

Integration Between Satellite Images and Spectral Analysis Using The ASD Device to Distinguish Wheat and Barley Plants

Basman Younis Hamid¹, Sabah Hussein Ali²

Mosul University , Remote Sensing Center, Mosul, Iraq.

sabah196004@uomosul.edu.iq

Abstract The cultivation of wheat and barley crops is one of the most important crops cultivated in Iraq, which contributes to the economic and social development in the country. Iraq seeks to adopt economic policies aimed at cultivating the two crops and undermining their import with the aim of self-sufficiency in them. The current study relied on studying the spatial distribution of the two crops in Nimrud sub-district and the possibility of distinguishing between them by remote sensing data, where a landsat 8 images acquired on March 5, 2020 were used, then a digital processing was performed on them. The spectral signature of the two crops was measured, the NDVI was calculated, then the supervised classification was performed by (ILWIS) program. The results showed the appropriateness of choosing the satellite image in March, which is the season for planting these two crops, as they constitute the two main crops in this period before planting other summer agricultural crops, which helped in identifying and distinguishing the two crops. The results also showed that the wheat crop is predominantly cultivated in the region, with an area of (271,797) km², while the area of land cultivated with barley was small, with an area of (7,303) km².



10.36371/port.2023.special.15

Keywords: *Wheat and barley; ILWIS ; Supervised classification; NDVI; Spectral signature.*

التكامل بين صور الاقمار الصناعية والتحليل الطيفي بأستخدام جهاز ASD لتمييز نباتي الحنطة والشعير

بسمان يونس حميد & صباح حسين علي

جامعة الموصل / مركز التحسس النائي / موصل / عراق

الخلاصة: تعد زراعة محصولي الحنطة والشعير من اهم المحاصيل المزروعة في العراق والتي تتصدر هرم القطاع الزراعي الذي يسهم في التنمية الاقتصادية والاجتماعية في البلد، ويسعى العراق لتبني سياسات اقتصادية تهدف الى زراعة المحصولين (خاصة الحنطة) وتقويض استيرادهما بقصد الاكتفاء الذاتي منهما. اعتمدت الدراسة الحالية على دراسة التوزيع المكاني للمحصولين في ناحية النمرود وإمكانية التمييز بينهما من خلال الاعتماد على معطيات التحسس النائي، حيث تم استخدام مرئية فضائية للقمر الاصطناعي (landsat 8) لمنطقة الدراسة بتاريخ 5 اذار 2020 وإجراء المعالجات الرقمية المطلوبة عليها. ولغرض تنفيذ عملية التمييز تم حساب البصمة الطيفية للمحصولين وحساب دليل الاختلاف الخضري وإجراء التصنيف الموجه باستخدام برنامج (ILWIS). اظهرت نتائج البحث ملاءمة اختيار المرئية الفضائية في شهر اذار الذي هو موسم زراعة هذين المحصولين حيث يشكلان المحصولان الرئيسيان في هذه الفترة قبل زراعة المحاصيل الزراعية الصيفية الاخرى مما ساعد ذلك في تحديد وتمييز المحصولين قيد الدراسة اعتمادا على المعالجات الرقمية التي اجريت على المرئية الفضائية. وأظهرت النتائج ايضا ان محصول الحنطة هو السائد زراعته في المنطقة وبمساحة (271.797) كم² بينما مساحة الاراضي المزروعة بمحصول الشعير كانت قليلة وبمساحة (7.303) كم².

الكلمات الدالة: الحنطة والشعير; ilwis; التصنيف الموجه; دليل الاختلاف الخضري; البصمة الطيفية.

