

## تصميم وتصنيع جهاز (Aquatic Lux Meter) لقياس شدة الضوء في اعماق مختلفة تحت سطح الماء

شاكر بدر عبدالله

فزل طق تي لميذ طق اح في به / لقر ع كل طق اح ذ / ابح لع طق اح شنب

الإرسال 2005/4/14، القبول 2005/5/29

ك خ ل ش د

صمم وصنع جهاز لقياس شدة الضوء في اعماق مختلفة تحت سطح الماء باستخدام خليه ضوئية سليلينيوميه Selenium photocell. يعتمد هذا الجهاز على الضوء النافذ خلال الماء كمصدر للطاقة التي يعمل بها ولا يحتاج الى طاقة خارجية اخرى . يمتاز هذا الجهاز بسرعة ودقة القياس وله ثلاثة مديات قياسية وهي 300 , 1000 , 3000 لكس على شكل تدريجات , يمكن استخدام الجهاز بشكل واسع في قياس شدة الضوء في اعماق مختلفة تحت سطح الماء في البحار و المحيطات و المصبات والمياه العذبة .

ك خ ل ح د

الضوء المرئي هو جزء من الطاقة الإشعاعية التي تتضمن اطوال موجية من 380-780 نانومتر والتي تتحسس بها عين الانسان . مصدر الضوء هو الشمس حيث تتغير شدته باختلاف الفصول و اوقات النهار و خطوط الطول والعرض و وجود او عدم وجود الغيوم و كمية بخار الماء في الهواء ووجود المواد العالقة في الماء . فشدة الأضواء تتغير بتغير الجو (Al-Saadi et al 1986). ففي المناطق الحارة القريبة من خط الاستواء وفي يوم صيفي مشمس تكون شدة الأضواء التي تصل الى الارض اكثر من 150 كيلولكس، وفي يوم شتائي غائم تكون شدة الأضواء اقل من 5 كيلولكس في وسط النهار. يعتبر الماء عاكس " جيدا" للضوء مقارنة مع اليابسة لذا فان قسم من الضوء الساقط ينعكس من سطح الماء وهذه الحقيقة تعتمد على طبيعة سطح الماء وزاوية ميل الشمس . فقد وجد ان 25% من شدة الضوء الساقط على سطح البحر متلاطم الموج ينعكس في يوم مشمس ( Green, 1965)، ويحدث انعكاس للضوء أيضا بواسطة الهائمات النباتية والمواد العالقة في الماء. كما وجد أن الحزم الضوئية تتعرض الى امتصاصات مختلفة عند نفوذها في الماء وينتج عن ذلك تغير في نوعية الضوء تبعاً للعمق، يمتص الماء سريعاً اقصر الموجات الضوئية من الضوء المرئي (ذي طول موجي بين 400-700 نانومتر )، كما يمتص الماء موجات ضوئية أطول وتكون أكثر تأثيراً من الموجات القصيرة، فالضوء الذي ينفذ الى أجزاء عميقة يكون فقيراً من الحزم الحمراء والبرتقالية التي تعتبر أساساً في عملية التركيب الضوئي، إلا انه يكون غنيا بالحزم الخضراء والزرقاء ، وبسبب ما يحدث في امتصاص مكونات الضوء في عمود الماء فان النباتات (الطحالب، الهائمات النباتية) في الأجزاء العميقة من المنطقة الضوئية سوف لا تحصل على نفس نوعية الضوء التي تحصل عليها في الطبقات العليا من ذلك المسطح المائي (Al-Saadi et al 1986)، كما أن الضوء النافذ في الماء يحصل لقسم منه امتصاص من قبل النباتات المائية بواسطة الصبغات الموجودة في أجسامها ويتم تحويل الطاقة الإشعاعية الى طاقة كيميائية في عملية التركيب الضوئي . أن الضوء النافذ في الماء يمتص بواسطة كل من الماء والجزيئات العالقة فيه، وزيادة عدد الجزيئات في العالق يزيد من امتصاص الضوء ، وفي ابسط العوالق تكون العلاقة بين كمية الضوء الممتص وتركيز العوالق الصلبه خطيه. تحتوي مياه المصبات على مواد كافية في العالق لامتناس كل الضوء تقريباً في أعلى متر أو مترين ، الجزيئات في العالق أيضاً تبعثر الضوء الأزرق أكثر من الضوء الأحمر وهذا يعني أن الضوء الأحمر يمتلك القدرة على النفاذ الى مدى ابعد من الضوء الأزرق في مياه المصبات ( Green, 1965) . فلهاائمات النباتية تستمر في عملية التركيب الضوئي في الطبقة السطحية بسبب علويرة مياه المصب وتبعاً لذلك فان إنتاجية الهائمات النباتية تقل . يعد الضوء أحد العوامل الأساسية في سريان الطاقة في المجتمعات الحية (Maitland, 1978) ، فقد وجد أن للضوء تأثيراً على كل مستويات التنظيم البايولوجي غير معروفة بشكل تام ولم يكن هناك معرفة بتأثير الضوء على الأحياء الدقيقة بشكل مباشر أو غير مباشر . عملية التركيب الضوئي تكون غير ممكنة بدون الضوء والنظام البيئي سوف يتحطم بالإضافة إلى أن الضوء له تأثير مباشر على سلوك الحيوانات وأيضاً تأثير على فسلجة الأحياء الدقيقة وتشمل شدة الضوء، الطول الموجي ، الاستقطاب ، زاوية الاستقبال وطول النهار ( Vernberg and Yernberg , 1972) . مما تقدم تكمن أهمية الضوء النافذ في الماء في الدراسات البايولوجية غير انه لا يوجد هناك أي جهاز لقياس شدة الضوء المباشر في الاعماق المختلفة تحت سطح الماء ما عدا قرص يدعى بقرص ساكي Sacchi disk وهو عبارة عن قرص معدني قطره 20 سم وذو لونين اسود وابيض على شكل ارباع منتاليه يستخدم بشكل واسع من قبل باحثي المياه العذبة وظيفته الأساسية هو قياس العمق الذي تنعدم فيه الأضواء فقط ويعتمد بالدرجة الأساس على عين الباحث (Holdren et at, 2002) . أن الهدف من هذا البحث هو تصميم وصنع جهاز لقياس شدة الضوء في أعماق مختلفة للبحار والمصبات والمياه الداخلية وتوظيفها في الدراسات البيولوجية التي لها علاقة مع فنادية الضوء في المياه.

