المحاضرة الثانية – التعرف على بعض أجهزة قياس المحاليل

تُعتبر **أجهزة قياس المحاليل** أدوات أساسية في **مختبرات الصناعات الغذائية** ، حيث تُستخدم لتحليل الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمحاليل المستخدمة في التصنيع الغذائي. تُمكّن هذه الأجهزة من **ضبط جودة المنتجات الغذائية** من خلال قياس **درجة الحموضة (pH)** ، **التوصيلية الكهربائية** ، **الكثافة** ، **معامل الانكسار الضوئي** ، **اللزوجة و تركيز المواد الصلبة الذائبة** ، ان فهم واستخدام هذه الأجهزة بشكل صحيح يساهم في ضمان جودة وسلامة المنتجات الغذائية .

أهمية أجهزة قياس المحاليل في الصناعات الغذائية :

1. تقليل الفاقد وتحقيق الكفاءة الإنتاجية .
2. ضمان جودة وسلامة المنتجات الغذائية .
3. تحسين العمر الافتراضي للمنتجات الغذائية .
4. الالتزام بالمعايير الصحية و القوانين الغذائية .
5. التحكم في العمليات الإنتاجية وتصحيح أي انحرافات .

أهم أجهزة قياس المحاليل في مختبرات تصنيع الأغذية :

1. **أجهزة قياس درجة الحموضة (pH Meters) :** تُستخدم لقياس **درجة الحموضة (pH)** في المحاليل الغذائية ، وهي مؤشر على **حموضة أو قلوية المحلول** (potential of Hydrogen).

مبدأ عملها : تعتمد على قياس **تركيز أيونات الهيدروجين** في المحلول ، حيث أن :

- **pH = 7** محلول متعادل
- **pH < 7** محلول حامضي
- **pH > 7** محلول قاعدي

استخداماتها في الصناعات الغذائية :

- **مراقبة حموضة المنتجات** مثل الألبان والعصائر لضمان الجودة والسلامة .
- **ضبط عمليات التخمر** في صناعة الخبز والخل والكحول وغيرها .

كيفية الاستخدام :

1. **معايرة الجهاز** باستخدام محاليل قياسية ذات قيم pH معروفة.
2. **تنظيف القطب** بالماء المقطر وتجفيفه بلطف.
3. **غمر القطب** في المحلول المراد قياسه.
4. **قراءة القيمة** المعروضة على الشاشة.

طريقة المحافظة على الجهاز :

- **تنظيف القطب** بانتظام لمنع تراكم الرواسب.
- **تخزين القطب** في محلول مناسب عند عدم الاستخدام.

* يعتبر جهاز pH Meter ذو الأقطاب من أبرز أجهزة قياس درجة الحموضة للمحاليل .

Hand pH Meter

Tabletop pH Meter

2. أجهزة قياس التوصيلية الكهربائية (Conductivity Meters Or EC Meters) :

وهي أجهزة تقيس **قدرة المحلول على توصيل التيار الكهربائي** ، والتي ترتبط بتركيز **الأيونات الذائبة** فيه.

مبدأ عملها : قياس القدرة على التوصيلية الكهربائية حيث كلما زاد تركيز الأيونات (مثل الأملاح) زادت **التوصيلية الكهربائية** للمحلول .

استخداماتها في الصناعات الغذائية :

- **مراقبة جودة المياه** المستخدمة في التصنيع.
- **تحديد تركيز الأملاح** في المنتجات الغذائية.

كيفية الاستخدام :

1. **معايرة الجهاز** باستخدام محاليل قياسية.
2. **غمر المسبار** في المحلول.
3. **قراءة القيمة** على الشاشة.

طريقة المحافظة على الجهاز :

- **شطف المسبار** بالماء المقطر بعد كل استخدام.
- **تخزين المسبار** وفقًا لتعليمات الشركة المصنعة.

* يعتبر جهاز EC Meter ذو الأقطاب من أبرز أجهزة قياس التوصيلية الكهربائية للمحاليل .

Hand EC/pH Meter

Tabletop EC Meter

3. أجهزة قياس الكثافة (Density Meters) : هي أجهزة تقيس **كتلة المادة لكل وحدة حجم** .

مبدأ عملها : قياس كتلة المادة السائلة لكل وحدة حجم .

استخداماتها في الصناعات الغذائية :

- **للكشف عن الغش بالماء أو المواد الأخرى** في منتجات الحليب والعصائر والزيت.
- **التحكم في عملية الإنتاج** يتم إجراء قياسات الكثافة للكشف عن أي أخطاء حدثت أثناء الإنتاج.

