-tube تصل إلى قاع الاسطوانة من الداخل حتى يسهل تفريغ الاسطوانة دون قلبها ، وعادة يرفع الضغط داخل الاسطوانة أثناء ملئها ، وقد يصل هذا الضغط إلى ١٥٠-٢٠٠ رطل على البوصة المربعة ، وتكون الاسطوانات التى من هذا القبيل ذات صمام واحد عند قمة الاسطوانة متصل بأنبوبة السحب من ناحية ومخرج الغاز من ناحية أخرى . وعند فتح الصمام ينطلق الغاز بشدة نتيجة للضغط المرتفع على سطح السائل داخل الاسطوانة ، ويكون خروج الغاز تحت هذه الظروف بمعدل ١٠ أرطال فى الدقيقة على وجه التقريب . وفى الأجواء الباردة يحتاج الأمر فى بعض الأحيان إلى رفع الضغط داخل الاسطوانة ثانية حتى يسرع ذلك فى إخراج الغاز ولا يمكن إجراء هذا بطبيعة الحال إلا إذا كان للاسطوانة فتحتان : إحداهما متصلة بأنبوبة السحب من الداخل ومخرج الغاز من الخارج ، وفتحة أخرى لزيادة الضغط منها عند اللزوم . وفى النوعين السابقين تستعمل الاسطوانة وهى فى الوضع الطبيعى لها أى مرتكزة على قاعدتها .

ويوجد نوع ثالث من الاسطوانات هو الذى لا يحتوى على أنبوبة سحب ، وهذا يجب قلب اسطوانته حتى يسرع ذلك فى خروج الغاز .

ويفضل فى الأجواء الحارة والمعتدلة كجو مصر النوع الأول ذو الصمام الواحد وأنبوبة السحب مع ضغط مرتفع داخل الاسطوانة .

وتتصل الفتحة التى يخرج منها الغاز بأنبوبة طويلة عن طريق راكور Adapter وتمتد هذه الأنبوبة إلى داخل المكان المراد تبخيره ، وتوضع داخل الغرفة بحيث تكون موازية للسقف ، قريبة منه ، وتكون بها عدة ثقوب على أبعاد متساوية ، وتكبر مساحة هذا الثقب كلما بعد عن الاسطوانة ، وتثبت هذه الأنبوبة جيداً بالطريقة المناسبة فى الأماكن المعينة قبل إغلاق المخزن ، ويمكن للغاز أن يسير فى الأنبوبة إلى مسافة لا تقل عن ٢٠ متراً فى حالة ارتفاع الضغط داخل الاسطوانة إلى الحد المذكور سابقا .

وقد تفتح الاسطوانات لإخراج الغاز منها وهى موضوعة داخل المخزن فى الأماكن المختلفة على أن يكون اتجاه القائم بفتح الاسطوانات نحو باب الخروج وعلى أن تتم العملية بسرعة فائقة ، وأن يقوم بهذه العملية شخصان مدربان يقوم أحدهما بمراقبة الآخر ليتخذ ما يراه واجبا فى حالة حدوث سهو أو خطأ أو تعثر .

ويجب عند فتح أى اسطوانة من هذه الاسطوانات سواء أكان ذلك داخل المخزن أم خارجه أن يكون القائم بالعمل مرتديا قناعا ذا مرشح واق ضد هذا الغاز ، وكذلك عند إجراء عمليات التهوية .

طرق الكشف عن الغاز :

يجب أن تتوافر لدى القائم بعمليات التبخير بهذا الغاز وسيلة للكشف عن أى تركيز منه يكون أعلى من التركيز المعتبر أمينا وهو ١٧ جزءا فى المليون . وقد وجد أن استعمال الكلوروبكرين لا يفى بالغرض تماما . أما الطريقة المستعملة فى أنحاء العالم فى العمليات العادية فهى استعمال الجهاز الكاشف للهالوجينات halide leak detector or halide detector lamp وفيه يمر الهواء الملوث بالغاز على قطعة من النحاس الأحمر موجودة فى وسط اللهب فيعطى لونا أخضر إذا كان تركيز الغاز فى هذا الوسط منخفضا ، ويتدرج اللون من الأخضر الفاتح إلى الأزرق القاتم حسب تركيز الغاز ، كما هو مبين فى الجدول الآتى :

أجزاء من ك يد٣ بر في المليون	ك يد٣ بر بالرطل لكل ١٠٠٠ قدم مكعبة	لون اللهب
—	—	لهب غير مرئى أو أصفر باهت
٤٠	,٠١٠	أخضر خافت
٦٠	,٠١٤	« متوسط
١٠٠	,٠٢٤	« «
١٣٠	,٠٣١	« واضح وزرقة خفيفة عند حواف اللهب
١٨٠	,٠٤٣	لهب واضح يميل إلى الزرقة
٢٤٠	,٠٥٨	أزرق ذو خضرة
٣٦٠	,٠٨٦	« « «
٨٠٠	,١١٢	« واضح