ض فح ط ط ط ط ك

تم تصميم وصنع جهاز لقياس شدة الضوء في اعماق مختلفة تحت سطح الماء وباستخدام خليه ضوئية سليلينيوميه Selenium photocell حفظت داخل صندوق مصنوع من البلاستيك ذو ابعاد 8 , 7 و 4 سم مثبت على قرص حديدي قطره 20 سم وذو فتحات كبيره يسمح بمرور الماء من خلالها لتقليل مقاومة الماء للقرص عند نزوله عمودياً وكذلك تقليل مقاومة التيارات الاقفيه له . يتصل بمحيط القرص الحديدي ثلاثة اذرع حديديه اخرى وعلى ابعاد متساويه طول كل ذراع 29 سم وقطر 8 ملم . تنتهي الاذرع الثلاثه بحلقه ذات قطر 1 سم بحيث يشكل القرص الحديدي

مع الأذرع الثلاثة شكلاً "مخروطياً" (صوره 1). تتصل الخلية الضوئية بسلك كهربائي ذي قطر 7 ملم وطول 5 م يعمل كموصل للتيار الكهربائي، جبل لانزال المخروط والخلية الضوئية إلى أعماق مختلفة تحت سطح الماء وكمقياس للعمق المراد قياس شدة إضاءته، حيث تم تقسيمه إلى أقسام. ينتهي الطرف الثاني لسلك الكهربائي بجهاز يحتوي على تدريجات ومؤشر يقوم بقياس شدة الضوء الساقط على الخلية الضوئية (صوره 2). إن هذا الجهاز المصنع لا يحتاج إلى أي مصدر خارجي للطاقة التي يعمل بها ما عدا شدة الضوء الساقط على الخلية الضوئية، يقيس شدة الضوء بـ Lux (وحدة إضاءة تعادل لومن/المتر المربع)، له ثلاثة مديات للقياس 300, 1000, 3000 لكس (صوره 3). تم اختبار الجهاز في ثلاثة محطات تبعد أحداها عن الأخرى 100م في نهر كرمة علي/شط العرب في يوم غائم (11 آذار 2003) وتم قياس شدة الضوء في أعماق مختلفة وثابته للمحطات الثلاثة، فقد أخذت قراءة العمق وانعدام الضوء تحت سطح الماء أولاً بحيث يسجل مؤشر الجهاز شدة الضوء 0، ثم رفعت الخلية الضوئية والهيكल المخروطي وبشكل تدريجي كل قدمين باتجاه السطح مع أخذ شدة إضاءة ذلك المستوى، أجريت تجارب اختبار الجهاز في منتصف النهار. تم استخراج كل من معادلة الخط المستقيم  $\text{Log } Y = \text{Log } a + b \text{ Log } X$ ، حيث أن  $Y =$  شدة الإضاءة (لكس)،  $X =$  العمق (قدم) و  $a$ ،  $b$  ثوابت ومعامل الارتباط ( $r$ ) بين العمق وشدة الضوء للمحطات الثلاثة بالإضافة إلى ذلك تم استخدام اختباري تحليل التباين.