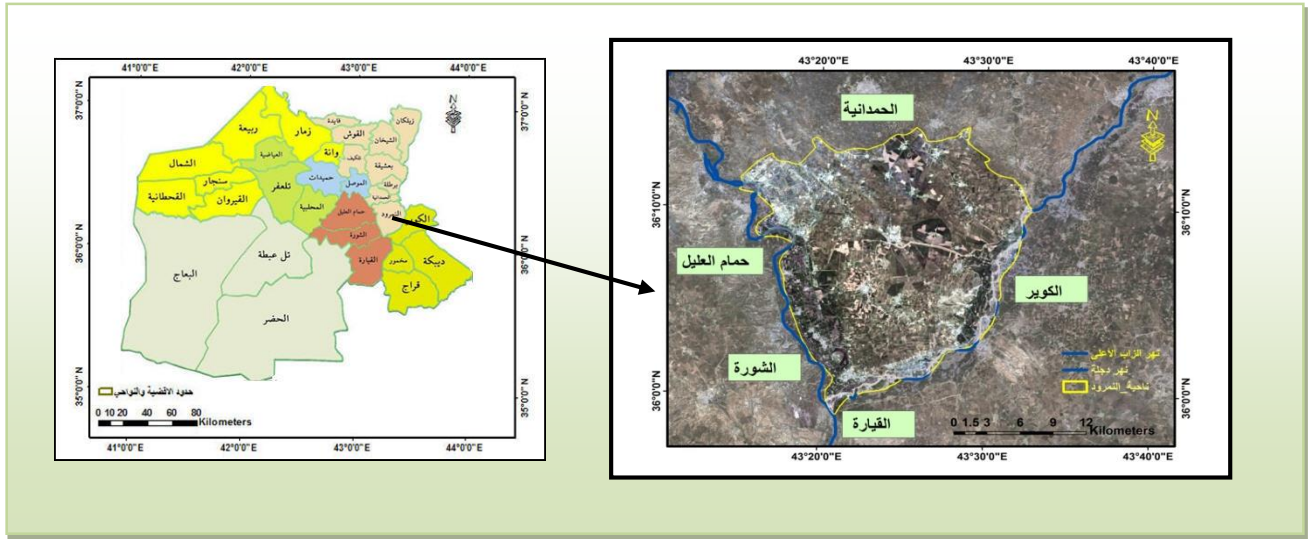
المقدمة

القمح من بيانات الالاقمار الصناعية المتعددة التواريخ في سوريا ولاحظ ان دقة النتائج متقاربة جدا مع المسجلة في موسم هطول الامطار بينما كانت قليلة في مواسم الجفاف. في حين استخدم [8] دلائل الاختلافات الخضرية NDVI و RVI والتصنيف الموجه Supervise classification للمريئات الفضائية في حساب محصول الرز في مقاطعة ناجوان الهندية واطهرت النتائج ان استخدام التصنيف الموجه اكثر دقة من استخدام الدلائل النباتية. وقد قام [2] بالتصنيف الموجه للمريئات الفضائية المأخوذة بالقمح الصناعي البيلاوروسي (Belarusian Space Craft (BKA) بقدرة تمييز (10,2 م) في حساب مساحة محاصيل القمح والشعير والحمص في سوريا واطهرت النتائج ان دقة تمييز مساحات محصول القمح وصلت الى (95,19%) في حين وصلت دقة النتائج الكلية للمحاصيل الثلاثة الى (82,4%). تهدف الدراسة الحالية الى استخدام التصنيف الموجه ودليل الاختلافات الخضرية NDVI والتحليل الطيفي للانعكاسية باستخدام جهاز التحليل الطيفي (Spectroradiometer) من شركة (Analytical Spectral Device:ASD) في تحديد المساحات المزروعة بمحصولي الحنطة والشعير في منطقتي تلكيف والنمرود ضمن محافظة نينوى كمثال لذلك.