كيفية الاستخدام :

1. **ملء الجهاز** بالعينة.
2. **قراءة الكثافة** مباشرة من الجهاز.

طريقة المحافظة على الجهاز :

- **تنظيف الجهاز** بعد كل استخدام.
- **معايرة الجهاز** بانتظام لضمان الدقة.

* يعتبر المكثاف Hydrometer وقنينة الكثافة Pycnometer من أبرز أجهزة قياس الكثافة .

المكثاف Hydrometer

قنينة الكثافة Pycnometer

4. أجهزة قياس الانكسار الضوئي (Refractometers) : وهي أجهزة تقيس **معامل انكسار الضوء** لتحديد **نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية T.S.S** Total Soluble Solids .

مبدأ عملها : قياس انكسار الضوء عند مروره خلال المحلول ، اذ ينحني بزاوية تعتمد على **نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية**.

استخداماتها في الصناعات الغذائية :

- **تحديد محتوى السكريات** في الفواكه والعصائر.
- **مراقبة جودة العسل** ومنتجات الألبان.

كيفية الاستخدام :

1. **وضع قطرة** من العينة على سطح الجهاز.
2. **توجيه الجهاز نحو الضوء.**
3. **قراءة القيمة** من المقياس.

طريقة المحافظة على الجهاز :

- **تنظيف السطح البصري** بقطعة قماش ناعمة بعد كل استخدام.
- **تخزين الجهاز** في مكان جاف وبعيدًا عن الضوء المباشر.

* يعتبر جهاز Abbe Refractometer وجهاز Hand Refractometer من أبرز أجهزة قياس معامل انكسار الضوء للمحاليل والتي تعطى كنسبة مئوية بركس Brix .

Hand Refractometer

Abbe Refractometer

5. أجهزة قياس اللزوجة (Viscometers) : وهي أجهزة تقيس **مقاومة السائل للتدفق** ، بما يُعرف بـ لزوجة السوائل .

مبدأ عملها : تُقاس اللزوجة عن طريق **مراقبة سرعة** او **مقاومة تدفق السائل** أو **مقاومته لحركة جسم خلاله** .

استخداماتها في الصناعات الغذائية :

- **تحديد قوام المنتجات** مثل الصلصات ، الشوكولاتة ، العصائر والزيوت .
- **ضمان استقرار المنتجات** وتجانسها .

كيفية الاستخدام :

1. **ملء الجهاز** بالعينة.
2. **تشغيل الجهاز** لقياس اللزوجة.
3. **تسجيل القراءة** المعروضة.

طريقة المحافظة على الجهاز :

- **تنظيف الجهاز** جيدًا بعد كل استخدام.
- **معايرة الجهاز** بانتظام للتأكد من دقة القياسات.

* يعتبر جهاز قياس اللزوجة الرقمي Digital Viscometer وكذلك انبوبة زجاجة أوستوالد Ostwald's Viscometer من أبرز أجهزة قياس اللزوجة للمحاليل .

Digital Viscometer

Ostwald's Viscometer

6. أجهزة قياس الأوكسجين الذائب (Dissolved Oxygen Meters Or DO Meter) : وهي أجهزة تقيس كمية **الأوكسجين المذاب** في السوائل ، وهو مؤشر مهم لجودة المنتجات الغذائية.

مبدأ عملها : تعتمد على **تحسس** او **استشعار تركيز الأوكسجين** الموجود في المحلول .

استخداماتها في الصناعات الغذائية :

- **مراقبة جودة المياه** المستخدمة في الإنتاج الغذائي.
- **مراقبة عمليات التخمير** في صناعة الخل والمنتجات الغذائية المتخمرة.
- **ضمان استقرار المشروبات الغازية والعصائر** من حيث نسبة الأوكسجين.

كيفية الاستخدام :

1. **تشغيل الجهاز ومعايرته** باستخدام محاليل قياسية.
2. **إدخال المسبار في العينة** وتركه لفترة حتى يستقر القياس.
3. **قراءة قيمة الأوكسجين الذائب** من الشاشة الرقمية.

طريقة المحافظة على الجهاز :

- تنظيف المسبار بعد كل استخدام لمنع تراكم الشوائب.
- تخزين المسبار في محلول خاص لمنع جفافه.
- إعادة المعايرة بشكل دوري لضمان دقة النتائج.

