نهاية الجلسة الأولى

## . الرطوبة :

هي عبارة عن كمية الماء القابلة للتبخير في المادة الغذائية ويعبر عنها بالنسبة المئوية لوزن هذه المادة وبإيجاد الفرق بين وزن المادة ووزن الماء يمكن إيجاد كمية المواد والمادة الجافة في المادة الغذائية وكلما ازدادت كمية الماء في المادة الغذائية نقصت كمية المادة الجافة وبالتالي كلما انخفضت قيمتها الغذائية.

يرتبط الماء الذي يدخل في تركيب المواد الغذائية مع المواد الجافة لتلك المواد بتأثير قوى مختلفة وتبعاً للطاقة التي من الضروري أن تبذل للتخلص من الرطوبة في هذه المواد فقد تم تقسيم الماء الموجود في المواد إلى:

- ماء مرتبط (متحد كيميائياً).
- ماء مرتبط فيزيائياً القابل للتبخير (حر, مدمص, ترطيب.....).

ويشكل الماء المرتبط مع المركبات الصلبة للمادة الغذائية رابطة قوية جداً ومن الصعب تبخيره, أما الماء الحر فيرتبط مع المركبات الصلبة بشكل ضعيف ومن السهل تبخيره, في أثناء عمليات التجفيف.

يمكن تقسيم الطرق المتبعة في تعيين الرطوبة إلى:

### ١,١. الطرق الغير مباشرة وتشمل:

- **الطرق الفيزوحرارية**: وتعتمد على تبخير الماء في العينة المأخوذة وبإيجاد الفرق بين وزن المادة قبل التجفيف ووزنها بعد التجفيف تحسب كمية الماء المتبخرة .
- **طرق التقطير**: تعتمد هذه الطرق على التقطير المشترك للماء من المدة الغذائية أو المادة العضوية ومن المذيب العضوي الذي لا يتمازج مع الماء.
- **الطرق الكيميائية**: وتعتمد على التأثير الكيميائي المتبادل للماء مع بعض الكواشف مثل الصوديوم المعدني – كاشف فيشر.
- يتم تعيين محتوى الماء في المادة الغذائية بالكمية المكافئة للمادة المتشكلة نتيجة للتفاعل.

### ٢,١. الطرق المباشرة: هناك طرق كثيرة ومتنوعة مثل:

**طرق الناقلية الكهربائية**: تعتمد هذه الطريقة على علاقة المقاومة الكهربائية للمادة برطوبتها, فكلما ارتفعت الرطوبة كلما انخفضت المقاومة النوعية للمادة وازدادت ناقليتها الكهربائية.

**طرق النفاذية الكهربائية** (طريقة المكثف): تعتمد هذه الطريقة على علاقة النفاذية الكهربائية للمادة بمحتواها المائي. قيمة النفاذية الكهربائية لأية مادة تتناسب مع سعة المكثف c فإذا تم وضع المادة المراد معرفة محتواها من الرطوبة بين قطبي مكثف, فان قيمة النفاذية الكهربائية لتلك المادة تتناسب مع سعة هذا المكثف الاختلاف الكبير في قيمة النفاذية الكهربائية ٤ للماء والمساوية لـ٨١ وللمواد الجافة (للقمح الجاف مثلا" =٥/٣) فكلما ازدادت رطوبة الماء, ارتفعت النفاذية الكهربائية.

**هناك طرق أخرى** مباشرة لقياس الرطوبة منها: الطنين النووي المغناطيسي والطريقة المعتمدة على الأشعة ذات الترددات العالية الخ.

**الطرق الغير مباشرة :**

## ٢. طرق التجفيف لتعيين الرطوبة :

عند تعرض المادة أو المنتج الغذائي للحرارة العالية ولفترات طويلة وبوجود الأكسجين تحدث عملية أكسدة لعدد من المركبات العضوية الموجودة في هذه المنتجات ونتيجة لذلك تزداد كمية المواد الجافة ويؤدي هذا إلى زيادة في وزن العينة في نهاية عملية التجفيف وكذلك يمكن أن يكون هناك فاقد في المادة الجافة من جراء تطاير المركبات التي تتفكك بسهولة وهكذا نرى أن تحديد الرطوبة بشكل دقيق بالطرق الحرارية أمر صعب من الناحية العملية.