### البيئات

تم أخذ قراءات بيئية لشدة الضوء النافذ في الماء بواسطة الجهاز المصنع ولسته أعماق مختلفة تراوحت بين 14-4 قدم ولثلاثة محطات في نهر كرمة علي/شط العرب، فقد وجد أن هناك انعداماً للضوء في عمق 14 قدم ولجميع المحطات، تراوحت شدة الضوء النافذ في الماء للمحطتين 3,1 بين 100 لكس في عمق 12 قدم و1100, 1125 لكس في عمق 4 قدم على التوالي في حين تراوحت شدة الضوء في المحطة 2 بين 75 لكس في عمق 12 قدم و1000 لكس في العمق 4 قدم، بينما كانت معدلات شدة الضوء للمحطات الثلاثة 92 و1075 لكس في العمقين 12 و4 قدم على التوالي، ومن هنا نلاحظ وبشكل عام شدة الضوء تقل بزيادة العمق (جدول 1). أظهرت نتائج اختبار تحليل التباين ANOVA ذي الاتجاهين أن هناك فروقات معنوية عالية في شدة الضوء النافذ للماء بين الأعماق المختلفة ولجميع المحطات ( $F_{4,8} = 335.81$ ) في حين لا توجد فروقات معنوية بين شدة الضوء للمحطات الثلاثة ولجميع الأعماق ( $F_{2,8} = 3.04$ ) تحت مستوى الاحتمالية 5% (جدول 2). ومن خلال النتائج الحقلية وجدان العلاقات بين الأعماق المختلفة وشدة الضوء النافذ للماء هي خطية لوغاريتمية عكسية ولجميع المحطات ومعدلاتها (جدول 3). وبالاعتماد على هذه العلاقات الخطية نجد أن معدل شدة الضوء في متوسط عمق 8 قدم هو 267، 243، 298 و271 لكس للمحطات 1، 2، 3 والمعدل على التوالي، كما لوحظ أن هناك معامل ارتباط عالي بين العمق وشدة الضوء النافذ في الماء ولجميع المحطات وإن الإشارة السالبة التي تسبق معامل الارتباط تعني هناك علاقة عكسية، تقل شدة الإضاءة بزيادة العمق (جدول 3). ومن خلال هذه المعادلات الخطية اللوغاريتمية للمحطات الثلاثة والمعدل تم حساب معدل شدة الضوء للأعماق المختلفة والتي تراوحت بين 13-3 قدم. فقد تراوح معدل شدة الإضاءة للمحطات بين 91 لكس للعمق 13 قدم و2439 لكس للعمق 3 قدم (جدول 4).

