كلية الزراعة
قسم الهندسة الزراعية

امتحان مادة
أجهزة قياس وتحكم
الفرقة الثالثة – هندسة زراعية

الفصل الدراسي الأول
يناير 2015
الزمن: ساعتان

أجب عن جميع الأسئلة التالية:

السؤال الأول: (20 درجة)

أ- ما هى بلوكات القياس وماذا تقيس تكلم باختصار عنها.

تستخدم مجموعة بلوكات القياس القياسية Gauge-blackest لمعايرة أجهزة القياس الأخرى وهى عبارة عن بلوكات صغيرة من الصلب أسطحها متوازية تماماً وأبعادها دقيقة على حسب درجتها, فالدرجة Class B تعتبر مجموعة بلوكات الأداء وقرار السماح بها يكون فى حدود ± 500/1 للمليمتر أى 2.0 × 10^{-4} ملليمتر أما الدرجة Class A فإن السماح بها يكون فى حدود ± 1.0 × 10^{-4} ملليمتر أما الدرجة Class AA فإن السماح بها يكون فى حدود 0.5 ×10^{-4} ملليمتر حتى البلوك 2 سم وبعد ذلك يكون السماح اكبر أى ± 1.0 × 10^{-4} ملليمتر.

وعند استخدام هذه البلوكات فى القياس يجب وضعها على سطح أملس دقيق أيضاً surface plat وهو أما أن يصنع من الحديد الزهر أو أسطح ملمعة تماماً من حجر الجرانيت حيث أنها لا تتآكل. كما أنها خالية من الاجهادات المتبقية (أى أحسن من المعدن) ويجب وضع اعتبار لدرجة الحرارة. إذ أن الصلب يتمدد بمقدار (1.15 × 10-5 ملليمتر/ ملليمتر لكل اختلاف مقداره 1ْمئوية. لذلك يفضل العمل فى حجرات مكيفة الهواء على درجة 20ْم. وهى درجة الحرارة التى تمت الأبعاد للبولوكات على أساسها . مع استخدام قفازات غاز للحرارة وملاحظ حتى لا تنتقل حرارة اليد إلى البلوكات. أو تستخدم المعادلات التالية للتوحيد عن المتردد بسبب درجة الحرارة كما يلى:

$$L = L_b[1-(\Delta\alpha)(\Delta T)]$$

$$\Delta T = (T_r - 20)$$

$$\Delta\alpha = (\alpha_p - \alpha_b)$$

حيث أن:

Tr درجة الحرارة الواقعية بالدرجات المئوية.
αp معامل التمدد الحرارى للمادة المقاسة ملليمتر/ملليمتر-5م.
αb معامل التمدد للبلوكات .
Lb الطول المحسوب للبلوكات.
L الطول الحقيقى.

ب- اذكر فقط طرق قياس المحتوى الرطوبى، ثم اشرح واحدة منها بالتفصيل.

1- طريقة الافران
2- طرق التقطير
3- الطرق الكيماوية
4- الطرق الكهربية
5- طرق قياس شدة الضوء النسبية

6- الطرق النووية
7- طرق النيترونات المبعثرة
ثم يقوم الطالب بشرح واحدة منهم

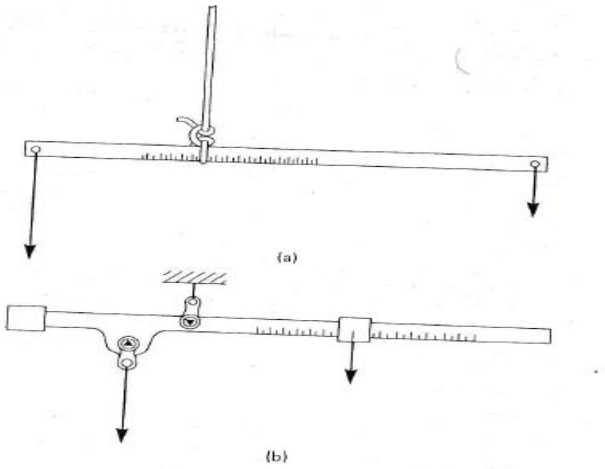
ت- اذكر ما تعرفه عن طرق قياس القوة.

طرق قياس القوة:

وتقاس القوة بإحدى طريقتين: إما بالمقارنة المباشرة أو بالمقارنة غير المباشرة باستخدام محولات إحساس معايرة, ومن الطرق المباشرة استخدام الميزان (فى حالة توازن Null balance) أى المقارنة بين كتلتين. بينما فى القياس غير المباشر فإن المحول الحسى يقيس قوة التجاذب الأخرى أى الوزن.

1- المنظومات الميكانيكية لتقدير الوزن:-

وقد نشأت أصلاً فى مصر قبل الميلاد بـ 5000 سنة, وكان الميزان بها متساوى الذراعين مثل ميزان العدالة. أما الميزان غير متساوى الذراعين فقد كانت نقطة الارتكاز هى المتحركة كما فى الشكل التالى كما وضحها Aristotle عام 350 قبل الميلاد ثم بعد ذلك ثبتت نقطة الارتكاز فى المقياس الرومانى (Roman steelyard) كما فى الشكل التالى .

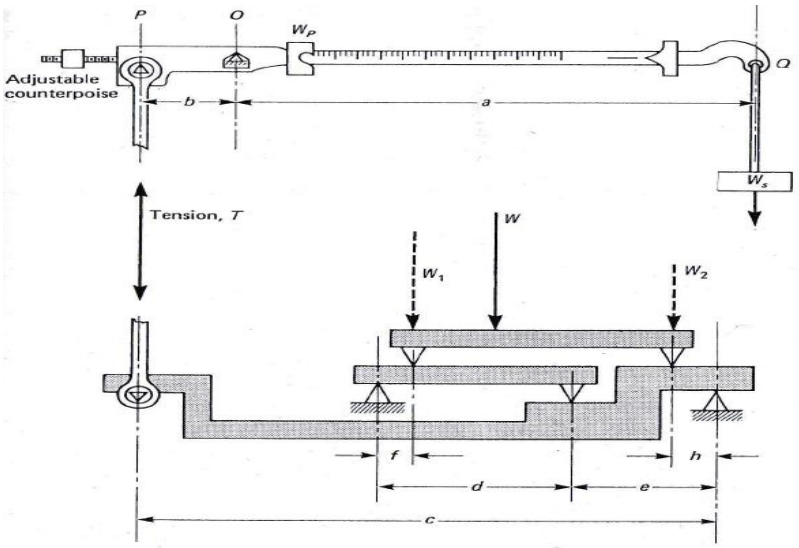


(أ) الميزان العادى:

وهو ميزان ذو ذراعين متساويين equal-arm type balance وهو فى أدائه ربما يقارن بين عزمين الأول ناتج من وزن أو كتلة أو قوة غير معلومة والآخر ناتج عن كتلة معلومة. ويستخدم نفس الأسلوب فى الميزان الحساس بالمعامل analytical balance .

