استخدام تقنيات التحسس النائي في دراسة نوعية المياه لأهوار العراق

علي كريم شايش*

تاريخ التسليم:2007/6/19
تاريخ القبول:2007/12/5

الخلاصة

تم بالدراسة قياس ودراسة خصائص الانعكاسية الطيفية للمياه الملوثة مختبريا باستخدام القياسات الراديومترية **(Radiometric Measurement)** وتم تصميم منظومة محاكاة مختبرية لقياس انعكاسية المياه الملوثة بظروف مماثلة لمياه الاهوار من نسبة المواد الصـلبة العالقـة والمـواد الصلبة الذائبة وبحزم طيفيةمماثلة لتلك المستخدمة في كواشف القمر الصناعي لاندسات للمتحسس **TM** بأستخدام جهاز القياسات الموقعية(الراديوميتر) لمحاولة تقدير نسبة المواد العالقة والمـواد الذائبة من قياس الانعكاسية الطيفية واختيار افضل الحزم الطيفية التي تحقق مثل هـذه العلاقـة والاستفادة من نتائج محاكاة الانعكاسية الطيفية المختبرية في تصنيف المياه التي تغطي منـاطق الاهوار لدراسة نوعية المياه واعماقها وتقدير نسبة المواد العالقة والامـلاح ، وبالتـالي ربـط القياسات المختبرية مع تحليل الصور الفضائية لاستنتاج خصائص مياه الاهوار. وظهر ان افضل علاقة تربط بين نسبة المواد العالقة في المياه السطحية وانعكاسية المياه تكـون عنـد الحزمـة **(0.63-0.69)** مايكرون.

Abstract

Spectral reflection properties of contaminated water were studies and experimentally measured using (Radiometric Measurement).An experimental simulating system was designed to measure contaminated water reflection in similar conditions to those of the marsh water regarding the rate of suspended solids and in similar spectral bands to those used in the detectors of landsat satellite (TM sensor) using the local measurement radiometer. It is an attempt to estimate the rate of suspended solid and dissolved objects through measuring spectral reflection to choose the best spectral bands which can achieve such relation and to make use of the results of experimental spectral reflection simulation of marsh water in categorizing space photos type and depth and to estimate the rate of suspended solids and salts and eventually to combine experimental measurements with space photo to obtain a conclusion of marsh water properties (0.63-0.69µm)band can achieve best relation between suspended solids with surface waterreflectance.

https://doi.org/10.30684/ etj.26.9.11
University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq/2412-0758

1.ألمقدمة

تسبب العوالق في المياه العديد من المشاكل الفنية في الخزانات والسدود ولتوربينات محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تعمل بطاقة المياه، لذلك اصبح مهما دراسة المواد العالقة في المياه وتغيراتها الموسمية ونسبة تراكيز المواد العالقة.[1]

ان الطرق المتبعة في قياس نوعية المياه باستخدام الطرق التقليدية من اجهزة قياس مختبرية موقعية لها محددات عديدة من اهمها ان مثل هذه القياسات تتم عادة في مواقع محددة ولاتعطي نتائج شمولية وتحتاج الى وقت وجهد وكلفة عالية لانجازها. لذلك شرع حديثاً باستخدام المعلومات والصورالفضائية التي تمتاز بعوامل السرعة والشمولية والتكرارية ودقتها بسبب كونها معلومات مسجلة رقمياً تعامل بواسطة الحاسبة الالكترونية اضافة الى كلفتها الواطئة مقارنة بالطرق التقليدية في مثل هذه الدراسات. وقد اظهرت الدراسات التي استخدمت فيها الصور الفضائية امكانية الكشف عن مناطق المياه وتحديد انواعها وتمييز مستويات عديدة من المياه العكرة وتمتاز المياه عموما بان انعكاسيتها تقل مع زيادة الطول الموجي ويعتمد مقدار الاشعة المنعكسة عن سطح الماء على طبيعته وعكرته وعمقه. [2]