* يعتبر جهاز DO Meter (Dissolved Oxygen Analyzer Meter) من أبرز أجهزة قياس كمية الأوكسجين المذاب في السوائل .

Hand DO Meter

Tabletop DO Meter

7. أجهزة قياس العكارة (Turbidity Meters) : وهي أجهزة تستخدم لقياس **درجة العكارة أو الشفافية** في السوائل الغذائية ، والذي يعتبر كمؤشر على **وجود جزيئات صلبة أو شوائب**.

مبدأ عملها : يعتمد الجهاز على **قياس تشتت الضوء** عند مروره من خلال العينة ، حيث تزيد العكارة مع زيادة تركيز الجزيئات الصلبة العالقة .

استخداماتها في الصناعات الغذائية :

- **مراقبة جودة المياه** المستخدمة في الإنتاج الغذائي.
- **تحديد نقاء العصائر والمشروبات** والتأكد من خلوها من الشوائب.
- **تحليل جودة منتجات الألبان** مثل الحليب الطازج والمعقم.

كيفية الاستخدام :

1. **معايرة الجهاز** باستخدام محاليل مرجعية.
2. **إدخال العينة في حجرة القياس** وإغلاقها بإحكام.
3. **قراءة العكارة مباشرة** على شاشة الجهاز.

طريقة المحافظة على الجهاز :

- تنظيف حجيرة العينة والزجاجة المستخدمة.
- عدم تعريض الجهاز للضوء المباشر أثناء القياس.

* يعتبر جهاز Portable Turbidity Meter من أبرز أجهزة قياس درجة العكارة في السوائل .

Portable Turbidity Meter

8. أجهزة قياس تركيز المواد المتأينة الصلبة الذائبة (TDS Meters) : وهي أجهزة تقيس **كمية الاملاح والمعادن المتأينة الصلبة الذائبة بالسوائل (Total Dissolved Solids) .**

مبدأ عملها : تعتمد على قياس **التوصيلية الكهربائية** للعينة ، حيث أن **زيادة تركيز** المواد المتأينة الصلبة الذائبة مثل الاملاح والمعادن **تزيد من التوصيلية الكهربائية .**

* المواد الصلبة العضوية المذابة مثل السكر والجسيمات الصلبة المجهرية لا تؤثر بشكل كبير على التوصيلية ولا تؤخذ بالاعتبار اثناء القياس .

استخداماتها في الصناعات الغذائية :

- **تحديد جودة المياه** المستخدمة في التصنيع الغذائي.
- **قياس تركيز الاملاح** في العصائر والأطعمة المصنعة.
- **مراقبة عمليات التنقية والترشيح** في صناعة المشروبات والمياه المعبأة.