(ب)الميزان ذو الروافع المتعددة :Multiple-lever systems:

وذلك لوزن الاوزان الكبيرة جداً Large Weights (W) بواسطة اوزان اصغر Smaller Weights (W_p) ووزن الكفة Pan Weight (Ws). ويبين الشكل التالى الميزان ذو الروافع المتعددة.



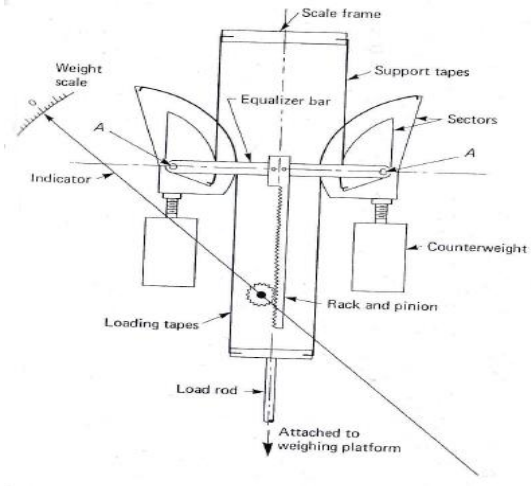
فإذا فرضنا أن وزن الموازنة W_p كان على صفر التدريج وكان الميزان متزن تماماً فإذا وضع وزن كبير مثل W على الطبلية (Platform) ووضع وزن الكفة Ws بحيث تمت بينهما حالة اتزان فإنه فى هذه الحالة يكون :

$$T \times b = W_s \times a$$

$$T \times c = W_1 \frac{f}{d} e + W_2 h$$

جـ جهاز قياس القوة البندولى:

وهو أيضاً جهاز متعدد الروافع استبدلت به الروافع والقضبان ثابتة الطول بقطاعات دائرية محملة شريطياً, فعند التحميل, تدور القطاعات حول المحورين A ، A مما يحرك الثقل البندولى للخارج حتى يتزن العزم الناتج من كل من الإثقال البندولية والحمل فيرتفع عمود التوازن محركا معه الترس المستقيم وبالتالى الترس الصغير محركاً مؤشر المقياس. ويبين الشكل التالى جهاز قياس القوة البندولى.



2- المحولات الإحساسية المرنة: Elastic transducers

وهى تعتمد على مرونة بعض الأجزاء التى تخضع للتغير المرن الخطى غالباً لأبعاد هذا الجزء تحث تأثير الأحمال, وهذا التغير أما أن يلاحظ ويقرأ بصورة مباشرة كذلك للقوة أو الحمل المؤشر أو يحول عن طريق محول إحساس أخر من إزاحة إلى مخرج أخر وغالباً ما يكون كهربائياً.

$$K = \frac{F}{y}$$

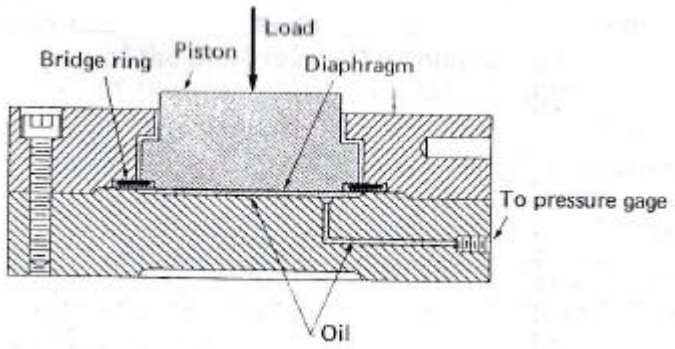
حيث أن:

F الحمل y التغير فى الأبعاد K هو ثابت التغير

3- أنظمة قياس القوة الهيدروليكية والهوائية :

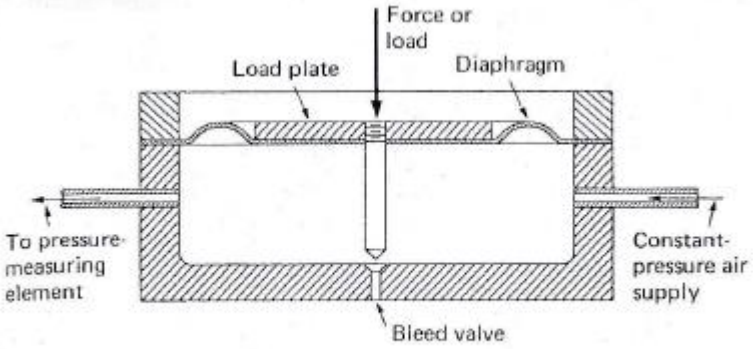
خلايا التحميل الهيدروليكية Hydraulic load cells

وفيها يستخدم مكبس عائم floating piston متصل بالاسطوانة ومحاط بغشاء مرن diaphragm type seal يسمح بحركة محددة جداً للمكبس لا تقوى عادة ملليمتر فقط, ولكنها تؤثر على قراءة مقياس الضغط. ومثل هذه الأجهزة تقيس حتى 2 مليون ثقل كيلوجرام بحركة لا تتعدى $\pm$ ½% من القراءة أو 0.1% من إجمالى سعة الميزان, ولكن يجب أن يوضع فى الاعتبار تأثير درجة الحرارة حيث أنها تسبب خطأ فى حدود 0.45% لكل 10°م تغير فى الحرارة. ويبين الشكل التالى قطاع فى خلية تحميل هيدروليكى.



خلايا التحميل الهوائية : Pneumatic load cells

وفيها تزود الخلية بمصدر دائم لضغط الهواء, فإذا زاد الضغط عن مقدار الحمل وارتفعت طبلية التحميل فإن صمام تسريب الهواء يقلل الضغوط مرة ثانية ليصل لحالة الاتزان المطلوب خلية تحميل هوائية وتقدر سعة الخلية بحوالى 40 ألف ثقل كيلو جرام أو اقل مع خطأ يقدر بحوالى 0.1% من التدريج الكامل. ويبين الشكل التالى قطاع فى خلية تحميل هوائى.