وهذا الجهاز على أشكال متعددة تختلف فى درجة حساسيتها وتقل درجة الحساسية لبعض الأجهزة خصوصا عندما يترك الجهاز فى الهواء النقى مع وضع أنبوبة البحث فى الوسط الملوث ، وقد تختلف الحساسية بين جهاز وآخر من طراز واحد، وقد تختلف حساسية الجهاز الواحد من اختبار إلى آخر ، وعلى ذلك فان هذه الطريقة وإن كانت قد لا تعطى قياساً دقيقاً للتركيز إلا أنها ما زالت تعتبر هى الطريقة العملية للكشف عن وجود هذا الغاز فى الوسط المبخر حتى لتركيزات أقل من التركيز الأمين ، وبنى الأساس العلمى لهذا الجهاز على أنه عند ما يمر الهواء الملوث بغاز برومور الميثل على اللهب يتحلل الغاز إلى مواد أخرى من بينها برومور الأيدروجين الذى يتفاعل مع النحاس الأحمر المتوهج والمثبت فى منطقة اللهب معطياً برومور النحاس الذى يعطى لهباً أخضر مميزا ، ويمكن تحت ظروف مناسبة معرفة تركيز الغاز من درجة تلون اللهب . ويصلح هذا الجهاز فى الكشف عن أى هالوجينات طيارة أخرى مثل ثانى كلورور الايثلين وثانى برومور الايثلين ورابع كلورور الكربون وغيرها .

وقد توصلت وزارة الزراعة الأمريكية إلى طريقة جديدة لتقدير تركيز هذا الغاز فى الهواء وبنيت نظرية هذا الجهاز على اختلاف درجة التوصيل الحرارى thermal conductivity للهواء الذى يحتوى على تراكيز مختلفة من الغاز ، ويتكون الجهاز من سلك رفيع من التنجيستون يمرر خلاله تيار كهربائى مستمر من قوة معينة لتسخينه ، وتتوقف درجة حرارة السلك على التوصيل الحرارى للهواء المحيط به ، فإذا أضيف مركب جديد إلى الهواء المحيط بالسلك تغير تركيب الهواء وتغير التوصيل الحرارى له وتغيرت درجة حرارة السلك فتغيرت درجة مقاومة الكهربائية وأمكن قياس هذا التغيير فى المقاومة بواسطة جلفانو متر ، ويتدرج الجهاز بحيث تدل قراءات الجلفانو متر على تركيز غاز بروموم الميثيل فى الهواء ، وإذا استعمل هذا الجهاز فى مقياس تركيز غازات أخرى وجب تدريجه تدريجاً خاصاً لكل غاز .

وقد نشر Tlmmis عام ١٩٤٤ وصفاً لجهاز يتحلل داخله الهواء المحمل بمادة بروموم الميثيل على سلك ساخن من النيكروم ، ويمكن تقدير مادة بروموم الأيدروجين الناتجة بواسطة تأثيرها على ورق كاشف معامل بمادة : p - dimethylaminobenzaldehyde وفى عام ١٩٤٤ — ١٩٤٥ وصف Lubatti طريقة مماثلة ، وقدر بروموم الأيدروجين الناتج من تحلل بروموم الميثيل نتيجة مروره على سلك من البلاتين المتوهج بإمراره على ورق كاشف معامل بمادة فلوروسين fluoroscein .

الوقاية من الغاز :

يجب على كل قائم بالعمل فى مثل هذه العمليات أن يقتنى قناعا ذا مرشح واق ضد هذا الغاز ، ويجب بصفة عامة عدم تعرض الشخص القائم بالتبخير لجرعات عالية من هذا الغاز حتى ولو كان مرتديا القناع الواقى . وقد صممت هذه الأقنعة ومرشحاتها على أساس تعرض الإنسان لتركيزات منخفضة لا تتعدى تركيزا يعادل رطلا من بروموم الميثيل لكل ١٠٠٠ قدم مكعبة من الفراغ . ولهذا الغاز مرشحات خاصة به . والمادة الفعالة فى امتصاص الغاز هى الفحم النباتى المنشط activated charcoal ولا تعطى المرشحات الأخرى وقاية على وجه