أما السلبيات الأخرى للطرق الحرارية فهي صعوبة التطبيق وطول الفترة المستغرقة للوصول إلى النتيجة المطلوبة فمثلاً إجراء التحليل يتطلب زمناً يتراوح بين ساعة وسبع ساعات, كما أنه يجب أن تكون هناك عدة عمليات وزن للعينة الخاضعة لعملية التجفيف, وعلى الرغم من المساوئ الأخرى المذكورة فان هذه الطريقة تعد من أدق الطرق المتبعة لتحديد الرطوبة في المواد والمنتجات الغذائية, وتشمل الطرق الحرارية:

### ٢,١. طريقة التجفيف حتى الوزن الثابت :

تعتمد هذه الطريقة على تبخير الماء الموجود ضمن المادة المراد معرفة رطوبتها في فرن كهربائي بدرجة حرارة ثابتة°105م حتى ثبات الوزن .

**الأجهزة والأدوات المستخدمة :**

فرن كهربائي, ميزان تحليلي, علب رطوبة مع أغطيتها أو جفن بورسلان, تجفيف مبرد عادي, ملاقط.....

طريقة العمل :

يوزن ٠,٥ جم من المادة في علبة رطوبة مجففة وموزونة مسبقاً بدقة حتى 0.0001 ±غ توضع بعد ذلك مع العينة في الفرن الكهربائي حيث يتم التجفيف بدرجة حرارة 105 ْم لمدة 3 ساعات .

وبعد انقضاء الفترة الزمنية تخرج العلبة من الفرن بواسطة ملقط بعد تغطيتها (يجب أن تكون علبة الرطوبة مفتوحة دون غطاء خلال التجفيف في الفرن وتوضع في المجفف العادي لمدة تتراوح 15-10 دقيقة للتبريد وبعدها توزن. تعاد العينة مرة أخرى إلى الفرن حيث تبقى هناك لمدة ساعة تقريباً ويتم تبريدها ووزنها مرة أخرى وإذا كان الفرق بين وزنتين متتاليتين لا يتجاوز 0.001 غ تعتبر عملية التجفيف منتهية. أما إذا كان الفرق يزيد عن القيمة المذكورة يجب إعادة عملية التجفيف. ويكون التعبير عن النتائج: الرطوبة (w) مقدرة بالنسبة المئوية. تحسب وفقاً للعلاقة التالية:

$$\%w=(m_2-m_1/m_2-m)*100$$

$m_2$ : وزن علبة الرطوبة مع العينة قبل التجفيف

m : وزن علبة الرطوبة بدون العينة

$m_1$ : وزن علبة الرطوبة مع العينة بعد التجفيف بالغرام.

## ٢,٢. طريقة التجفيف السريع :

تلبي هذه الطريقة إلى حد ما متطلبات الشركات والمعامل في المراقبة المخبرية, حيث يمكن الحصول على النتيجة خلال ساعة واحدة فقط وتعتمد على التجفيف السريع بدرجة حرارة تصل إلى١٣٠ْم وتكون حركة الهواء المسخن ضمن الفرن عالية ويتم كذلك سحب الرطوبة منه باستمرار وهذا يعنى أنه يجب تزويد الفرن الكهربائي بمروحة لتدوير الهواء ومن أجل الحصول على نتائج دقيقة من الضروري مراعاة الشروط التالية :- يجب أن تكون درجة نعومة المادة المتبخرة متجانسة.

يجب أن تكون ثخانة المادة المتبخرة في جميع المناطق ثابتة وواحدة ويمكن الوصول إلى ثخانة الثابتة للعينة إذا تم وزن ٥ جم من المادة بدقة وتم التجفيف في علبة رطوبة ذات قطر 48 مم وارتفاع 20 مم.

**الأجهزة والأدوات المستخدمة :**

نفس الأجهزة والمواد المستخدمة في الطريقة السابقة.