ث- بين باستخدام التحليل البعدى ان قوة المقاومة لطبق طائر فى الهواء يتحدد من العلاقة:

$$F = f\left(l^2V^2\rho\right)\left(\frac{\mu}{lV\rho}\cdot\frac{K}{V^2\rho}\right)$$

حيث ان:

F قوة المقاومة l الطول V السرعة

μ اللزوجة ρ كثافة الهواء K معامل بالك

هذه العلاقة يمكن كتابتها على الصورة الاتية:

$$F = f\left(l,V,\mu,\rho,K\right)$$

ويتم وضع المعادلة على الصورة العامة الاتية:

$$f\left(F,l,V,\mu,\rho,K\right)=0$$

يتم حساب عدد الكميات المتغيرة واختيار الكميات الاساسية:

$$m=3$$

وفى هذه الحالة تكون l, V, ρ

$$\pi_1=(l)^{a1}\cdot V^{b1}\cdot(\rho)^{c1}\cdot F \qquad (1)$$

$$M^0L^0T^0=(L)^{a1}\times\left(LT^{-1}\right)^{b1}\times\left(ML^{-3}\right)^{c1}\times\left(MLT^{-2}\right)$$

يتم عمل تجانس بعدى, وبمساواة قوى كل من M, L, T فى طرفى المعادلة السابقة حسب نظرية الابعاد

$$\textit{for M},\quad 0=c_1+1 \quad \text{or} \quad c_1=-1$$
$$\textit{for T},\quad 0=-b_1-2 \quad \text{or} \quad b_1=-2$$
$$\textit{for L},\quad 0=a_1+b_1-3c_1+1 \quad a_1=-2$$

بالتعويض عن قيم a_1, b_1, c_1 فى معادلة رقم (1):

$$\pi_1=(l)^{-2}\cdot V^{-2}\cdot(\rho)^{-1}\cdot F$$
$$=\frac{F}{l^2V^2\rho} \qquad (2)$$

$$Similarly \quad \pi_2 = (l)^{a2} \cdot V^{b2} \cdot (\rho)^{c2} \cdot \mu$$

$$M^0 L^0 T^0 = (L)^{a2} \times (LT^{-1})^{b2} \times (ML^{-3})^{c2} \times (ML^{-1}T^1)$$

يتم عمل تجانس بعدى, وبمساواة قوى كل من M, L, T فى طرفى المعادلة السابقة حسب نظرية الابعاد

$$for\ \mathrm{M}, \quad 0 = c_2 + 1 \quad \text{or} \quad c_2 = -1$$
$$for\ \mathrm{T}, \quad 0 = -b_2 - 1 \quad \text{or} \quad b_2 = -1$$
$$for\ \mathrm{L}, \quad 0 = a_2 + b_2 - 3c_2 - 1 \quad a_2 = -1$$

$$\pi_2 = (l)^{-1} \cdot V^{-1} \cdot (\rho)^{-1} \cdot \mu$$
$$= \frac{\mu}{lV\rho} \qquad (3)$$

$$and \quad \pi_3 = (l)^{a3} \cdot V^{b3} \cdot (\rho)^{c3} \cdot K$$

$$M^0 L^0 T^0 = (L)^{a3} \times (LT^{-1})^{b3} \times (ML^{-3})^{c3} \times (ML^{-1}T^{-2})$$

يتم عمل تجانس بعدى, وبمساواة قوى كل من M, L, T فى طرفى المعادلة السابقة حسب نظرية الابعاد

$$for\ \mathrm{M}, \quad 0 = c_3 + 1 \quad \text{or} \quad c_3 = -1$$
$$for\ \mathrm{T}, \quad 0 = -b_3 - 2 \quad \text{or} \quad b_2 = -2$$
$$for\ \mathrm{L}, \quad 0 = a_3 + b_3 - 3c_3 - 1 \quad a_3 = 0$$

$$\pi_3 = (l)^0 \cdot V^{-2} \cdot (\rho)^{-1} \cdot K$$
$$= \frac{K}{V^2\rho} \qquad (4)$$

ويتم كتابة الصورة العامة كما يلى:

$$f\left[\frac{F}{l^2V^2\rho}, \frac{\mu}{lV\rho}, \frac{K}{V^2\rho}\right] = 0$$
$$\frac{F}{l^2V^2\rho} = f\left[\frac{\mu}{lV\rho}, \frac{K}{V^2\rho}\right]$$
$$F = f\left(l^2V^2\rho\right)\left[\frac{\mu}{lV\rho}, \frac{K}{V^2\rho}\right]$$

السؤال الثانى: (20 درجة)

أ- اذكر ما تعرفه عن الطرق المختلفة للقياس مع توضيح مراحلها المختلفة.

يوجد طريقتين للقياس هما:

- طريقة القياس المباشر.
- طريقة القياس غير المباشر.

أ- القياس المباشر:

وفيه تتم مقارنة القيم المجهولة المراد قياسها بمقياس معيارى. ولكن هذه الطريقة محدودة ودقتها محدودة أيضا اذ انها تستخدم فقط فى حالة ايجاد الابعاد الطولية باستخدام المسطرة العادية التى لا يمكن ان تزيد دقة القياس بها غالبا عن نصف ملليمتر, أو فى حالة ايجاد اتجاه باستخدام المنقلة ودقة القياس بها محدودة أيضا.

ب- القياس الغير مباشر:

وفى هذه الطريقة يتكون جهاز القياس من عدة أجزاء أولها جزء حساس للقيمة المقاسة التى تسمى القيمة المجهولة Input ثم عدة أجزاء اخرى فائدها تحويل القيمة المجهولة إلى قيمة يمكن قياسها، سواء كانت هذه القيمة من نفس طبيعة القيمة المجهولة أو بصورة أخرى تحاكيها. وبذلك يمكن قراءة نتيجة القياس Output كدالة للقيمة المجهولة المقاسة Input.

فبالنسبة للانسان فإن حواسه (وأهمها حاسة البصر) لا يمكن أن تقدر القيمة المقاسة (ولتكن الوزن مثلا) بطريقة مباشرة, ولكنها تحتاج الى جهاز يتأثر بالقيمة المجهولة, ثم يحتاج أيضا إلى جهاز أوأجهزة أخرى تحول القيمة المجهولة إلى صورة أخرى مثل حركة مؤشر الميزان على سطح مدرج، حتى يمكن لحاسة البصر أن تقرأها بسهولة.

وعملية تحويل هذه قد تكون بسيطة للغاية مثل حالة استخدام عدسة مكبرة لتوضيح أو تضخم القيمة المقاسة, وقد تكون أكثر تعقيدا كأن تضم روافع ميكانيكية أو أجهزة كهربائية كل منها يؤدى عملا خاصا مثل:

1- استخلاص القيمة المراد قياسها عن طريق ترشيحها من قيم أخرى مختلطة معها.

2- تضخيم تأثير الجزء الحساس للقيمة المقاسة حتى يمكن تمييزها بسهولة.

3- تسجيل منيجة قياس القيم المقاسة او ايضاحها على هيئة قراءة أو منحنى أو غيرها من طرق الايضاح أو التسجيل.

4- سرعة تتبع القيم المقاسة التى تتغير سريعا مع الزمن, وهى ما يعبر عنه بالقيم الديناميكية وهنا تظهر أهمية أجهزة القياس الكهربائية, اذ ان مثل هذه الاجهزة يمكنها أداء هذه العمليات المختلفة بكفاءة عالية خاصة بالنسبة للقيم الديناميكية التى تتغير بسرعة كبيرة فى زمن صغير.