الاطلاق ، وإنه لمن غير المعلوم معرفة مدى انتهاء صلاحية مثل هذه المرشحات . وعلى كل حال يجب مراعاة أنه إذا اضطر القائم بالعمل للدخول إلى مخزن مبخر بتركيز عال فإنه يجب استبدال المرشح بعد هذا الاستعمال مباشرة بمرشح جديد قبل الدخول ثانية إلى المخزن ، كما يجب الاقلال قدر المستطاع من التعرض لهذا الغاز ، وفى هذه الحالة يمكن استعمال المرشح مدة أطول وتغيير المرشحات فى فترات منتظمة ، ويتوقف ذلك على مدة الاستعمال وعدد مرات التبخير والمجموع الكلى لفترات تعرض المرشح للغـــاز . وتقدر هذه المدة بـ ١٢٠ دقيقة من التعرض الحقيقى للغاز . ولا يجوز على أى حال استعمال المرشح بعد ستة أشهر من بداية استعماله أو بعد أكثر من عام من صنعه .

وفى الأجواء الحارة يصعب على القائم بالعمل ارتداء القناع ذى المرشح مدة طويلة ، وفى مثل هذه الحالة يكون من المفضل استعمال جهاز إضافى للتنفس يستمد الأكسيجين اللازم من زجاجات خاصة على ظهر القائم بالعمل أو من أى جهاز إضافى يقوم بهذا الغرض .

ويجب عدم ارتداء جوانتيات لتجنب احتمال حبس تركيزات ضارة داخله كما يجب الامتناع عن التدخين عند وجود أى تركيز من هذا الغاز فى الجو .

تأثيره على الإنسان والحيوان :

يظهر تأثير هذا الغاز متأخراً ، ولهذا يخدع القائمين بالعمل دائماً لعدم ظهور أعراض فى الحال ، وأنه لمن المحتمل مضى ساعات قبل ظهور أعراض التسمم ، فإذا كان التعرض لمدة طويلة ولتركيز عال تبدأ الأعراض بالتهاب حاد فى الرئة يظن الناس أنه التهاب عادى ، فما يلبث حتى يتحول إلى التهاب فى القصبات الهوائية بعد بضعة أيام . أما فى التركيزات المنخفضة فان الضرر فى الرئة يكون أقل خطرا ، ويظن البعض أنها أعراض فى الجهاز العصبى أو أعراض شلل ، ودلت التجارب على أن جميع هذه الأعراض يمكن الشفاء منها إذا لم يكن هناك التهاب رئوى حاد ؛ ويمكن إجمال أعراض التسمم فيما يلى ، وهذه الأعراض لاتحدث مبكرة على الإنسان

بل تظهر بعد وقت وتظهر كلها أو بعضها على المريض فى الحالات الخفيفة ، وهى :

١ — دوخة .
٢ — زغللة مع تعتم .
٣ — ضعف وشعور بتعب قوى .
٤ — ترنح فى السير .
٥ — تهتهة فى الكلام ،
٦ — شعور بالرغبة فى القىء .
٧ — فقدان فى الشهية .
٨ — آلام فى البطن .

وتطول هذه الأعراض إلى أسبوع أو أكثر ، أما إذا كانت مدة التعرض للغاز كبيرة فيمكن الكشف على الرئة لمعرفة قابلية المريض للتنفس ، إذ يعقب هذا التعرض التهاب رئوى وكذلك الكشف على القلب . وقد كنت أشعر أثناء إشرافى على عمليات تبخير الأرز بهذا الغاز نتيجة لتعرضى له ، سواء أكان ذلك أثناء فتح الاسطوانات أو أثناء التهوية وعلى مسافة بعيدة من المخزن ـ أحسست بتقلص بسيط فى عضلات الأذرع كان يزول بعد فترة وجيزة من الابتعاد عن الوسط الملوث .

وعلى كل حال يجب على من يتعرض لهذا الغاز الخروج للهواء النقى حتى لو لم تظهر عليه أعراض التسمم ، وأن يوضع تحت المراقبة يومين فإذا لم تظهر عليه أى أعراض بالجهاز العصبى بعد هذه المدة كانت الكمية التى تعرض لها غير كافية لحدوث أعراض التسمم .

أما إذا لامس السائل جلد الانسان أو تعرض لتركيزات عالية فسرعان ما يتشقق . وتجب معاملته فى الحال بالماء العادى أو بمحلول ملح الطعام .

الإسعافات الأولية :

١ — إخراج المريض مباشرة إلى الهواء النقى .
٢ — استدعاء الطبيب فورا .

ويجب العمل على تدفئة المريض مع بقائه مستلقيا على وجهه مع إجراء

تنفس صناعى فى حالة توقف التنفس . ويعطى المريض منبهات (كافيين مثلا) وتجرى عملية تنفس بالأوكسيجين تحت إشراف الطبيب .