طريقة العمل :

يوزن 5±0.01 غ من العينة المختبرة في علبة رطوبة مع غطاء مجففة وموزونة مسبقاً. يسخن الفرن الكهربائي مسبقاً حتى درجة حرارة 140 ومن ثم توضع علبة الرطوبة مع العينة في الفرن (الغطاء يوضع تحت العلبة) يجب أن تكون درجة الحرارة في الفرن 130 التجفيف في ظل هذه الدرجة لمدة 40 دقيقة. يتم إخراج علبة الرطوبة مع العينة بعد ذلك بواسطة الملقط من الفرن الكهربائي وتغطى بغطائها

وتوضع في مجفف عادي لمدة (10-15) دقيقة لتبرد. توزن علبة الرطوبة بعد ذلك بدقة 0.01 غ يتم حساب الرطوبة بالعلاقة السابقة.

إن مميزات هذه الطريقة إمكانية استخدامها في الشركات والمعامل نظراً لسرعة الحصول على النتيجة المطلوبة ولكن هذه الطريقة ليست بدقة طريقة التجفيف حتى الوزن الثابت.

### ٣,٢. طريقة التجفيف باستخدام الأشعة تحت الحمراء :

**مبدأ الطريقة**

الأشعة تحت الحمراء هي أشعة كهرومغناطيسية غير مرئية بالعين المجردة وتصدر عن الأجسام المسخنة ولذلك فهي أشعة حرارية. إن مقدرة الأجسام على إصدار الأشعة تحت الحمراء تتناسب مع ارتفاع درجة الحرارة, ويمكن القول إن كمية الحرارة الصادرة عن الأشعة تحت الحمراء أكبر بعشرات المرات من كمية الحرارة الصادرة عن منابع حرارية أخرى.

يتمتع الماء بقدرته على امتصاص جميع الأشعة الواردة إليه (ثابت الامتصاص الضوئي للمادة يساوي (0.95-0.96) ونتيجة لذلك فان الماء يسخن بسرعة ويتبخر ولذلك فان طريقة التجفيف باستخدام الأشعة تحت الحمراء تعتمد على المقدرة الكبيرة للمواد الغذائية الرطبة لامتصاص القدرة الحرارية الصادرة عن الأشعة تحت الحمراء ويمكن باستخدام هذه الطريقة اختصار زمن التجفيف. تحرق الأشعة تحت الحمراء المادة لمسافة عدة ميلليمترات, ومن المعروف أن الماء الموجود في المادة المراد تجفيفها والتي تتميز بثخانتها ينتقل باتجاه المصدر الحراري إلى عمق الطبقة المتعرضة للأشعة, أما الطبقة السطحية فتسخن بشكل كبير ويمكن أن تحترق ولهذا السبب تؤخذ من أجل تحديد الرطوبة عينة صغيرة الوزن, ومن الضروري تحريك وخلط العينة بشكل دوري في أثناء عملية التجفيف خوفاً من احتراق الطبقة السطحية للعينة وهناك أجهزة كثيرة متنوعة لهذا الغرض.

## ٣. طريقة التقطير المشترك :

**مبدأ الطريقة**

تستخدم هذه الطريقة لتحديد رطوبة المواد الغنية بالمركبات الطيارة حيث أن عمليات التقطير لا تستغرق وقتاً طويلاً (30-40) دقيقة يتم تقطير الماء بسرعة عند إضافة سائل لا يمتزج مع الماء, وهذا السائل يتقطر بسهولة ويجرف عندها معه الماء على شكل بخار, ويمكن لهذه الغاية أن تستعمل سوائل أخف من الماء كالبنزول والتولول والكزيلول والبنزين وكذلك يمكن أن تستخدم سوائل أثقل من الماء مثل رابع كلور الإيثان أو رابع كلور الكربون.

تستخدم هذه الطريقة لعمليات تقطير السوائل ذوات طبيعة عضوية معينة. ويجب أن لا تمتزج مع الماء كما ذكر, وأن تكون خاملة بالنسبة لتأثيرها على المواد التي تتركب منها العينة. يتم تعيين الرطوبة بواسطة التقطير باستخدام **جهاز دين وستارك** ويتألف هذا الجهاز من دورق يتصل مع سحاحة مدرجة وتتصل السحاحة مع المبرد.