وبصفة عامة يمكن تقسيم اى جهاز قياس الى ثلاث اجزاء يكون كل جزء منها مرحلة من مراحل القياس الثلاثة وهى:

1- **مرحلة التحويل الحسى Detector-transducer stage:**

وفيها يحس المحول الحسى – وهو الجزء الحساس للجهاز بالقيمة المجهولة ويحولها إلى قيمة قد تخالفها فى طبيعة تكوينها ولكنها تحاكى القيمة المجهولة، اى تزيد اذا زادت وتنقص اذا نقصت. ويشترط فى هذه المرحلة ان يكون الاحساس للقيم المراد قياسها أعلى ما يمكن, أى يكون المحول الحسى شديد الحساسية لها بينما يكون احساسه لغيرها من القيم المختلطة معها اقل ما يمكن.

2- **مرحلة التحويل الوسطى Intermediate modifying stage:**

وفيها تتم بعض التعديلات على القيم المحولة سواء بتنقيتها من القيم الاخرى المختلطة بها, او تضخيمها او اجراء غيرها من التعديلات حتى يمكن الاستفادة من القيمة المحولة الاخيرة بأعلى كفاءة مع الاحتفاظ بدقة عالية للقياس.

3- **مرحلة الايضاح النهائية Terminating stage:**

وتشمل هذه المرحلة الاخيرة الاجهزة التى توضح نتيجة القياس سواء كان ذلك عن طريق مؤشر Indicator يتحول أمام سطح مدرج لوحدات قياس معترف بها علميا, او عن طريق تسجيلها على خريطة أو ورقة رسم بيانى chart recording أو تسجيلها فى عداد counter.

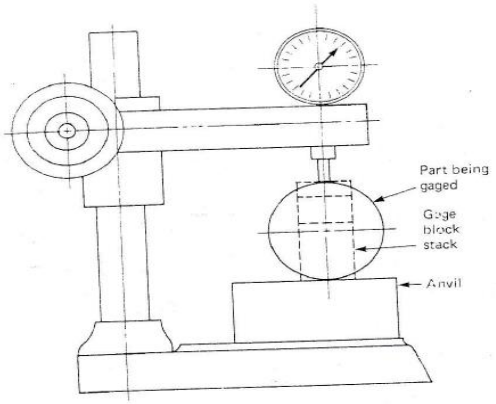
كذلك تشمل هذه المرحلة الاجهزة التى يمكن بها تحويل نتيجة القياس إلى جهاز تحكم controller حيث يستفاد من نتائج عملية القياس فى تعديل مكونات تكوين ما للوصول به إلى الكفاءة المرغوبة فى الاداء. وهذا فى الواقع ما يتم فى عملية التحكم الالى automation لبعض الانظمة systems.

ب- تكلم باختصار عن:-

المقارن الميكانيكى – المقارن الهوائى – مقياس الاختراق – مقياس الجذب أو التوتر الرطوبى

المقارن الميكانيكى:

وفيه يتصل فك متحرك لأعلى وأسفل بفك ثابت عن طريق ريشة مرنة كما يتصل الفكان بقاعدة المؤشر ريسة مرنة أيضاً, فإذا تحرك الفك المتحرك بالنسبة للثابت تحرك المؤشر لليمين أو اليسار كما فى شكل (4-1). ولاستخدام جهاز المقارن الميكانيكى توضع البلوكات أولاً على قاعدة القياس ويضبط الدليل والمكان الثابت والمتحرك بحيث يعطى المؤشرات صفر ثم ترفع بلوكات القياسى ويوضع الجسم إعداد قياسه أو التأكد من قياسه فإذا تحرك الفك لأعلى أو لأسفل يقوم المؤشر توازن مقدار الإزاحة مباشرة. وتتم معايرة وتدريج المقياس عن طريق استخدام بلوكات لقياس أيضاً.



المقارن الهوائى : Pneumatic comparator

يبين الشكل المقارن الهوائى .يعتمد هذا المقارن على مساحة فتحتى مرور الهواء A_1 ، A_2 التى يتسبب عنها فرق فى الضبط P_s أى ضغط المصدر عن الضغط عن فتحة الخروج النهائية P_i, وتتوقف مساحة فتحة الخروج النهائية على المساحة d بين ارتفاع البلوكات أو الجسم بالمقاس ونهاية أنبوبة طروح الهواء حسب المعادلات التالية:

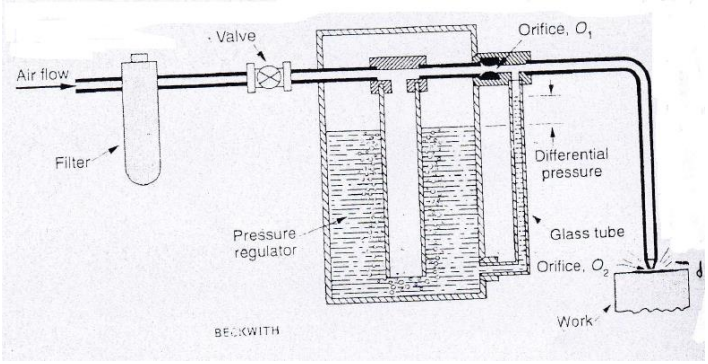
$$\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 = \frac{P_s}{P_i} - \frac{P_i}{P_s}$$

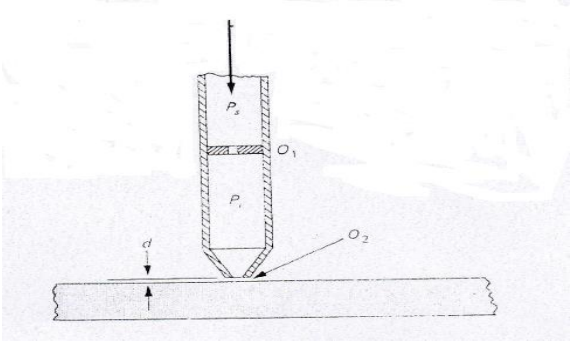
وهذه العلاقة فى المدى بين $\frac{P_i}{P_s} = 0.4$ إلى 0.9

ويمكن تمثيلها بالمعالة

$$\frac{P_i}{P_s} = 1.10 - 0.5\frac{A_2}{A_1}$$

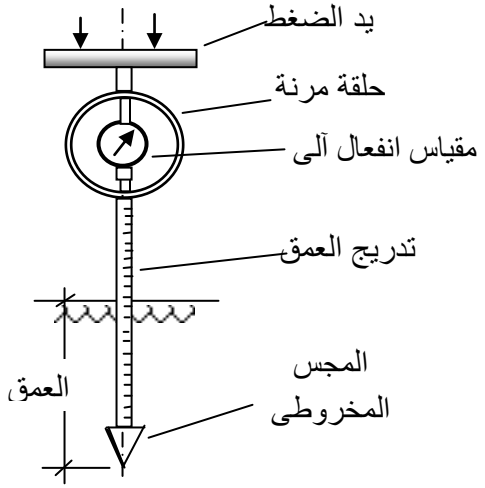
ويمكن تقدير قيمة d لإجزاء من الميكرومتر.