وهناك عدد من العوامل الخارجية التي تسبب في تغير خصائص انعكاسية المياه، لذلك لابد من دراسة وفهم العلاقة بين انعكاسية المياه والعوامل التي تسبب تغير نوعيته ، حيث ان لهذه العوامل تأثير كبير على انعكاسية المياه. ان أشعة الشمس الساقطة على سطح الماء تعاني انعكاساً وامتصاصاً وتشتتاً ، حيث يعكس الماء النقي قسم من الاشعة الساقطة عليه في حزم طيفية تنحصر بين (0.45-0.69) مايكرون وبعد هذا الطول الموجي يصبح الماء ممتص تام لاشعة الشمس لذلك يبدو معتماً تاماً. ويعد الامتصاص التام الذي يحصل للاشعة تحت الحمراء من قبل الماء من وتحديد كمية المواد العالقة في المياه السطحية بصورة تقريبية وبدرجة مقبولة من الدقة. فمن المعروف ان درجة وضوح الاهداف والملامح الارضية (تربة ، مياه ، نباتات) في الصور الفضائية تعتمد على مقدار الاشعة المنعكسة عن تلك الاهداف والواصلة الى متحسسات وكواشف الاقمار الصناعية لذلك يتم عادة التركيز على قياس خصائص انعكاسية الاهداف الارضية المختلفة ودراسة اهم العوامل التي تؤثر عليها واجراء قياسات حقلية لانعكاسية الاهداف بظروف مماثلة لتلك التي تصور بها الاقمار الصناعية للاستفادة منها عند تفسير الصور الفضائية. [2]

ان قيم انعكاسية الاهداف ليست ثابتة بل تتغير تبعا لطيفية تلك الاهداف والطول الموجي المستخدم، وقد انجزت العديد من الدراسات والبحوث التي اهتمت بدراسة انعكاسية الاهداف الارضية المختلفة والعوامل المؤثرة عليها ، والشكل رقم (1) يبين الانعكاسية المثالية للاهداف الارضية الاساسية (التربة والمياه والنباتات). [3]

افضل العوامل المساعدة على تمييز مناطق المياه عن بقية الظواهر الارضية الاخرى. اما زيادة عكرة المياه نتيجة للتراكيز العالية للمواد غير العضوية فأنها تعمل على زيادة تشتت الاشعة الساقطة على الماء ويعتمد مقدار هذا التشتت على حجم الدقائق العالقة والطول الموجي ، وعندما يزداد حجم الدقائق العالقة الى حد معين فان التشتت سيكون عشوائياً ولايعتمد على الطول الموجي للاشعة الساقطة. وكلما زاد تعكر المياه فان لونه سيكون بلون الدقائق المسببه للتعكر حيث ان معظم الاشعة الساقطة على الماء بهذه الحالة ستنعكس من الدقائق العالقة. ويمكن عادة وبسهولة تميز عدة اختلافات طيفية في المياه ولكن من الصعوبة ربط هذه الاختلافات مع نوعية المياه ويمكن ربط هذه المتغيرات بمستويات العكرة في المياه. ان الهدف من هذه

الدراسة هو دراسة خصائص الانعكاسية الطيفية للمياه بثلاث حالات (صافية،عكرة،مالحة) بواسطة منظومة محاكاة وبحزم طيفية مماثلة لتلك المستخدمة ومحاولة تقدير عمق المياه والمواد العالقة والذائبة من قياس الانعكاسية الطيفية واختيار افضل الحزم الطيفية التي تحقق مثل هذه العلاقات ،والاستفادة من هذه

2. الموديل الرياضي لحساب الانعكاسية الطيفية.

ان الموديل الرياضي لحساب الانعكاسية الطيفية باستخدام الراديومترهي طريقة الاشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة (Radiance) والساقطة (Irradiance) حيث ان اي هدف ارضي يستلم الاشعة الشمسية المباشرة (Irradiance) (E) وتقاس بوحدة ($watt/m^2$) ،اما الاشعة المنعكسة منه (Radiance) (L) فهي تقاس بالوحدة نفسها.