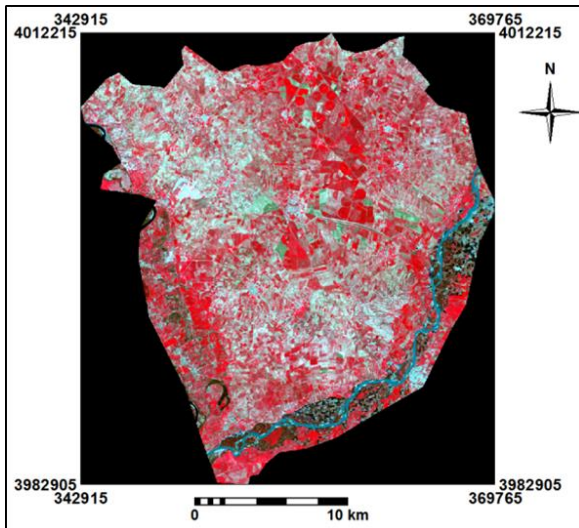
منطقة الدراسة

في الدراسة الحالية تم اختيار ناحية النمرود كمنطقة دراسة لتنفيذ منهجية البحث، لاحظ الشكل (1): ناحية النمرود هي احدى نواحي قضاء الحمدانية التابع لمحافظة نينوى، وتقع على الجنوب من مدينة الموصل حيث تبعد عنها قرابة ثلاثين كيلومتراً تقريباً. تبلغ مساحتها تقريبا (474) كم²، اي بنسبة (40,6%) من مساحة القضاء. وتقع النمرود فلكيا بين دائرتي عرض (35:58:30 و 36:07:59) شمالا، وبين خطي طول (43:17:30 و 43:31:59) شرقا. يحد ناحية النمرود من جهة الغرب ناحيتي حمام العليل والشورة، ومن جهة الشرق والجنوب قضاء مخمور، أما من جهة الشمال فيحدها قضاء الحمدانية.

يعتبر محصولي الحنطة والشعير من اقدم المحاصيل الحقلية التي عرفت زراعتها في العالم كمصدر اساسي للغذاء وتزرع في العراق بمساحات واسعة وخصوصا في محافظة نينوى شمال العراق حيث اشارت التقارير الصادرة من وزارة التخطيط العراقية ان مساحة الاراضي التي تم زراعتها في محافظة نينوى للعام 2020م بلغت (8574000) دونم وبلغ انتاجها من الحنطة (6238000) طن للعام 2020م في حين بلغت المساحة المزروعة بمحصول الشعير (4528000) دونم وبانتاج مقداره (1756000) طن للعام 2020م [1]. ان معظم هذه المساحات المزروعة تعتمد على الزراعة الديمية بالاعتماد على مياه الامطار الساقطة وبالتالي فأن انتاج هذه المساحات من محصولي الحنطة والشعير يندذب بسبب تذبذب كمية الامطار الساقطة من سنة الى اخرى. ان عملية تقدير هذه المساحات المزروعة وتقدير انتاجيتها بصورة دقيقة خلال فترة النمو وقبل الحصاد بفترة من الزمن يسهم بدرجة كبيرة في التخطيط وحساب الانتاجية المتوقعة من هذه المحاصيل ووضع الخطط السليمة في حساب سد حاجة البلاد من هذه المحاصيل [2]، ان ذلك يتطلب القيام بأجراء تلك المسوحات الحقلية وتحديد المساحات المزروعة باستخدام تقنيات متقدمة تتسم بصفات الشمولية المكانية متمثلة بتقنية التحسس النائي واستخدام بيانات الالاقمار الصناعية لتحقيق ذلك الهدف [3]. تشمل تقنية التحسس النائي طرق مختلفة لتحقيق ذلك فقد قام الباحث [4] بتحديد وتمييز المحاصيل الزراعية الرئيسية من المريئات الفضائية باستخدام طرق التفسير البصري حيث وصلت دقة التفسير الى 89%، كما استخدم [5] المريئات الفضائية في تحديد المساحات المزروعة بالمحاصيل الزراعية في مصر ووصلت دقة النتائج الى 84%، بينما قام [6] بتحديد المساحات المزروعة بالقمح في ولاية مادهايا براديش في الهند باستخدام تقنيات التحسس النائي والمريئات الفضائية للقمر LISS-III ووجدوا ان هناك دقة عالية في تحديد تلك المساحات مقارنة بالطرق التقليدية. أما [7] فقد قام بتصميم ونمذجة خوارزميات التنبؤ الطيفي بأنتاج