مقياس الاختراق: Penetrometer

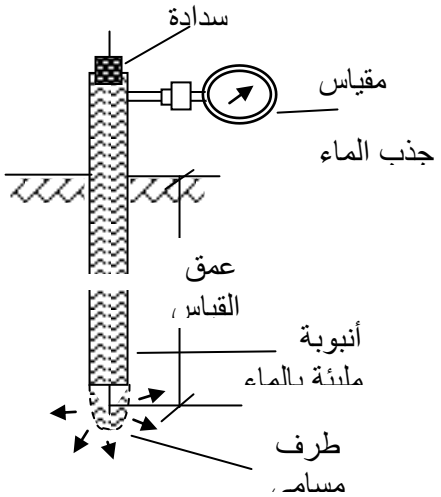
يقاس تماسك التربة (soil compaction) بعدة طرق منها قياس الكثافة الظاهرية (bulk density) أو النفاذية، الخ... ولكن الطريقة الشائعة لبساطتها هى قياس مقاومة الاختراق (penetration resistance). وتستخدم هذه الطريقة مجسا مخروطيا ذا مقطع محدد المساحة، وتقيس القوة اللازمة للتغلب على مقاومة التربة لاختراقه عند مختلف الأعماق. فتقاس القوة عادة بواسطة يای معاير، أو بواسطة مقاييس الانفعال (strain gages). وتقسم القوة على مساحة مقطع المجس ويسمى الضغط الناتج "معامل الاختراق penetration index). ولهذه الطريقة توصيف قياسى باسم الجمعية الأمريكية للهندسة الزراعية (الشكل التالى). وهناك طريقة أخرى للقياس تعتمد على دفع المجس بعدد معين من الطرقات من كتلة تسقط من ارتفاع معين مع ملاحظة عمق الاختراق.



مقياس الاختراق.

مقياس الجذب أو التوتر الرطوبى (Tensiometer)

هذه الطريقة غير مباشرة لتقدير الرطوبة. وهى لا تقيس الرطوبة بالضبط، ولكن تفيد فى معرفة حاجة التربة الى الرى. تعتمد فكرة الجهاز على أن التربة تمتص الرطوبة التى تجاورها بخاصية الجذب الاسموزى والتوتر السطحى والانتشار الشعرى. وكلما زادت الرطوبة فى التربة يقل الجذب (التوتر أو الشفط) الرطوبى الى أن ينعدم عند درجة التشبع المائى. ويتكون الجهاز من انبوبة رأسية تمتلئ بالماء، وتدفع فى ثقب بالتربة الى العمق المطلوب القياس عنده. وبطرف الانبوب السفلى كوب مسامى (أو وعاء porous cup) تنشع المياه منه الى التربة المجاورة (والتى يجب أن تكون ملتصقة معه تماما) فتسبب انخفاضا فى الضغط دخل الانبوب. ويقاس هذا الضغط بواسطة مقياس (مانومتر)، أو بواسطة انبوبة مانومترية بها زئبق الشكل التالى.



ت- اذكر ما تعرفه عن طرق تثبيت مقاييس الانفعال.

يجب أن يراعى فى التثبيت النظافة المطلقة Cleanliness من أى دهان يمكن إزالته أو تآكل حتى يظهر سطح المعدن. وأيضاً أى آثار لأى مواد تشحيم أو زيوت أو دهنية ويفضل استخدام الاسيتون لذلك أو أى مذيب عضوى أخر مثل ديكا هيدرونفثالين لإزالة الزيوت. استخدام قطنة جديدة كل مرة وأيضاً ينظف ظهر مقياس الانفعال بنفس الطريقة ولكن لمرة واحدة حتى لا يحدث ضعف لمادة التحميل.

كذلك لا يوجد داعى للعجلة عن تثبيت مقياس الانفعال خوفاً من سرعة جفاف مادة اللصق والتى تختلف حسب مادة الدعامة للمقياس.

أ- تثبيت المقاييس المثبتة على ورق : paper-back gauge

وتثبيت بمادة النتروسيليلوز nitro cellulose cement مثل الدوكو Duko فيوضع أولاً مادة اللصق بكمية كبيرة نسبياً على السطح المراد اختباره – ثم يوضع المقياس بعد ذلك مع الحرص على عدم وجود فقاقيع هوائية خلفه والحرص أيضاً على عدم ثقب أو تهتك لمادة العزل لشبكة المقياس, مما يحدث دائرة فصل بين سلك المقياس والسطح المعدنى ويجب لاحظ أن الأطراف تلتوى أحياناً لأعلى ولا ضرر من ذلك طالما أن المساحة أسفل الشبكة تامة الالتصاق, كذلك يجب الانتباه إلى انه بعد تمام ثبات المقياس على السطح المعدنى, إلا أن مادة اللحام تحت المقياس تكون لازالت سائلة، لذلك بفضل تغطية موقع المقياس بطبقة رفيعة من الأسفنج المطاطى بسمك ما بين 3-10ملليمتر والضغط

عليه بثقل حوالى ½ إلى 1 كجم. أو يتم الضغط بسوستة أو زاوية ضغط Clamp أو بشريط لاصق مشدود أو بالضغط عليها بالأصابع لمدة 5 دقائق على اضعف الإيمان . ثم يترك المقياس لمدة 8 ساعات على الأقل قبل الاستقبال.

ب- تثبيت المقاييس المثبته على الباكليت : Bakelite gauge

وتثبيت هذه المقاييس أصعب لأنها تحتاج إلى ضغط لا يقل عن 2 ضغط جوى أى 2 كجم/سم^2 حتى يتم جفاف مادة اللصق ويصل أحياناً إلى 7 – 14كم/سم^2 كما أنها تحتاج إلى عملية إنضاج حرارى إضافية كما يلى حيثي يستخدم معها بان تثبيت فينوليه phenol-resin cement التسخين إلى درجة 60°م لمدة ساعة، ثم التسخين إلى درجة 75°م لمدة ساعتين ثم التسخين إلى 120°م لمدة ساعتين، ثم يرفع الضغط من على المقياس وتسخين إلى درجة ما بين 135 – 175°م لمدة ساعة واحدة، ثم يسخن المقياس إلى الدرجة التى سوف يتم القياس عليها عدة مرات حتى نحصل على ثبات للواءات بعد ذلك.