ان الراديوميتر يسجل تلك الاشعاعات على شكل اشارات كهربائية لذا يجب تحويلها الى وحدات اشعاع، فعند توجيه الراديوميتر الى الهدف فانه يسجل الاشعة المنعكسة بوحدة الفولت وتحول حسب المعادلة التالية:

حيث C1 معامل التحويل وهو كمية ثابتة

كل قناة طيفية من قنوات الراديوميتر الاربع ولكل ثابت قيمتان احداهما تستخدم في حالة حساب الاشعة المنعكسة والثانية للاشعة الساقطة. وV1 مقدار الاشعة الكهرومغناطيسية التي يسجلها الراديومتر المقابلة للاشعة المنعكسة وبنفس الطريقة تكون لاشعة الشمس الساقطة:

$$E = C2\ V2$$

باربع قنوات طيفية وباستخدام مرشحات باطوال موجية محصورة بين(0.45-0.69)مايكرون وكالاتي

الحزمة الاولى (0.45-0.55) مايكرون ،الحزمة الثانية (0.55-0.59) مايكرون ،الحزمة الثالثة (0.59-0.63) مايكرون ،الحزمة الرابعة (0.63-0.69) مايكرون.

في كواشف القمر الصناعي لاندسات للمتحسس TM

الدراسة في تفسير الصور الفضائية لتحديد مناطق المياه العميقة والضحلة والمياه العكرة وتقدير نسبة تراكيز المواد الصلبة العالقة والذائبة في المياه السطحية.

ويمكن استخدام جهازي راديوميتر الاول يقيس الاشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة من الاهداف الارضية والثاني يوجه الى الاعلى لقياس اشعة الشمس الساقطة في الوقت نفسه، والنسبة بين الاشعة المنعكسة الى الاشعة الساقطة في طول موجي معين او حزمة موجية معينة يعرف بالانعكاسية الطيفية (Spectral reflectance R%) بعد اخذ عامل المعايرة بنظر الاعتبار ويعبر عنها بنسبة مئوية وتكون قيمتها واحد او اقل من ذلك.

$$\text{Spectral Reflectance} = \frac{\text{Radiance (Volt)} \times \text{Calibration Factor}}{\text{Irradiance (Volt)} \times \text{Calibration Factor}}$$

وتعرف الانعكاسية المقاسة بهذه الطريقة (Aperture Reflectance) [4] .

3. قياس الانعكاسية الطيفية مختبرياً

تم تصميم منظومة محاكاة بأبعاد (60×60×60)سم وتكوين بيئة مائية مماثلة لنوعية المياه في الاهوار،انظر الشكل (2) حيث ان الاشعة الساقطة والمنعكسة عن المياه تم قياسها بواسطة جهاز قياس كثافة الاشعة (الراديومتر Radiometer)

وجميع القياسات اجريت بايام خالية من الغيوم وضمن الفترة الزمنية المحصورة بين العاشرة صباحاً حتى الواحدة ظهراً (حيث تصور اقمار لاندسات الارض خلال هذه الفترة تقريباً) وذلك لحصول استقرارية نسبية في الظروف الجوية

ولنعدام تاثير الظلال الناتج عن الشمس خلال الساعات الاولى والاخيرة من النهار وخلال نفس هذه الفترة الزمنية تصور اقمار لاندسات الارض وبذلك تكون القياسات قد تمت بظروف مماثلة لتصوير القمر الصناعي مما يعطيها اهمية في تفسير الصور الفضائية. [6]

واحتسبت قيمة انعكاسية المياه (R) بكل حزمة طيفية بالعلاقة الرياضية التالية: (Jackson 1980).