شكل (1): موقع منطقة الدراسة



شكل (2): مرئية فضائية ملونة بألوان غير حقيقية لمنطقة الدراسة

حساب دليل الاختلافات الخضرية NDVI لمنطقة الدراسة

البيانات الفضائية المستخدمة

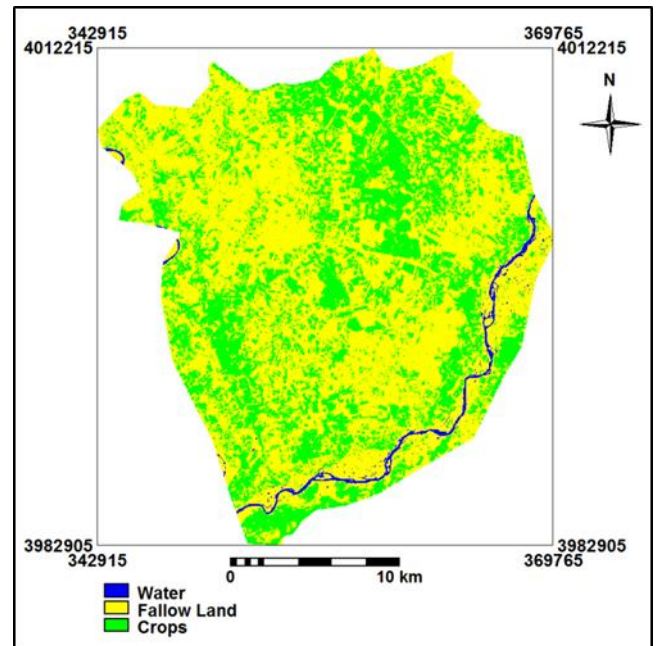
تم استخدام المرئية الفضائية الملتقطة بواسطة القمر الصناعي الأمريكي الثامن Landsat8 والملتقطة بتاريخ 5 آذار/ 2020 والتي تم الحصول عليها من موقع مصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS ويعد هذا التاريخ في منتصف فصل النمو لمحصولي الحنطة والشعير في منطقة الدراسة حيث يكونان في اوج نموهما بعد تساقط الامطار الذي يبدأ عادة من منتصف شهر تشرين الثاني في منطقة الدراسة. تم التأكد من التصحيح الهندسي للمرئية والقيام بعملية قطع منطقة الدراسة التي تشمل على موقعين هما ناحية تكليف وناحية النمرود بعد الحصول على ال Shape file لهما واستخدام برنامج ERDAS 2014 لاتمام عملية القطع، والشكل رقم (2) يوضح المرئية المستخدمة في الدراسة ملونة بالوان غير حقيقية باستخدام الانطقة الخامس (تحت الحمراء القريبة) والرابع (الاحمر) والثالث (الاخضر) حيث يكون النبات اوضح ما يكون عند استخدام نطاق الموجة تحت الحمراء نتيجة الانعكاسية العالية له في هذا النطاق [9].

إن الدليل النباتي (Vegetation index) يعكس العلاقة التقريبية بين الاستجابة الطيفية والغطاء النباتي وان التغيرات في قيمة الدليل النباتي يمكن أن يعكس التغير في العملية الإنتاجية للأرض ولذلك فانه يمكن استخدام هذا الدليل النباتي كدليل في عملية رصد وتسجيل وجود الغطاء النباتي والتغيرات التي تحدث على سطح الارض [10].

تم حساب دليل الاختلافات الخضرية باستخدام برنامج Ilwis وتطبيق المعادلة:

NDVI = NIR Band-Red band / NIR band + RED band
إن أول خطوه في تقدير وجود الغطاء النباتي من عدمه هو وضع عتبه لدليل الاختلافات الخضرية ثم بعد ذلك نستخدم هذه العتبه للفصل بين المناطق المتواجد فيها الغطاء النباتي من عدمه في منطقة الدراسة . ومن خلال إجراء التحليلات المقارنة لبيانات NDVI لمنطقة الدراسة ثم اختيار القيمة (0.05) لدليل الاختلافات الخضرية NDVI كعتبه للفصل بين الغطاء النباتي من عدمه في منطقة الدراسة حيث انه إذا كانت قيمه NDVI أكثر من (0.05) فان المنطقة تعتبر غطاء نباتي وخلاف ذلك إذا كانت

قيمة NDVI اقل من (0.05) فتعتبر خالية من الغطاء النبات، أما المياه فتأخذ قيم سالبة من NDVI وتقل هذه القيم كلما ازداد عمق الماء [11]. استخدم برنامج Ilwis في حساب قيم NDVI لمنطقة الدراسة ، حيث تم تصنيف قيم هذا الدليل باستخدام طريقة Density slicing ومن خلال نفس البرنامج المذكور اعلاه إلى ثلاثة أصناف تمثل الغطاء النباتي والاراضي الخالية من الغطاء النباتي والمياه، والشكل (3) يمثل خريطة توزيع الغطاء النباتي بالاعتماد على قيم NDVI المصنفة بطريقة Density slicing.