## ٤. الطرق الكيميائية لتعيين الرطوبة :

**المبدأ**

تعتمد هذه الطرق على مقدرة بعض المواد مثل الصوديوم المعدني, كاربيد الكالسيوم ....الخ على التفاعل مع الماء. ويمكن إيجاد كمية الماء بمعرفة الحجم المكافئ للغاز المنطلق في أثناء التفاعل (الهيدروجين, الاستيلين,.....الخ) مثل طريقة كارل فيشر.

## الطريقة الجافة لتعيين الرماد:

**الرماد:** هو عبارة عن القسم المتبقي عن عملية الحرق الكاملة للمواد العضوية التي تدخل في تركيب المنتجات الغذائية ومفهوم الرماد يعبر عن كمية المواد المعدنية في المواد الغذائية.

غالباً ما تكون العناصر المعدنية الموجودة في المواد الأولية والمنتجات النهائية المختلفة هي مركبات الصوديوم, البوتاسيوم, الكالسيوم, الحديد .....وكذلك الكبريت والكلور والسيليسيوم والفسفور وعلاوة على ذلك فانه يصادف في كثير من الأحيان كميات ضئيلة أو آثار من عناصر معدنية أخرى كالمغنيز والنحاس والكوبالت والزرنيخ والرصاص والكادميوم.....,  والتي تؤثر بشكل كبير على القيمة البيولوجية والغذائية للمنتج الغذائي. وتجدر الإشارة إلى أن كثيراً من المعادن التي تدخل في تركيب المواد الغذائية ترتبط مع الحموض العضوية ونتيجة لعملية الحرق يتشكل حمض الكربون ولذلك فانه عند تعيين أو تحديد الرماد بطريقة الحرق بدون إضافات ينتج معنا الرماد على شكل كربونات أو ما يسمى الرماد الكربوناتي ويتم تحديد المحتوى المعدني للمواد الأولية والمنتجات النهائية في الصناعات الغذائية من أجل تقييم نوعية هذه المواد والمنتجات وتحديد الطرق التكنولوجية التي من الضروري إتباعها أثناء عمليات التصنيع والتداول والتخزين.

تتراوح كمية الرماد في المواد الغذائية ضمن مجال واسع, فمثلاً تحتوي الفواكه الطازجة على (1.3-0.7%) والخضار على (0.8-0.3)% والحبوب على (3-1.6)%.

ومن الضروري التمييز مابين الأشكال التالية للرماد :

١. الرماد الحقيقي
٢. الرماد الكربوناتي
٣. الرماد الكبريتاتي
٤. الرماد غير  المنحل في حمض كلور الماء ذو التركيز 10%

أما طرق تحديد الرماد فهي متنوعة وكثيرة ومن أهمها:

١. الطريقة الجافة
٢. الطريقة الرطبة بإضافة بعض المسرعات

٣. الطريقة المعتمدة على قياس الناقلية الكهربائية للمحاليل
٤. كما أن هناك طرقاً أخرى تستخدم لتحديد العناصر المكونة للرماد مثل طريقة اللهب الطيفي

يتم الحصول عند حرق (ترميد) المادة العضوية على الرماد الذي يتألف بشكل رئيسي من الأملاح المختلفة للحموض المعدنية وأكاسيد المعادن الموجودة ويسمى الرماد المعين بطريقة الحرق المباشر بالرماد الكربوناتي نظراً لأن المادة الأساسية التي تدخل في تركيب الرماد هي الكربونات.

يحتوي الرماد الكربوناتي أيضاً على بعض الشوائب التي انتقلت إلى المادة الغذائية كالرمل والطين.....,, ولذلك فان الرماد الحقيقي هو عبارة عن الرماد الكربوناتي مطروحاً منه للشوائب المذكورة ويحتوي على 70-60% من الكربونات, أما طرق الترميد المتبعة لتحديد كمية الرماد في المواد الغذائية فتختلف عن بعضها البعض من حيث نوعية المواد الكيميائية المضافة لتسريع عملية الترميد.

- **الطريقة الجافة لتعيين الرماد:**

تعتمد هذه الطريقة على حرق المواد العضوية برفع درجة حرارتها إلى (550-600)ْ م.