### المنقذ

من خلال النتائج نجد أن الجهاز المصنع ذو كفاءة عالية في سرعة ودقة القياس وكذلك تحسسه العالي للظروف البيئية سواء كانت جوية أو مائية التي تؤثر في نفاذية ضوء الشمس في الأعماق المختلفة تحت سطح الماء واعتماده على الضوء النافذ في الماء كمصدر للطاقة التي يعمل بها الجهاز دون الاعتماد على طاقه خارجيه أخرى. إن وضوح الماء ونفاذية الضوء لهما تأثيرات معنوية على كل من البيئة المائية وللاستجمام، كما إن وضوح الرؤية في الماء ونفاذية الضوء لهما علاقة وثيقة مع كل من الامتصاص والتشتت للضوء داخل الماء (Holdren, 2002). فالجزئيات العالقة في الماء لها تأثير سائد على نفاذية الضوء في معظم مياه الطبيعة (Davies-Colley and Smith, 2001)، وتظهر المياه الغامقة أكثر قابلية على الامتصاص. نفاذية الضوء في الماء لها تأثير مباشر على النباتات المائية حيث تؤثر على عملية التركيب الضوئي، فالنباتات التي تعيش في المناطق ذات شدة إضاءة عالية أو على سطح الماء أو في مكان قريب منه تكون عملية التركيب الضوئي فيها سريعة وفترة تعويض كمية الأوكسجين الذي فقد في الليل قصيره، بينما تكون عملية التركيب الضوئي بطيئة في النباتات التي تعيش في المناطق التي تكون فيها شدة الضوء قليلة وبذلك تكون فترة تعويض كمية الأوكسجين الذي فقد في الليل طويلة (Al-Saadi et al, 1986). كما إن وضوح الرؤية في الماء بسبب النفاذية العاليه للضوء لهل تأثير مباشر على سلوك الاحياء المائية الصغيره التي تعول على الرؤية في مسك الفريسه (Holdren et at, 2002). استعمل علماء البيئة المائيه قرص ساكي Secchi disk لقياس وضوح الماء. وقد انجز (Carlson, 1995; 1997) بحثاً شاملاً عن أصل واستخدام قرص ساكي، ففي سنة 1865 بدأ ساكي Secchi بسبعة تجارب لفترة ستة أسابيع في استخدام اقراص مختلفة الأحجام والألوان في الجوانب المشمس والمظلل للسفينه وفي أيام مضيئه وغائمه وفي أوقات مختلفه من اليوم وبالنتيجه تم اختيار قرص ابيض اللون والذي يشبه الى حد كبير قرص ساكي المحور وفي عام 1899 قام Whipple بتحويل قرص ساكي الابيض باضافة ارباع متتاليه من اللونين الابيض والاسود. يستعمل قرص ساكي لقياس العمق المرئي في الماء وهذا يعتمد على كل من الامتصاص بسبب المواد الذائبه والتشتت بواسطة الجزئيات العالقه، فالقرص الابيض يستعمل بشكل واسع في البحار والمحيطات في حين إن معظم باحثي المياه العذبه يستعملون قرصاً ذا اللونين الابيض والاسود على شكل ارباع متتاليه (Holdren et at, 2002). وقد قام عدد من الباحثين بوضع معادلات عن عمل قرص ساكي نظرياً. تظهر الاختلافات في الوضوح بين قرص ساكي والماء الذي حوله حسب المعادله التاليه والتي وضعت من قبل (Hutchinson, 1957)  $(I_0 d_1 d_2 r_d - I_u) / (I_u + I_u' + I_R)$  حيث إن  $I_0 =$  الضوء النافذ السطح،  $I_u =$  الضوء المتشتت للأعلى من مستوى القرص،  $I_u' =$  الضوء المتشتت للأسفل بين القرص والسطح،  $I_R =$  الضوء المنعكس من سطح البحيره،  $d_1 =$  شدة الضوء المفقود خلال مروره من السطح إلى القرص،  $d_2 =$  شدة الضوء المفقود خلال مروره من القرص إلى العين،  $r_d =$  انعكاس القرص.

وبشكل عام فان عين الانسان تستطيع استلام الاختلاف في كمية شدة الضوء باستخدام المعادله اعلاه ليس اقل من 133 .1/

اما Jones(2002) فقد اقترح المعادله التاليه:

$$1\% \text{ light depth(m)} = 1.73 \times \text{Secchi depth(m)}, \text{with } r = 0.52 \quad n = 681 .$$

في حين اقترح Scheffer(1988) المعادله التاليه:

$$1\% \text{ light depth(m)} = 1.7 \times \text{Secchi depth(m)}$$

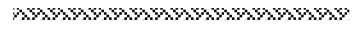
وقد اقترح Holdren(unpublished) المعادله التاليه في البيئات ذات الملوحة العاليه.

$$1\% \text{ light depth(m)} = 4 \times \text{Secchi depth(m)}$$

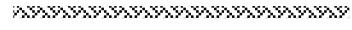
ومما تقدم فان قرص ساكي يستعمل لقياس العمق الذي يصل اليه الضوء النافذ في الماء فقط ويعتمد بالاساس على عين الباحث. في حين ان الجهاز المصنع يقيس شدة الضوء (لكس) في اعماق مختلفة تحت سطح الماء والى حد العمق الذي ينعدم فيه الضوء النافذ في الماء ولا يعتمد على عين الباحث وانما على تحسس الخلية الضوئية لشدة الضوء.