$$R=L(\lambda) / I(\lambda)$$

حيث $L(\lambda)$ ألاشعة المنعكسة عن سطح الماء ، $I(\lambda)$ أشعة الشمس الساقطة على سطح الماء. [2]، حيث تم اخذ القياسات للمياه النقية (distilled water) وبأعماق مختلفة ،كذلك اخذت القياسات للمياه الملوثة بالمواد العالقة والذائبة كلاً على حدة وبتراكيز مختلفة. وكانت قراءات الراديومتر كما موضحة في الجداول(1،2،3)

تحليل نتائج منظومة المحاكاة

.العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وتركيز المواد الصلبة الذائبة

أن المواد التي تم دراسة سلوكها الطيفي هي المواد الصلبة الذائبة في الماء حيث تم اضافة تراكيز مختلفة من انواع الاملاح المتواجدة والمعروفة في الماء مثل (كلوريد الصوديوم ،كبريتات الكالسيوم ،كلوريد المنغيسيوم ،وغيرها) وبتراكيز مختلفة تضمن وقوع تراكيز مياه الهور بينها،حيث ان الزيادة بتراكيز المواد الذائبة لاتؤثر على السلوك الطيفي ضمن الحزم المستخدمة وان الفرق بين السلوك الطيفي لاعلى تركيز وأوطئ تركيز عند الحزمة الرابعة(0.65-0.7) مايكرون ،انظر الشكل (3) قد يعود الى دقة الجهاز وعوامل اخرى.

الاستنتاجات

1.تراكيز المواد الصلبة العالقة في المياه يمكن التنبؤ عنها بشكل تقريبي من قياس الانعكاسية

2.الاطوال الموجية (0.45-0.69) مايكرون لايمكن الاستفادة منها في التمييز بين انواع المياه المالحة لانها لاتظهر تغيرات واضحة مع تغير نسبة المواد الصلبة الذائبة في المياه.

3.لاتوجد علاقة بين العمق والانعكاسية الطيفية ضمن حدود عمق منظومة المحاكاة المستخدمة في البحث.

ان الهدف من تصميم منظومة المحاكاة هو دراسة السلوك الطيفي للمياه الملوثة مختبرياً بخلق بيئة مشابهه لبيئة الاهوار وبذلك باستخدام حزم طيفية متعددة ومحاولة تقدير تراكيز المواد الصلبة العالقة والذائبة وعمق المياه من قياس الانعكاسية الطيفية واختيارالحزم الطيفية التي تحقق افضل العلاقات الرياضية بين الانعكاسية الطيفية وملوثات الماء.

.العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وعمق الماء

من خلال قراءات الانعكاسية الطيفية مع عمق الماء حيث اخذت القراءات الانعكاسية على اعماق مختلفة ولغاية(60سم) ،ان المنحنيات الطيفية متقاربة السلوك والتصرف باختلاف الاعماق حيث الانعكاسية الطيفية تقل بزيادة الطول الموجي،انظر الشكل (2) . قد اظهرت الدراسات ان المعلومات التي توفرها القياسات الطيفية لها القدرة الكافية على تحديد اعماق المياه التي يتراوح بين (5-15)متر في احسن الظروف. [6]

. العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وتركيز المواد الصلبة العالقة

تزداد انعكاسية المياه بصورة عامة ولكل الحزم الطيفية المستخدمة بالقياس كلما زادت نسبة المواد الصلبة العالقة في الميـاه، وان افضل تمييز بين انعكاسية المياه ذات التراكيز المختلفة من المواد الصلبة العالقة هي الحزمة الرابعة (0.63-0.69) مايكرون. لقد اثبتت الدراسات[5] ان العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وتركيز المواد الصلبة العالقة يعتمد بشكل رئيسي على الطول الموجي المستخدم وزاوية نظر الكاشف (المتحسس).