**<u>الأجهزة والمواد المستعملة</u>**

مرمدة كهربائية - مجفف(مبرد عادي) - ميزان تحليلي حساس - بواتق

**<u>طريقة العمل</u>**

يؤخذ 2-1 غرام من المادة أو المنتج الغذائي في بوتقة موزونة ومصقولة مسبقاً. توضع البوتقة على مدخل المرمدة حتى تجف ثم تقرب أكثر من الداخل بحيث تبدأ تحترق وتتفحم ومن ثم تدخل إلى ضمن المرمدة حيث يغلق بابها وتستمر عملية الترميد بدراجة حرارة (550-600م) حتى الحصول على اللون الأبيض أو الأبيض الرمادي. بعد ذلك تخرج البوتقة من المرمدة وتوضع في المجفف وتترك لمدة 30 دقيقة لتبرد ثم توزن وتعاد البوتقة إلى المرمدة من جديد وتترك لمدة 20 دقيقة بنفس درجة حرارة الترميد ومن ثم تخرج وتبرد في المجفف وتوزن. تستمر هذه العملية حتى ثبات الوزن بحيث لا يزيد الفرق بين وزنتين متتاليين عن 0.0002غ, تستمر عملية الترميد من 6-4 ساعات.

التعبير عن النتائج

تحسب النسبة المئوية للرماد في المادة وفق العلاقة التالية :

$$\%A = (m_1-m_2/m-m_2)x100$$

حيث A : كمية الرماد في العينة %

$m_1$ :وزن البوتقة مع الرماد غ

m :وزن البوتقة مع العينة قبل الترميد غ

$m_2$: وزن البوتقة فارغة غ

**ملاحظة : يعني صقل البوتقة ووضعها فارغة في المرمدة بدرجة حرارة (550-600°م) لمدة نصف ساعة ومن ثم توضع البواتق في مجفف لمدة 30 دقيقة لتبرد. يجب أن تتم عمليات الوزن في حالة تحديد الرماد بكافة أنواعه على الميزان الحساس التحليلي.**

## ٢. الطريقة الرطبة لتعيين الرماد (الرماد الكبريتاتي ):

قد يكون هناك في كثير من الأحيان صعوبة في ترميد بعض المواد الغذائية وذلك لأن ترميد الجزء العضوي من المادة الغذائية يحتاج إلى حرارة عالية, تؤدي إلى انصهار الكربونات والكلوريدات القلوية, وفي ظل هذه الظروف تشكل الكتلة المنصهرة طبقة غير نفوذ على السطح المتفحم للمادة المراد معرفة محتواها من الرماد ويصبح نتيجة لذلك من الصعب دخول الأكسجين الضروري لعملية الترميد ولذلك تحترق المادة بشكل بطئ وغالبا" ليس بشكل كامل. ولهذا السبب تتم عملية الترميد بالطريقة الرطبة باستخدام حمض الكبريت المركز أو مؤكسدات قوية أخرى مثل $H_2O_2$ أو حمض الآزوت المركز.

يتم في البداية بواسطة حمض الكبريت تفحيم المادة العضوية ومن ثم يتأكسد الكربون الناتج إلى CO ويتحول حمض الكبريت إلى حمض الكبريتي وفق التفاعل التالي:

$$C + H_2O_2 \longrightarrow CO + SO_2 + H_2O$$

وتتشكل نتيجة لذلك الكبريتات بدلاً من الكربونات والكلوريدات. ينصهر الرماد المتشكل على شكل كبريتات بدرجات حرارة عالية (درجة الحرارة لـــ$CaSO_4$ =145C ) ولذلك فانه تتم عملية الحرق بشكل سهل وسريع وبدرجات حرارة أعلى منها في عملية الترميد بالطريقة الجافة.