جـ- تثبيت المقاييس المثبته على مادة الابوكس – Epoxy resin backing :

وغالباً ما تكون المقاييس ذات الرقائق المعدنية foil grid، ويستخدم معها مادة لصق مصنوعة من الايبوكس Epoxy cement thermosetting type التى تحتاج إلى حرارة لتمام النضج. ولتثبيت هذه المقاييس ينظف أولاً السطح وظهر المقياس بمادة الكلوروايتليا الثلاثى trichloroethylene مع التعامل مع المقياس بملقط منعاً للتلوث ، ثم يحضر مادة التثبيت بمزج عدد 2 مكون بالنسب الموصى بها لذلك مع الحرص على سرعة الاستخدام إذ أن المدة المسموح بها لا تتعدى نصف الساعة بعد عملية الخلط, ثم يوضع مادة اللصق بكمية كافية على السطح المراد اختباره بواسطة فرشاه مع الحرص على عدم وجود فقاقيع هواء. ثم يوضع المقياس بحيث تكون الشبكة لأعلى مع الضغط لإزالة مادة اللصق الزائدة أو أى فقاقيع. ثم توضع قطعة من التافلون Teflon أو ورق البوليسترين polystyrene على المقياس إذ أن مادة اللصق لا تلصق بها مع الضغط بقوة تتراوح ما بين 0.3 إلى 0.6 كجم/سم^2. ثم يترك لمدة 24 ساعة على درجة حرارة الغرفة ويمكن اختصار الزمن إلى 3 ساعات لو كانت حرارة التسوية 70°م. ولكن عند الاستعمال يجب ألا تزيد الحرارة عن 60°م حتى لا يحدث زحف creep.

ث- اذا كان طول سلك L ومساحة مقطعه CD^2 يتعرض لانفعال محورى يسبب زيادة فى طوله فاثبت ان:-

$$F = 1 + 2\nu + \frac{d\rho/\rho}{dL/L}$$

إذا كان طول السلك L ومساحة مقطعه CD^2 فإن الانفعال المحورى يسبب زيادة فى طوله ونقص فى الأبعاد المستعرضة نتيجة نسبة بواسون وبذلك تزداد مقاومته فإذا كانت المقاومة أولاً هى :

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho L}{CD^2}$$

وعند إجهاد السلك

$$dR = \frac{CD^2\left(Ld\rho + \rho dL\right) - 2C\rho LDdD}{(CD^2)^2}$$

$$= \frac{1}{CD^2}\left(\left(Ld\rho + \rho dL\right) - 2\rho L\frac{dD}{D}\right)$$

ومن المعادلتين السابقتين نستنتج أن:

$$\frac{dR}{R} = \frac{dL}{L} - 2\frac{dD}{D} + \frac{d\rho}{\rho}$$

يمكن اعادة كتابة المعادلة السابقة كما يلى:

$$\frac{dR/R}{dL/L} = 1 - 2\frac{dD/D}{dL/L} + \frac{d\rho/\rho}{dL/L}$$

وحيث ان:

$$\frac{dL}{L} = \varepsilon_a = axial \text{ strain}$$

$$\frac{dD}{D} = \varepsilon_L = lateral \text{ strain}$$

$$\mu = \nu = Poisson's \text{ ratio} = \frac{\mathrm{dD/D}}{dL/L}$$

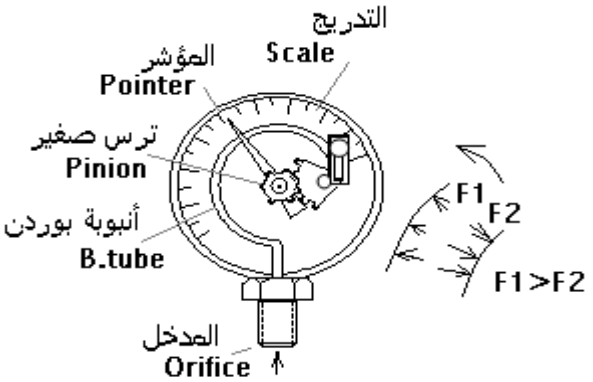
$$\mathrm{F} = \frac{\mathrm{dR/R}}{dL/L} = \frac{\mathrm{dR/R}}{\varepsilon_a} = 1 + 2\nu + \frac{\mathrm{d}\rho/\rho}{dL/L}$$

السؤال الثالث: (20 درجة)

أ- تكلم بالتفصيل عن: المحولات المرنة لقياس الضغط – مقياس ماكلويد لقياس الضغط

المحولات المرنة : Elastic type-transducers

وتعتمد هذه المحولات على العلاقة بين التغير فى الشكل الذى يحدث فى جسم مرن غالباً أنبوبى نتيجة التوازن بين الضغط المؤثر ورد الفعل نتيجة علاقة الجسم – ومن أمثلتها أنبوبة بوردن (الشكل التالى) وهى أنبوبة ذات مقطع بيضاوى وملتفة على هيئة قوس نصف قطره R وعندما يزداد الضغط يميل المقطع البيضاوى إلى الاستزادة مما يجعل نصف القطر يزداد مما يجعل نهاية الأنبوبة تتحرك وهذه يمكن نقل حركتها من خلال ترس إلى مؤشر يقرأ الضغط.



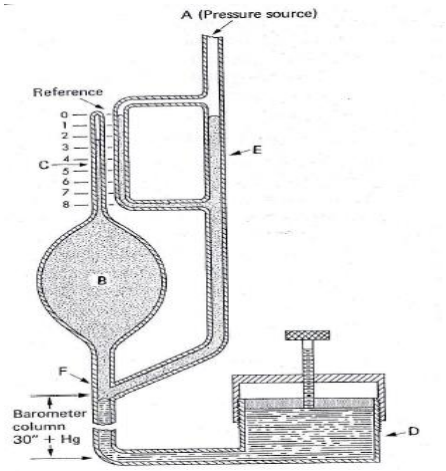
مقياس ماكلويد : The McLeod Gage

ويعتمد على قانون بويل Bole's fundamental relation

$$P_1 = \frac{P_2 V_2}{V_1}$$

حيث P_1،P_2 هى قيمة الضغط عند البداية والنهاية ، V_1، V_2هى قيمة الحجم المقابل. فإذا ضغط حجم معلوم من الغاز عند الضغط المنخفض إلى ضغط أعلى بمقدار الضغط والحجم بمكبس فإنه يمكن حساب الضغط المنخفض الأصلى.

ولتشغيل الجهاز يوصل الضغط المنخفض يملأ الانتفاخ والأنبوبة الشعرية أعلاه. ثم يضبط الزئبق إلى أن يصل للنقطة F فيصل الجزء المحتجز فى الانتفاخ والأنبوبة الشعرية ويقرأ الحيز الذى يشغل المائع فى الأنبوبة الشعرية [v_1] ثم ينضغط الزئبق حتى يصل إلى النقطة E وهو ما يقابل صفر التدريج فى الأنبوبة الشعرية ويقرأ الحيز الذى يشغل المائع فى الأنبوبة الشعرية [v_2] وذلك عن طريق النقطة C والفرق بين المستوى E والمستوى C هو مقدار الضغط P_1 ومنه نسب P_2. ويبين الشكل التالى مقياس ماكلويد.