قياس الانعكاسية الطيفية لمحصولي الحنطة والشعير باستخدام

جهاز ASD

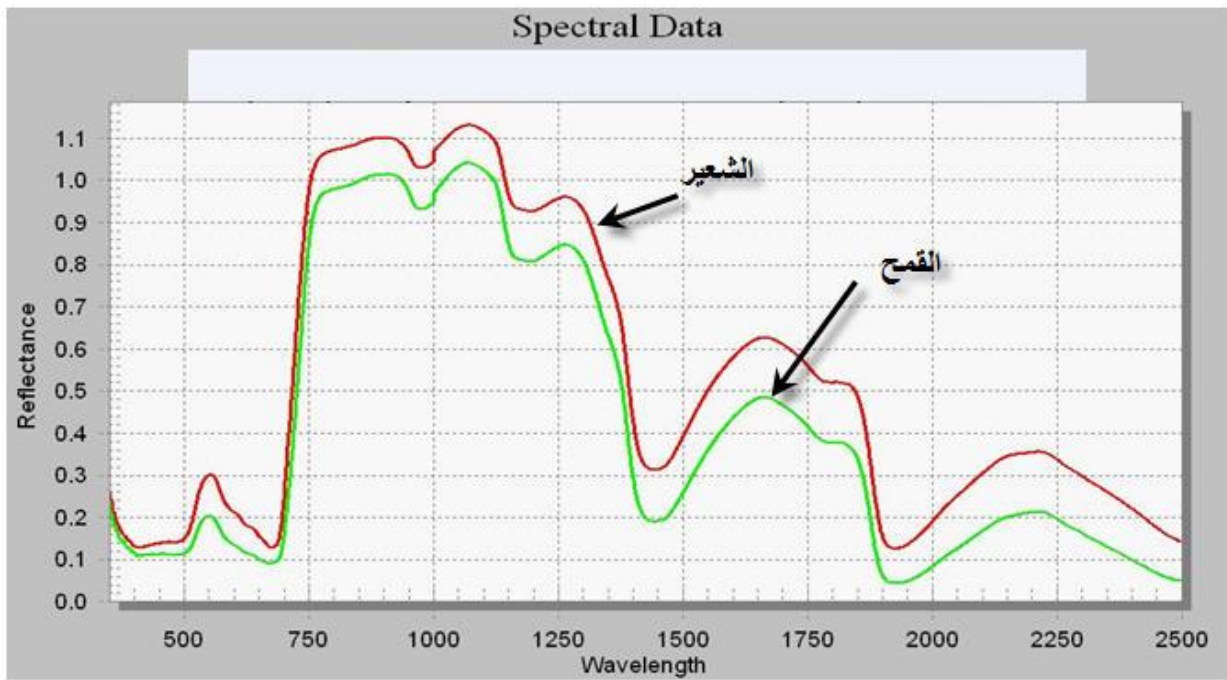
تتنوع النباتات والمحاصيل الزراعية (ومنها القمح والشعير) الموجودة على سطح الأرض، وبسبب أهمية النبات كمصدر للغذاء والدواء وامتصاصها الغاز ثاني أكسيد الكربون وإنتاج الأوكسجين، فدراستها تعد من أهم تطبيقات تكنولوجيا التحسس النائي، وتعتمد خصائص انعكاس الأشعة الكهرومغناطيسية من النباتات على خصائص الأوراق بما في ذلك وضعية الورقة والغطاء العلوي، ونسبة الإشعاع المنعكس في مناطق مختلفة من الطيف يعتمد على نسبة صبغة الورقة، وسمكها وتركيبها (هيكل الخلية) وكمية الماء في أنسجة الورقة، ويمكن تقسيم منحني الانعكاسية الطيفية للغطاء النباتي كدالة للأطوال الموجية [12]. تستخدم تقنيات التحسس النائي الحقلية، مثل جهاز التحليل