وان افضل نتائج للتنبؤ عن نسبة العوالق تنتج عند استخدام الحزمة (0.63-0.69)

4.ان اساس عمل كواشف الاقمار الصناعية والجوية يعتمد على تسجيل انعكاسية الاهداف الارضية بطريقة مماثلة لعمل جهاز الراديوميتر المستخدم في مثل هذه الدراسات ، لذلك يمكن الاستفادة من هذه القياسات بشكل فاعل في تفسير الصور الفضائية وتمييز المياه الصافية

عن العكرة وتميز درجات مختلفة من المياه العكرة في الصور الفضائية.

6.المصادر

1. البياتي،هاشم حسين. تطبيقات التحسس النائي في تلوث المياه ، تقرير رقم 4 ،وزارة التعليم العالي والبحث العلمي /جامعة الموصل.1989

2.صالح، صلاح عبد الحميد، . أستخدام التحسس النائي لدراسة العوالق في المياه السطحية ، المنشأة العامة لبحوث الفضاء والفيزياء.ص2،1994

3.Ziboon , Abdul Razzak T., Estimating Water Quality from Satellite Image Reflectance Data, Ministry of Higher Education & Scientific Research / University of Technology,p3,2004

4. سلمان، ناصر حسين، دراسة الانعكاسية الطيفية لأراضي القطر لاغراض التمويه والاستشعار عن بعد. اطروحة ماجستير،الجامعة المستنصرية،كلية العلوم1988 .

5. J.D.Hansom & P.J. Curran, "The effect of viewing geometry and wavelength on the relationship between reflectance and suspended sediment concentration". Int. J. Remote Sensing, 1989, Vol.10, No.8, P.1357-1372

6. Salih, Salah A.H. Estimation of water depth using satellite data, organization research physical and space.p9, 1995

جدول (4) العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وتركيز المواد الصلبة العالقة بالماء باستخدام جهـاز الراديوميتر.
التاريخ : 2005/2/15 ، الطقس : صحو ، المكان : الجامعة التكنولوجية ، النموذج : مـاء تركيز المواد الصلبة العالقة =400 ملغم /لتر. عمق الماء : 60 سم الوقت : 11:00 صباحاً

Sensor height (cm)	λ=0.45-.55µm	λ=0.55-.59µm	λ=0.59-0.63µm	λ=0.63-0.69µm
110	12.65	22.71	29.80	25.43
120	12.74	23.11	31.67	25.96
130	13.03	23.91	32.00	26.72
140	13.72	24.35	32.87	28.13
150	13.97	25.05	34.23	31.75

جدول (5) العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وتركيز المواد الصلبة العالقة بالماء باستخدام جهـاز الراديوميتر.
التاريخ : 2005/2/15 ، الطقس : صحو ، المكان : الجامعة التكنولوجية ،النموذج : ماء تركيز المواد الصلبة العالقة =600 ملغم /لتر. عمق الماء : 60 سـم ، الوقـت : 11:15 صباحاً

Sensor height (cm)	λ=0.45-0.55µm	λ=0.55-0.59µm	λ=0.59-0.63µm	λ=0.63-0.69µm
110	12.84	23.13	30.55	28.35
120	13.08	23.90	32.20	30.52
130	13.17	24.16	33.31	32.00
140	13.41	25.44	35.25	32.50
150	13.92	26.95	37.25	35.96

جدول (6) العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وتركيز المواد الصلبة العالقة بالماء باستخدام جهـاز الراديوميتر.

التاريخ : 2005/2/15 الطقس : صحو المكان : الجامعة التكنولوجية ، النموذج : ماء تركيز المواد العالقة =800 ملغم /لتر. عمق الماء : 60 سم ، الوقت : 11:30 صباحاً

Sensor height (cm)	λ=0.45-0.55µm	λ=0.55-0.59µm	λ=0.59-0.63µm	λ=0.63-0.69µm
110	12.95	23.85	32.11	33.60
120	13.17	24.16	33.00	35.55
130	13.27	24.74	35.33	35.98
140	13.46	25.72	36.69	36.20
150	13.85	27.25	39.10	37.08

جدول (7) العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وتركيز المواد الصلبة العالقة بالماء باستخدام جهـاز الراديوميتر.