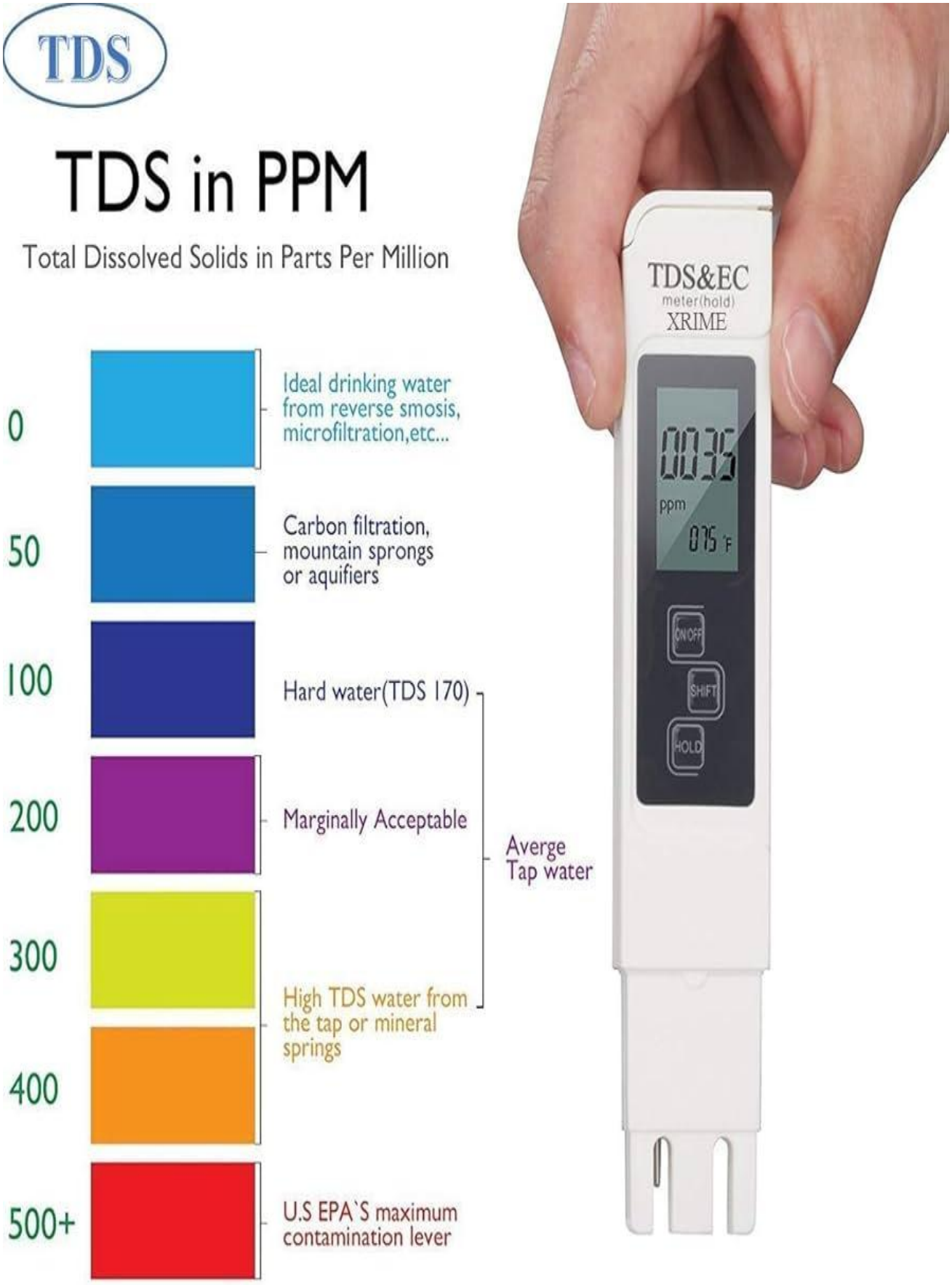
كيفية الاستخدام :

1. **تشغيل الجهاز ومعايرته** باستخدام محاليل قياسية.
2. **غمر المسبار في العينة** وتركه حتى يثبت القياس.
3. **قراءة النتيجة** مباشرة من الشاشة.

طريقة المحافظة على الجهاز :

- تنظيف المسبار بالماء المقطر بعد كل استخدام.
- تخزين الجهاز في بيئة جافة ونظيفة.

* يعتبر جهاز TDS Meter ذو الأقطاب من أبرز أجهزة قياس تركيز المواد المتأينة الصلبة الذائبة.



TDS/EC Meter

9. مربع بيرسون (Pearson's Square) : يستعمل مربع بيرسون لتحضير تراكيز من المحاليل السكرية أو الملحية حيث يمكن تقدير كميات الخلط من الماء والسكر أو الملح للحصول على التركيز المطلوب او خلط محلولين معلومي التركيز للحصول على تركيز جديد ، حيث يُعبر عن تركيز الماء النقي (صفر) بينما يكون تركيز السكر أو الملح الصلب النقي (100%) .