الطيفي (ASD) بشكل متزايد في التنميط الظاهري لمحصولي القمح والشعير فضلا عن الاغطية النباتية الاخرى، حيث بصورة عامة يرتبط الانعكاس الطيفي أو طيف الطاقة المنعكس بواسطة النبات ارتباطاً وثيقاً بامتصاص الأشعة الكهرومغناطيسية عند أطوال موجية معينة مرتبطة بخصائص معينة أو ظروف نباتية. ان جهاز التحليل الطيفي هو عبارة عن جهاز لقياس منحني البصمة الطيفية ومتعدد التطبيقات سواء الحقلية أو المختبرية، ومنها التطبيقات الزراعية فضلا عن التطبيقات الخاصة بالتربة والمياه والمعادن والصخور. صمم هذا الجهاز ليستجيب للحزم الطيفية التي تمتلكها المتحسسات في الاقمار الاصطناعية الغير فعالة ضمن النطاق المرئي والأشعة تحت الحمراء بحيث يمكننا التحكم بنوع الحزمة المستخدمة ضمن هذا المدى [13]. في دراستنا الحالية تم استخدام الجهاز في القياسات المختبرية لنماذج من محصولي القمح والشعير في ناحية النمرود للحصول على منحنيات البصمة الطيفية واستخدامها في عملية التمييز بين المحصولين من خلال الاعتماد على برامجيات المعالجة الرقمية ونظم المعلومات الجغرافية، الشكل (4)

ومن خلال دراسة منحني الانعكاس الطيفي (البصمة الطيفية) لنماذج من محصولي القمح والشعير والمزروعة في مواقع مختارة في منطقة الدراسة، تبين ان منحني الانعكاسية الطيفية لمحصول الشعير اعلى من محصول القمح وخاصة ضمن المدى الطيفي للأشعة تحت الحمراء القريب (700-1300) نانوميتر (اي امتصاصية الشعير للأشعة الكهرومغناطيسية أقل من الامتصاصية للقمح)، وقد يكون السبب في ذلك كون الشعير يحتاج الى كميات قليلة من المياه مقارنة بمحصول القمح.



شكل (4): قياسات البصمة الطيفية للقمح والشعير



شكل (5): المنحني الطيفي لمحصولي القمح والشعير

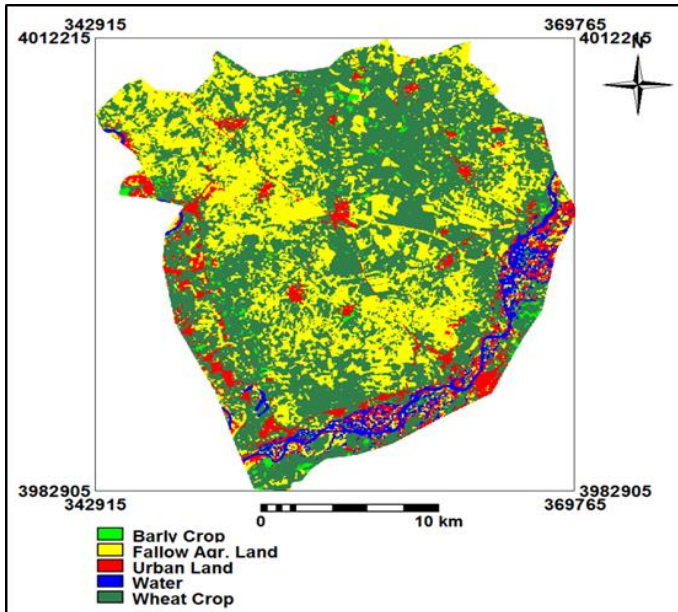
فصل وتحديد الأصناف الرئيسية لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة والتركيز على تحديد المساحات المزروعة بمحصولي الحنطة والشعير وتتضمن هذه الطريقة مرحلتين هما مرحلة التدريب Training Phase ومرحلة التصنيف Classification Phase حيث يتم في المرحلة الأولى تدريب الحاسبة على كيفية توزيع عدد محدد من البكسلات الموجودة في المرئية على عدد محدد من أصناف استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي أي تدريب الحاسبة على عائدة عدد من البكسلات لأي صنف من أصناف الأراضي الموجودة في المرئية [14] والتي يطلق عليها عينات التدريب Training Area حيث تعتبر عملية جمع هذه العينات من

وهذا ما تم الاستفادة منه في تمييز هذه المحاصيل على المرئية الفضائية، حيث ظهر محصول الشعير بانعكاسية عالية مقارنة بمحصول الحنطة مما أدى الى توظيف ذلك في عملية التصنيف الموجه للمرئية الفضائية وتمييز محصول الشعير ذات الانعكاسية الاعلى مقارنة بانعكاسية الحنطة وظهوره بتوقيع طيفي مختلف.