العلاج الطبى اللازم :

١ — فى حالة القىء أو الشعور بالقىء يحقن المريض فى الوريد بالجلوكوز ، ويجب أن يتم الحقن بحيث ينتج كثيرا من البول ، وإذا ظهرت عليه أعراض (iperglecemia) يقف العلاج بالجلوكوز ويعالج بمحلول ملحى ٠,٩ ٪ (مقوى) أو محلول (Ringev) .

٢ — فى حالة عدم وقف القىء يعطى المريض مخدرا من واحد على ٦٤ إلى واحد على ٣٢ جراما من (dilandide) أو نصف جرام من (pantopon).

٣ — فى حالة ظهور أعراض الالتهاب الرئوى وضعف القلب يعطى حقنة كورامين داخل الوريد أوكافيين أو ملح بنزوات .

٤ — فى حالة صعوبة التنفس فى جو به أكسيجين نقى أو إذا وقف التنفس يجرى التنفس الصناعى فى الهواء الطلق .

وقد دلت التجارب والمشاهدات على أنه فى حالة التسميم بهذا الغاز وعند التعرض لجرعات بسيطة أو كبيرة منه تمتد الآلام أسبوعين ثم يعود المريض إلى حالته الطبيعية ، ويكون الشفاء قد تكامل دون أن يترك مضاعفات .

اعتبارات عامة

يجب بصفة عامة عند إجراء عمليات التبخير مراعاة الآتى :

١ — ان جميع مواد التبخير القاتلة للحشرات سامة للانسان ، ولهذا يجب على القائم بعمليات التبخير اتخاذ جميع الاحتياطات الممكنة لعدم التعرض لتركيزات عالية من هذه الغازات .

٢ — قبل استعمال أى مادة تبخير يجب على القائم بالعمل الإلمام التام بخواص المادة التى يستعملها . وأحسن طريقة لاستعمالها ، والالمام التام كذلك بطرق الوقاية والإسعافات الأولية .

٣ — يجب عند إجراء عمليات التبخير أن يتعاون شخصان فيها .

٤ — يجب إدخال مادة التبخير إلى الحيز المراد تبخيره من الخارج ، كلما أمكن ذلك .

٥ — يجب عند التبخير والتهوية أو الدخول إلى المخازن الملوثة استعمال الأقنعة الواقية .

٦ — ان كل غاز له مرشح خاص به ، والمرشح الذى يصلح لغاز معين قد لا يصلح لآخر .

٧ — ان المرشح ذا عمر محدود ، ويجب إعداد مرشحات جديدة لاستعمالها فورا عندما يظهر بالمرشحات المستعملة أى خلل يعوق عملها .

٨ — يجب عدم استعمال المرشحات التى مضت عليها فترة طويلة من الزمن .

٩ — يجب عدم التعرض لتركيزات عالية من الغازات حتى مع استعمال الأقنعة إلا فى الضرورات القصوى وعدم تجاوز البقاء بالجو الملوث عدة دقائق .

١٠ — يجب التدرب على استعمال القناع الواقى واختبار إحكامه على الوجه جيدا قبل الدخول إلى الوسط الملوث واختيار المرشح المناسب للغاز المستعمل .

١١ — يجب عدم السماح لأى شخص بالدخول فى المكان المبخر إلا بعد التخلص من الغازات بالتهوية وبعد التأكد من خلوه من التركيزات الضارة بصحة الانسان .

المراجـــع

1 — American Cynamid Company . Liquid HCN , Fumigation manual .

2 — Brown, A.W.A.(1951). Insect control by chenicals.

3 — Brown, W.B. (1953). Fumigation with methyal bromide under gas proof sheets.

4 — Brown, W.B. (1950). Fumigants for pest coutrol in stored foodstuffs .

5 — Cotton, R. T. (1952) The insect pests of stored grain and graiv products.

6 — Ceotton, R.T. and Walkden H.H.(1947). Fumigation of grains and other stored foods. USDA., ARA., BEPQ.

7 — GAY H. H. Prims Soccorso e cure mediche per, infortuni dovuti ad intossicozione con bromuro di metile.

8 — Shepard, H.H. (1951). The chemestry and action of insecticides.

9 — Randall Latta, Richardson, H. H., Bulger J. W. (1950) USDA, ARA, BEPQ.

10 — (1955) Pestmaster fumigation., Mich. Chem. Corp.,

11 — Walkden, H.H.,. Schwitzgebel R.B.,. (1951) Evaluation of fumigants for control of insects atlacking wheat, corn in steel bins.

12 — (1941) The principles of fumigation of insect pests in stored produce.