وعلاوة على ذلك فانه لا يوجد هناك خطر من تحلل$CaSO_4$ خلافاً عن كربونات الكالسيوم التي تتحلل إلى CaO بدرجات حرارة أعلى من 500م . الوزن الجزئي للكبريتات الناتجة أعلى من الوزن الجزئي للكربونات والكلوريدات ولذلك فان كمية الرماد الكبريتاتي الناتجة أكبر من كمية الرماد على شكل كربونات. وقد تبين أن كمية الرماد على شكل كربونات تساوي ٩٠٪ من كمية الرماد على شكل كبريتات لذلك لحساب الرماد على شكل كربونات يتم ضرب كمية الرماد الناتج على شكل كبريتات بثابت هو 0.9.

**الأجهزة والأدوات المستعملة**

مرمدة كهربائية - بواتق مع أغطية - ميزان تحليلي (حساس) - مجفف (مبرد) عادي.

**المحاليل المستخدمة**

حمض الكبريت المركز (كثافة 1.835-1.840).

**طريقة العمل**

يؤخذ حوالي 3 غ من المادة المراد معرفة محتواها من الرماد في بوتقة مصقولة وموزونة مسبقاً. يضاف 1-2 مل من حمض الكبريت المركز.

يتم خلط محتوى البوتقة بقضيب زجاجي ومن ثم يتم مسح القضيب بواسطة ورقة ترشيح عديمة الرماد والتي تبقى في البوتقة. ويتم في البداية تسخين محتوى العينة على مدخل المرمدة ومن ثم يتم تفحيم المادة ضمن المرمدة ونستمر بعملية الترميد بالدرجة 900مْ حيث تتشكل أملاح كبريتات للشوارد المعدنية.

بعد ذلك يتم سحب البوتقة من المرمدة وتوضح في مجفف حتى تبرد لمدة 30 دقيقة ومن ثم يتم الوزن وتعاد عملية الترميد حتى يصبح الفرق بين الوزنين المتتاليين لا يزيد عن $2X\ 10^{-4}$ gr

تحسب نسبة الرماد على شكل كبريتات وفق المعادلة السابقة.

## ٣. تعيين نسبة الرماد غير المنحل بالحمض :

يقصد بالرماد غير المنحل في حمض كلور الماء تركيز 10% , جميع الشوائب الميكانيكية الأخرى (رمال, طين, شوائب غريبة أخرى) التي كانت أصلا" موجودة في المادة الغذائية أو انتقلت إليها بطريقة ما.

**الأجهزة والأدوات المستعملة**

مرمدة كهر بائية – بواتق للترميد - حمام مائي - ورق ترشيح عديم الرماد - ميزان تحليلي (حساس) - محلول حمض كلور الماء تركيز 10% - مجفف كهربائي - محلول نترات الفضة -مجفف (مبرد)عادي.

**طريقة العمل**

يؤخذ ٥ غ من المادة الغذائية وترمد وفق الطريقة الجافة السابقة. بعد ذلك تؤخذ عينة الرماد الناتجة إلى بوتقة الترميد ويحل الرماد بإضافة 30-10 مل من حمض كلور الماء ذو التركيز 10% مع التسخين على حمام مائي بدرجة حرارة 100م لمدة 30 دقيقة. بعد ذلك يرشح محتوى البوتقة على ورقة ترشيح عديمة الرماد ويتم غسل الراسب الباقي على ورقة الترشيح بالماء المقطر الساخن عدة مرات حتى اختفاء شوارد الكلور (وذلك يتم بالتحقق بمحلول نترات الفضة) ثم تجفف ورقة الترشيح مع محتوياتها في مجفف بدرجة الحرارة (100-105)مْ بعد ذلك تنقل ورقة الترشيح مع محتوياتها إلى بوتقة مصقولة وموزونة مسبقاً, وتوضع في المرمدة وترمد بالدرجة 660-550 م حتى ثبات الوزن, وبحيث لا يتجاوز الفرق بين وزنتين متتاليتين

$2.10^{-3}$ بعد انتهاء عملية الترميد توزن البوتقة وتحسب نسبة الرماد غير المنحل بالحمض ذي التركيز 10%.

**التعبير عن النتائج**

يعبر عن النتائج بالعلاقة التالية : $X=A/S *100$

حيث : X : كمية الشوائب المعدنية %

A : وزن الرماد غير المنحل في ١٠٪ من حمض كلور الماء ويساوي إلى الفرق بين وزن البوتقة بعد عملية الترميد ووزن البوتقة الفارغة غ.