ولكن يعاب على هذا الجهاز عدم امكان قياس الضغط للغازات التى تحتوى على بخار لأنه نتيجه الضغط قد يتكثف البخار وعادة يقيس الجهاز ضغط قد يصل إلى 0.01 ميكرون إلى 50 مم زئبق حسب المجال الذى يدرج عليه الجهاز.

ب- تعترض عملية القياس بعض العوامل التى تسبب أخطاء فى نتيجة القياس، وضح ذلك مع بيان كيفية تصحيح القراءات المقاسة.

أولا: الاخطاء Errors

تعترض عملية القياس بعض العوامل التى تسبب حدوث أخطاء في نتيجة القياس, فبصفة عامة يمكن تقسيم هذه الاخطاء الى ثلاث أقسام يختلف كل منهما في طبيعته وهي الاخطاء الثابتة والاخطاء الاعتباطية ،وأخطاء الاهمال.

1- الاخطاء الثابتة : Systematic or Fixed Error

وتشمل الأخطاء التى لها صفة الثبات في المقدار او الاتجاه, وذلك نتيجة لاجراء عملية القياس تحت تأثير عوامل لها تأثير معين ثابت. ومن أمثلة هذه الأخطاء:

أ- أخطاء بشرية : Human errors :

ومن أمثلتها ميل شخص ما للنظر الى الاناء المدرجة بزاوية معينة تبين قراءة أكبر مما يجب أو أقل مما يجب.

ب- أخطاء معايرة calibration errors :

فكثير ما يكون بجهاز القياس خطأ داخلى نتج عن خطأ في التصميم أو التصنيع أو الصيانة, ومثل هذه الاخطاء ثابتة التأثير سواء بالزيادة أو النقصان, ولذلك فيمكن تداركها بالمعايرة في أحوال كثيرة، ولكن اذا كانت القيمة المقاسة ومعقدة التركيب فكثيرا ما تفشل عملية المعايرة في تدارك مثل هذه الاخطاء.

جـ- أخطاء في طريقة الاداء Technique and Experimental error :

وقد تنتج مثل هذه الاخطاء نتيجة لاستخدام طريقة معينة في القياس تسبب بعض الاخطاء .

2- الاخطاء الاعتباطية Random errors :

وهذه الاخطاء غير ثابتة التأثير سواء في الاتجاه أو المقدار. وقد تنتج مثل هذه الاخطاء من تغير في الظروف المحيطة بعملية القياس والتى لايمكن التحكم فيها, مثل حدوث ذبذبة وقتية أو حدوث ارتفاع أو انخفاض في درجة حرارة أحد أجزاء جهاز القياس أو حدوث احتكاك غير متوقع بها. وقد تحدث مثل هذه الاخطاء الاعتباطية نتيجة لنظر بشري كاختلاف في زاوية النظر للتدريج بين قراءة وأخرى.

3- أخطاء الاهمال Illegitimate errors :

وهذه الاخطاء يجب تلافيها بكل الطرق اذ انها ناتجة عن اهمال في اجراء عملية القياس او عدم اخذ قرارات مكررة او عدم العناية في قراءة نتيجة المقياس او عدم الاهتمام بمنع ذبذبة الجهاز او التحكم في درجة الحرارة طالما كان ذلك في الامكان. كذلك تحدث أخطاء الاهمال نتيجة للاهمال في حساب نتائج القياس او في تدوينها او في تجريبها.

ونتيجة لهذه الاخطاء عامة, فان القيمة المقاسة لا تمثل تماما القيمة الواقعية أو الحقيقية لها actual or true value وكل ما يجرى في عملية القياس هو الاقتراب إلى أقصى حد من هذه القيمة الحقيقية .

هذه ويجب ان يوضع في الاعتبار ان عملية القياس نفسها تؤثر وتغير في صفات وخصائص القيمة المقاسة كما تؤثر وتغير في خصائص جهاز القياس نفسه. وعلى ذلك فانه حتى اذا ألغيت جميع الاخطاء السابقة فلابد وان تكون القيمة المقاسة مختلفة بمقدار ما عن القيمة الحقيقية ولو بمقدار بسيط جدا.

تصحيح القراءات:

كثير ما يمكن تقدير انحراف القيمة المقاسة إلى حد ما عن القيمة الحقيقية, وبذلك يمكن تصحيح القيمة المقاسة باضافة معامل تصحيح عليها اضافة جبرية أو بضربها في معامل التصحيح.

وفي هذه الحالة يعبر عن القيمة المقاسة المصححة بالتعبير " نتيجة القياس Result "

وبذلك يمكن ايجاد نتائج القياس من المعادلة:

$$Result = (C_1 \times Measured\ value) + C_2$$

حيث أن:

C_1, C_2 معاملات تصحيح

ت- اذكر فقط طرق قياس السريان، ثم تكلم بالتفصيل عن أجهزة المساحة المتغيرة.

1- الطرق الابتدائية أو طريقة الكميات Primary or quantity methods

أ- الوزن أو حجم الخزان Weight or volume tanks

ب- مقياس الإزاحة الايجابى Positive – displacement meters

2- مقاييس السريان : : Flow meters

أ- مقاييس الاختناق Obstruction meters

أ-1- جهاز الفينشورى Venturi meters

أ-2- فتحة السريان Flow nozzles

أ- 3- فواهة السريان Orifices

ب- أجهزة المساحة المتغيرة Variable – area meters

جـ- أجهزة القياس التوربينية والمورحية Turbine and propeller meters

د – أجهزة السريان المغناطيسية Magnetic flow meters (liquid only)

هـ- أجهزة الدوامة Vortex shedding meters

3- مجسات السرعة :_Velocity probes

أ- مجسات الضغط Pressure probes

أ- 1- الضغط الكلى وأنابيب تيوب الإستاتيكية

Total pressure pitot-tubes

أ-2- المجسات ذات الإحساس الاتجاهى Direction –sensing probes

ب- جهاز الأنيموميتر المزود بسلك ساخن أو غشاء ساخن

Hot-wire and hot-film anemometer

جـ- الأساليب المتناثرة التى تعتمد على الضوء المتناثر Scattering techniques

جـ-1- جهاز الأنيموميتر الخاص بأشعة ليزر دوبلر

جـ-2- جهاز الأنيموميتر ذات الموجات فوق مغناطيسية

4- الأساليب المرئية للسريان : Flow-visualization techniques

أ- الدخان أو السحاب المنتشر فوق سلك الدخان

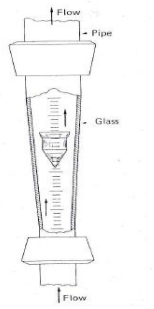
ب- الحقن الصبغى – الترسيب الكيماوى

جـ- فقاعة الهيدروجين (للسوائل) Hydrogen bubble (liquids).