التاريخ : 2005 /2/15 ، الطقس : صحو ، المكان : الجامعة التكنولوجية النموذج : ماء تركيز المواد العالقة =1000 ملغم /لتر. عمق الماء : 60 سم ، الوقت : 11:55 صباحاً

Sensor height (cm)	λ=0.45-0.55µm	λ=0.55-0.59µm	λ=0.59-0.63µm	λ=0.63-0.69µm
110	13.13	23.11	33..16	35.12
120	13.25	24.61	36.11	36.72
130	13.41	25.42	39.19	38.67
140	13.82	26.11	41.22	39.18
150	14.00	27.45	43.16	41.55

جدول (8) العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وتركيز المواد الصلبة الذائبة بالماء باستخدام جهـاز الراديوميتر.

التاريخ : 2005/2/16 الطقس : صحو المكان : الجامعة التكنولوجية النموذج : ماء تركيز المواد الصلبة الذائبة =2000 ملغم /لتر. عمق الماء : 60 سم الوقـت : 10:45 صباحاً

Sensor height (cm)	λ=0.45-0.55µm	λ=0.55-0.59µm	λ=0.59-0.63µm	λ=0.63-0.69µm
110	13.41	21.77	35.55	32.48
120	13.55	21.01	36.12	33.26
130	13.74	21.86	36.69	32.72
140	13.69	21.44	37.5	34.25
150	13.83	22.71	37.84	34.84

جدول (9) العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وتركيز المواد الصلبة الذائبة بالماء باستخدام جهـاز الراديوميتر.

التاريخ : 2005/2/16 الطقس : صحو المكان : الجامعة التكنولوجية النموذج : ماء تركيز المواد الصلبة الذائبة =3000 ملغم /لتر. عمق الماء : 60 سم الوقـت : 11:00 صباحاً

Sensor height (cm)	λ=0.45-0.55µm	λ=0.55-0.59µm	λ=0.59-0.63µm	λ=0.63-0.69µm
110	13.27	22.03	38.65	35.66
120	13.31	20.93	39.04	35.89
130	13.64	20.84	40.20	36.92
140	13.64	21.52	41.37	36.92
150	13.64	21.69	41.5	37.27

جدول (10) العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وتركيز المواد الصلبة الذائبة بالماء باستخدام جهاز الراديوميتر.
التاريخ : 2005/2/16 الطقس : صحو المكان : الجامعة التكنولوجية النموذج : ماء تركيز المواد الصلبة الذائبة =4000 ملغم /لتر. عمق الماء : 60 سم الوقت : 11:15 صباحاً

Sensor height (cm)	λ=0.45-0.55µm	λ=0.55-0.59µm	λ=0.59-0.63µm	λ=0.63-0.69µm
110	13.08	20.93	39.42	35.66
120	13.41	20.84	39.94	35.77
130	13.60	20.93	40.98	37.15
140	13.74	20.93	41.50	37.61
150	13.69	20.93	42.28	37.61

جدول (11) العلاقة بين الانعكاسية الطيفية وتركيز المواد الصلبة الذائبة بالماء باستخدام جهاز الراديوميتر التاريخ : 2005/2/16 الطقس : صحو المكان : الجامعة التكنولوجية النموذج : ماء تركيز المواد الصلبة الذائبة =5000 ملغم /لتر. عمق الماء : 60 سم الوقت : 11:30 صباحاً

Sensor height (cm)	λ=0.45-0.55µm	λ=0.55-0.59µm	λ=0.59-0.63µm	λ=0.63-0.69µm
110	13.60	21.18	40.89	36.81
120	13.64	21.35	41.32	37.84
130	14.02	22.20	41.76	38.07
140	13.98	22.03	42.15	38.64
150	14.07	22.37	43.06	38.87