S : وزن العينة المأخوذة لتعيين الرماد الكلي غ.

## ٤. تعيين الرماد بطريقة المسرعات :

نظراً لكون عملية الترميد تحتاج إلى زمن طويل نسبياً (4-6) ساعات لذلك بدأ التفكير باستخدام بعض المسرعات التي تخفض زمن الترميد إلى حوالي 1.5-1 ساعة. فالمادة المسرعة المستخدمة هي حمض الآزوت المركز. يستغرق ترميد العينة عند استخدام حمض الآزوت كمسرع ساعة واحدة فقط, حيث يتحول محتوى البوتقة خلال هذه الفترة الزمنية إلى كتلة مسامية رخوة ذات لون رمادي. توضع البوتقة في مجفف للتبريد ويضاف إليها 3-2 نقطة من حمض الآزوت المركز العالي النقاوة (كثافة الحمض 1.3غ/مل ), توضع البوتقة بعد ذلك على باب المرمدة المفتوحة ليتم تبخير حمض الآزوت, ومن ثم تدخل البوتقة للمرمدة المسخنة للون الوردي المتوهج لمدة 20 دقيقة .

بعد انقضاء هذه المدة تبرد البوتقة في المجفف وتوزن ويتم حساب نسبة الرماد كما هو الحال في العلاقة السابقة.

- **قلوية الرماد:** هي عدد الميللي ليترات المستهلكة من الحمض ذي النظامية المعلومية اللازمة لتعديل الرماد الموجود في 100 غ من المادة الغذائية أو هي عدد الميللي ليترات المستهلكة من القلوي ذي النظامية المعلومة المكافئة لكمية الرماد الكلية الموجودة في 100غ من المادة الغذائية.

من المعروف أن تفاعل جميع المواد الغذائية ليس متماثلاً من حيث النوعية, فرماد الخضار والفواكه وكثير من المنتجات الغذائية يكون دائماً قلوي التفاعل.

ويتم الحصول على الرماد القلوي من كثير من المواد الغذائية التي تحتوى على كمية كبيرة من الحموض العضوية كحمض الليمون وحمض الطرطريك وحمض الماليك, تتحول هذه الحموض في أثناء الاحتراق إلى الكربونات, كما يكون رماد بعض المواد حمضي التفاعل (تحول طرطرات البوتاسيوم إلى كربونات البوتاسيوم) حسب التفاعل التالي :

$$2KH(C_4H_4O_6) + O_2 \longrightarrow K_2CO_3 + 5H_2O + 7\,CO_2$$

**الأدوات المستعملة**

أرلينة معايرة سعة 300مل -زجاجة ساعة-بالون معايرة سعة 100مل-منبع ناري -سحاحة معايرة.

**المحاليل المستخدمة**

محلول حمض كلور الماء 0.1N - محلول ماءات الصوديوم 0.1N - مشعر فينول فيتالين الكحولي تركيز ١٪.

**طريقة العمل**

يضاف إلى الرماد الذي تم الحصول عليه 25مل من حمض كلور الماء 0.1 N ويسخن المزيج حتى الغليان, بعد الوصول إلى درج الغليان يستمر بالتسخين عند هذه الدرجة من الحرارة لمدة دقيقة واحدة (خلال الغلي يجب إغلاق البوتقة بزجاجة ساعة) ينقل المحلول الناتج إلى أرلينة معايرة سعة 300مل بواسطة الماء المقطر ومن ثم تتم المعايرة بمحلول ماءات الصوديوم 0.1N بوجود مشعر الفينول فيتالين.

**التعبير عن النتائج**

تحسب قلوية الرماد $X_1$ مقدرة بـمل لمحلول Hcl ذي التركيز1Nالمستهلك خلال تعديل رماد 100غ من العينة وفق العلاقة التالية : $X_1= 100(V_1-V_2)/10g$

$V_1$: حجم محلول الحمض المضاف مل

$V_2$: حجم ماءات الصوديوم المستهلك مل

g: وزن العينة غ

10: هذا العدد الناتج عن التحويل 0.1N إلى 1N لمحلول حمض الكلور.