د. تضخم الأشعة الذى يحدث التفلور الإشعاعى Laser-included fluorescence

أجهزة المساحة المتغيرة : The variable-Area Meter

الأهمية الكبرى لأجهزة الاختناق المعروفة (الفنشورى – فتحة السريان – فوهة السريان) تعتمد على اختلاف الضغط مع ربع معدل السريان وذلك يعنى أنه إذا تم استخدامها بشكل واسع مع معدلات السريان التى نحتاجها. ولكن إذا كان معدل الضغط صغير عند اقل معدل سريان لابد من استخدام جهاز يقوم بتحويل هذا الضغط الصغير ويتم قراءته هذا الجهاز يسمى جهاز المساحة المتغيرة كما فى الشكل التالى. ويمكن استخدامه مع معدلات السريان البطيئة ومعدلات السريان السريعة هذا الجهاز له علاقة خطية مع معدل السريان.



جهاز المساحة المتغيرة لقياس التصرف

وهذا الجهاز مزود بعلامات متغيرة يمكن قراءتها ويسمى هذا الجهاز بالروتاميتر ويتكون من جزأين أساسيين هما العوامة والجزء الثانى أنبوبة مستدقة وتتحرك العوامة داخل الجزء المستدق بحرية ودائماً العوامة تكون أثقل من الثقل الذى يحركها.

إذا تحرك السائل لأعلى خلال الأنبوبة تؤثر على العوامة أربع قوى وعند اتزان هذه القوى تستقر العوامة عند المؤشر الزجاجى ويمكن قراءة التدريج القوى الأربعة هى:

1- قوة وزن العوامة لأسفل.
2- قوة الطفو.
3- الضغط .
4- قوة الاحتكاك اللازمة.

ث- اذكر ما تعرفه عن طرق قياس عزم اللى.

أ- الديناموميترات (الأجهزة) الميكانيكية والهيدروليكية:

ولعل ابسطها هى فرملة برونى Prony brake وهو جهاز يعتمد على الاحتكاك الجاف لتحويل الطاقة الميكانيكية إلى حرارة ويوجد مثالبين لهذا النوع من الديناموميترات حيث يتعادل عزم اللى Torque مع العزم $F \times r$ ويوجد نوع أخر يستخدم الاحتكاك مع مائع مثل الماء كما فى. وسعة هذا النوع تتوقف على مستوى النوع وعلى مستوى الماء وسرعة الدوران. وتتناسب القدرة الممتصة مع مكعب سرعة الدوران وتتوقف حسب ارتفاع الماء فى الجسم المحيط وتتميز هذا الجهاز عن برونى بريك أن الحرارة المتولدة والمنتقلة إلى الماء يمكن التخلص منها عن طريق تبريد الماء.

وفى كل جهاز من الأجهزة السابقة فإن الجزء الذى يمتص القدرة يكون لـه ميل للدوران مع العمود الدوار ويضاد هذا الميل بواسطة جهاز لقياس القوة موضوع على بعد r من مركز الدوران, ويمكن تقدير القدرة بمعرفة السرعة الزاوية للعمود الدوار.

$$T = F \times r$$

وعلى اساس السرعة الدورانية يمكن حساب القدرة ما يلى:

$$P = 2\pi(T)(rev/s)$$

حيث ان:

T العزم F القوة P القدرة

ويمكن إعادة كتابة معادلة القدرة كما يلى:

$$P = 2\pi(T)(rev/s) = Force \times dis\tan ce/time$$
$$= \text{work/unit time}$$

ب- الديناموترات الكهربية:

أى آلة كهربائية تدور يمكن استخدامها دينامو تر مسبب لعزم اللى أو ممتص له, ويوجد 4 تصميمات مختلفة لذلك وهى: دينامومتر التيارات الشاردة - المولدات أو ديناموترات التيار الهزازة – مواتير أومولدات التيار المستمر – ومواتير أومولدات التيار المتردد.

ديناموترات التيارات الشاردة Eddy – current dynamometers وهى من النوع الممتص للقدرة وتستخدم لقياس قدرة محرك احتراق داخلى أو محرك كهربائى, وهى مبنية على أساس أن أى موصل يتحرك خلال مجال مغناطيسى فإنه يولد فرق جهد كهربى وتيار كهربى فإذا كان الموصل معزول يحدث تيارات محلية فى دوائر صغيرة بالموصل المعزول وتسمى تيارات شاردة حيث أنها تتبدد فى صورة حرارة.

لذلك فهذا الدينامومتر يتكون من قرص معدنى يدور فى مجال مغناطيسى متولد من ملف فى جسم الدينامومتر الدائرى المحمل على كراسى تحميل, وعند دوران القرص المعدنى تتولد التيارات الكهربائية الشاردة التى تحاول بدورها التأثير على المجال المغناطيسى لجسم الدينامومتر محاولاً أدارته حول محور كراسى التحميل, ويقاس عزم اللى بنفس الطريقة السابقة فى الأجهزة الميكانيكية. كما يحتاج هذا الدينامومتر إلى تبريد مائى لامتصاص الحرارة المتولدة, ويتميز هذا النوع بصغر حجمه دائماً والتحكم فيه على سرعات دوران قليلة.

كذلك يوجد نوع أخر مستورد هو d-c dynamometers وهو يستخدم كممتص للقدرة أو مولد لها حتى 5000 حصان ميكانيكى, وعند استخدامه كممتص للقدرة فإنه يعمل كمولد كهربائى حيث تتحول الطاقة الحركية لمحوره الدوار إلى طاقة كهربائية تستهلك فى مجموعة مقاومات حيث تفقد الحرارة المتولدة خارج جسم الدينامومتر

$$Power(absorbed) = \frac{(e)(i)}{Efficiency}$$

حيث أن:

e فرق الجهد الخارج, فولت

i شدة التيار الخارجة, امبير

ديناموميترات النقل Transmission dynamometer

فهى لا تبدد ولا تولد قدرة ودائماً تستخدم تجهيزات خاصة لتقدير عزم اللى مثل المتتابعات الترسية والسيور والجنازير. ويجب ملاحظة أن أى صندوق تغيير سرعات يتعرض لتأثير عزم لى مساوى للفرق بين العزم الداخل والعزم الخارج منه, فالنسبة للسيور والجنازير يكون التأثير دالة فى الفرق فى تؤثر الجانب المتؤثر والجانب المرتخى من السير وكذلك عزم اللى عند أى طارة أدارة دالة فى الفرق بين الجانب المتؤثر والجانب المرتخى من سير الإدارة.

مع أطيب التمنيات بالتوفيق ،،،،