*** ملاحظات عن المحاليل السكرية المحضرة من سكر المائدة والماء النقي**

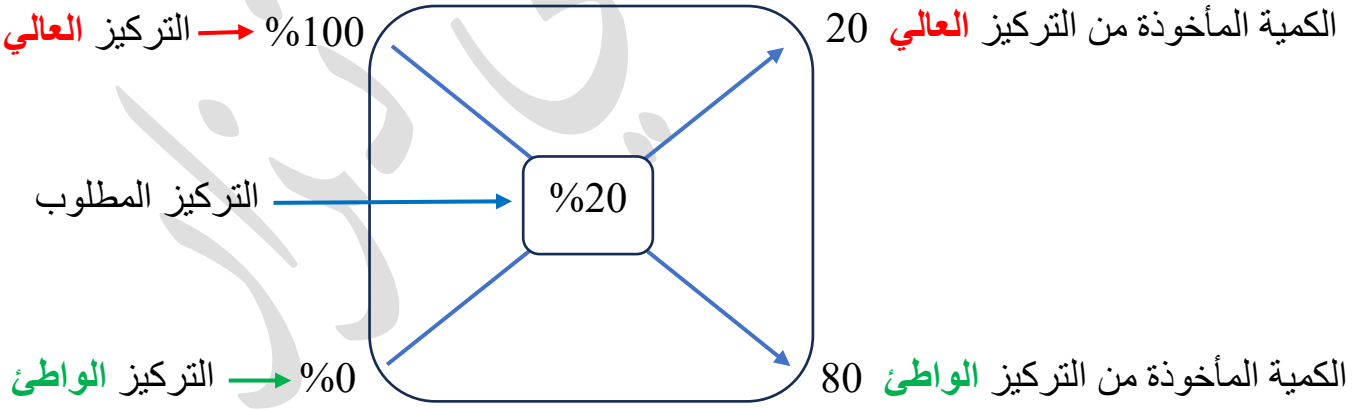
- عند درجة حرارة الغرفة (20°م)، يكون أعلى تركيز للمحلول السكري حوالي 67.9%.
- عند درجة الغليان (100°م)، يمكن أن يصل التركيز إلى 83.0%.
- لا يمكن الحصول على 100% محلول سكري، لأن الماء ضروري لإذابة السكر، وعند التشبع الزائد يبدأ السكر في التبلور والترسب.
- إذا كنت بحاجة إلى تركيز أعلى ، يمكن استخدام التسخين والتبخير لصنع شراب سكري مركز جداً ، لكنه سيظل أقل من 100% قبل أن يبدأ السكر في التبلور.

*** ملاحظات عن المحاليل الملحية المحضرة من ملح الطعام والماء النقي**

- عند درجة حرارة الغرفة (20°م)، يكون أعلى تركيز للمحلول الملحي حوالي 26.3%.
- عند درجة الغليان (100°م)، يمكن أن يصل التركيز إلى 28.1%.
- لا يمكن الحصول على 100% محلول ملحي، لأن الماء مطلوب لإذابة الملح.
- إذا كنت بحاجة إلى تركيز أعلى ، يجب استخدام أملاح أخرى أكثر ذوبانية مثل كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) أو كلوريد المغنيسيوم ($MgCl_2$) ، والتي تذوب بكميات أكبر من NaCl.

مثال / حضر محلول ملحي تركيزه (20%) عند درجة حرارة الغرفة باستخدام مربع بيرسون ثم بين نسب الخلط المعتمدة بشكل كميات مقدرة بالكيلوغرام ؟

ج / الخطوة الأولى : رسم مربع بيرسون وتحديد المطلوب



الخطوة الثانية : نقوم بعملية طرح وفقاً لاتجاه الأسهم المتعاكس ثم نجمع للتأكد من النتائج

100 – 20 = 80 التركيز الواطئ وهنا هو الماء

0 – 20 = 20 التركيز العالي وهنا هو الملح

حيث يجب أن يكون المجموع 20 + 80 = 100 أي انه يمكن تحضير محلول ملحي تركيزه 20% من إذابة 20 كغم من الملح في 80 كغم ماء .

اذا اردنا زيادة الكمية الى محلول ملحي وزنه 150 كغم وبتركيز 20% تستعمل الحاسبات التالية :

كمية الماء $= \frac{80\ X\ 150}{100} = 120$ كغم ماء

وزن الماء وزن المحلول النهائي

80 ← 100

س ← 150

طرفين مضروباً بالوسطين

كمية الملح $= \frac{20\ X\ 150}{100} = 30$ كغم ملح

وزن الملح وزن المحلول النهائي

20 ← 100

س ← 150

طرفين مضروباً بالوسطين

اذاً يجب إذابة 30 كغم من الملح في 120 كغم ماء للحصول على محلول ملحي وزنه 150 كغم وبتركيز 20% .

مقارنة سريعة بين أجهزة قياس المحاليل المختلفة

مبدأ العمل	الاستخدام الأساسي	الجهاز
تركيز أيونات الهيدروجين	قياس الحموضة	pH Meter
قياس القدرة على توصيل الكهرباء	قياس التوصيلية الكهربائية	Conductivity Meter
قياس الكتلة لكل وحدة حجم	قياس الكثافة	Density Meter
قياس انكسار الضوء	قياس تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية	Refractometer
قياس مقاومة التدفق	قياس اللزوجة	Viscometer
استشعار الأوكسجين في المحلول	قياس الأوكسجين الذائب	DO Meter
تشتت الضوء عبر العينة	قياس العكارة	Turbidity Meter
قياس التوصيلية الكهربائية	قياس تركيز المواد المتأينة الصلبة الذائبة	TDS Meter