### المراجع

- Al-Saadi, Hussain A., Al-Daham, Najim K., Al-Hassan, Laith A. 1986. Aquatic Ecology. pp 538.
- Carlson, R.E., 1995. The Secchi Disk and the Volunteer Monitor. LakeLine 15(1), 28-37.
- Carlson, R.E., 1997. The Secchi Disk in Black and White. LakeLine 17 : 14-59.
- Davies-Colley, R.J., and Smith, D.G. 2001. Turbidity, Suspended Sediment, and Water Clarity: A review. Jour. Amer. Water Resour. Assoc. 37:1085-1101.
- Green, J. 1968. The biology of estuarine animals. pp 400.
- Holdren, G. Chris, U. S. Bureau of Reclamation, Denver, CO. 2002. Biological Aspects of Turbidity and Other Optical Properties of Water. Turbidity and Other Sediment Surrogates Workshop. April 30 – May 2. Reno. NV.
- Hutchinson, G.E., 1957. Treatise on Limnology, Volume 1, Geograph, Physics, and Chemistry. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Maitland, Peter S. 1978. Biology of fresh waters. pp 244.
- Scheffer, M., 1998. Ecology of Shallow Lakes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp 312
- Vernberg, Winona B., Vernberg, F. John. 1972. Environmental physiology of marine animals. pp 344.







جدول ( 1 ) شدة الضوء في اعماق مختلفه لثلاثة محطات ومعدلاتها من نهر كرمة علي

| العمق<br>( قدم ) | شدة الضوء ( لكس ) |        |        |        |
|------------------|-------------------|--------|--------|--------|
|                  | محطة 1            | محطة 2 | محطة 3 | المعدل |
| 12               | 100               | 75     | 100    | 92     |
| 10               | 150               | 175    | 200    | 175    |
| 8                | 300               | 225    | 325    | 283    |
| 6                | 600               | 650    | 700    | 650    |
| 4                | 1125              | 1000   | 1100   | 1075   |

جدول ( 2 ) تحليل التباين للبيانات المسجلة في الجدول ( 1 )

| Source of variation | Sum of squares | Degrees of freedom | Mean Square | Variance Ratio F | Table F |
|---------------------|----------------|--------------------|-------------|------------------|---------|
| SSR                 | 1986916.7      | 4                  | 4967291.18  | 555.8**          | 3.84    |
| SSC                 | 9000           | 2                  | 4500        | 3.04             | 4.46    |
| SSE                 | 11833.3        | 8                  | 1479.1      | -                | -       |
| Total               | 2007750        | 14                 | -           | -                | -       |

\* وجود فروقت معنوية

جدول ( 3 ) العلاقات الخطية اللوغارتمية بين كل من العمق (X) وشدة الضوء (Y) للمحطات

الثلاثة والمعدل .

| المحطات | المعادلات الخطية اللوغارتمية                   | معامل الارتباط |
|---------|--|----------------|
| 1       | $\text{Log } Y = 4.467 + 2.259 \text{ Log } X$ | -0.992         |
| 2       | $\text{Log } Y = 4.492 + 2.333 \text{ Log } X$ | -0.973         |
| 3       | $\text{Log } Y = 4.429 + 2.165 \text{ Log } X$ | -0.979         |
| المعدل  | $\text{Log } Y = 4.457 + 2.242 \text{ Log } X$ | -0.985         |

جدول ( 4 ) معدل شدة الضوء في اعماق مختلفة لثلاثة محطات ومعدلاتها من نهر كرامة علي.

| العمق<br>( قدم ) | شدة الضوء ( لكس ) |        |        |        |
|------------------|-------------------|--------|--------|--------|
|                  | محطة 1            | محطة 2 | محطة 3 | المعدل |
| 13               | 89                | 78     | 104    | 91     |
| 12               | 107               | 94     | 124    | 109    |
| 11               | 130               | 115    | 149    | 132    |
| 10               | 161               | 144    | 184    | 164    |
| 9                | 205               | 184    | 231    | 208    |
| 8                | 267               | 243    | 298    | 271    |
| 7                | 361               | 331    | 398    | 365    |
| 6                | 512               | 475    | 555    | 516    |
| 5                | 773               | 727    | 824    | 776    |
| 4                | 1279              | 1223   | 1335   | 1280   |
| 3                | 2450              | 2393   | 2489   | 2439   |

**Designed and assembled of ( Aquatic Lux Meter ) apparatus for  
measurment of light intensity in different depths of water**

**S.B . Abdullah**

*Marine Science Center, University of Basrah*

***Abstract***

Aquatic lux meter was designed and assembled for measurment of light intensity of different depths by using Selenium photocell. This apparatus depends on light penetration as energy to work. Specifications of this apparatus high speed, accurate measurment, measurment range 300/1000/3000 lx full-scale, 3ranges. Aquatic lux meter was used for measurment of light intensity in different depths of water in sea, oceans, esturine and limnology.