التصنيف الموجه للمرئية الفضائية Supervise classification

تم تطبيق طريقة التصنيف الموجه Supervise classification المستخدمة بشكل واسع وباستخدام برنامج Ilwis 3.7 في عملية

لوحظ من الشكل (4) ان انعكاسية الشعير اكثر قليلا من انعكاسية الحنطة وهذا ما ساعد الباحث في عملية الفصل بينهما في عملية التصنيف الموجه وبلاستعانة بعينات التدريب Training Area التي تم اعدادها ، فمن ملاحظة الشكل (5) الذي يمثل الاصناف الارضية الناتجة من خلال عملية التصنيف الموجه والشكل (6) الذي يمثل مساحات كل صنف ان محصول الحنطة هو السائد زراعته في المنطقة وبمساحة (271.797) كم² بينما مساحة الاراضي المزروعة بمحصول الشعير كانت قليلة وبمساحة (7.303) كم² وان مساحة الاراضي الزراعية المتروكة والتي عادة تستخدم ايضا في زراعة هذين المحصولين في السنة القادمة حسب نظام الزراعة الديمية المتبعة في المنطقة كانت (168.104) كم²، بينما كانت مساحة الاراضي الحضرية والمتمثلة بالقرى والقصبات السكانية (38.190) كم² وهي منتشرة في عموم منطقة الدراسة، كذلك فإن المياه المتمثلة بنهر الزاب الكبير شغلت مساحة مقدارها (20.266) كم² ، تم حساب دقة التصنيف الموجه للاصناف الارضية باستخدام عدد من عينات التدقيق الارضية المأخوذة من الحقل واسقاطها على لوحة التصنيف الناتجة وباستخدام برنامج Ilwis 3.7 تم الحصول على القيم الموضحة في الشكل (7) والتي تمثل دقة كل صنف ، حيث كان معدل دقة التصنيف (93%).

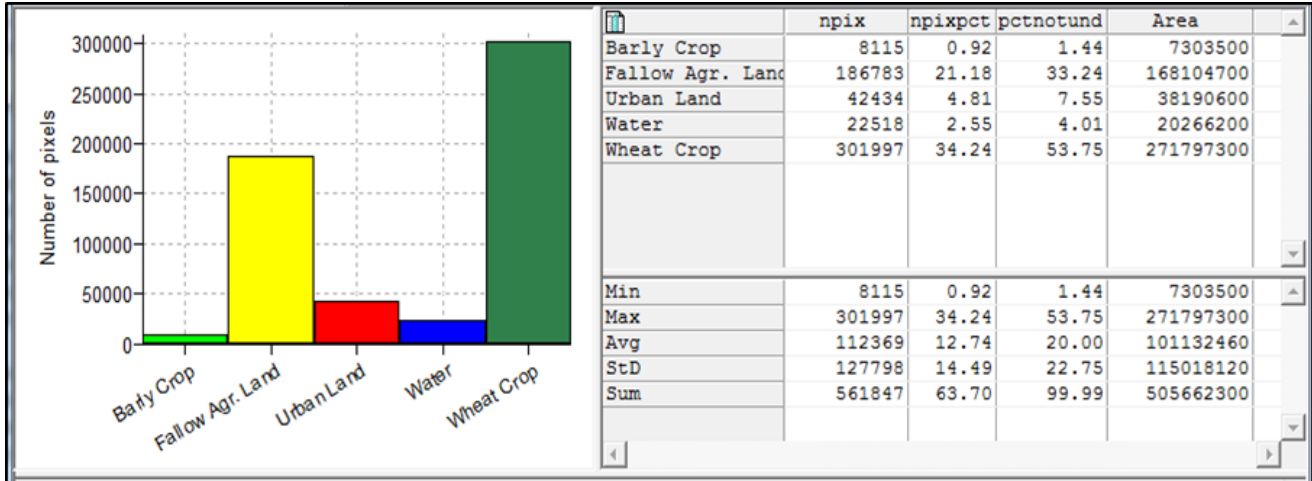


الشكل (5): خارطة تصنيف استخدامات الارض والغطاء الارضي وتظهر فيها مناطق انتشار محصولي الحنطة والشعير في منطقة الدراسة

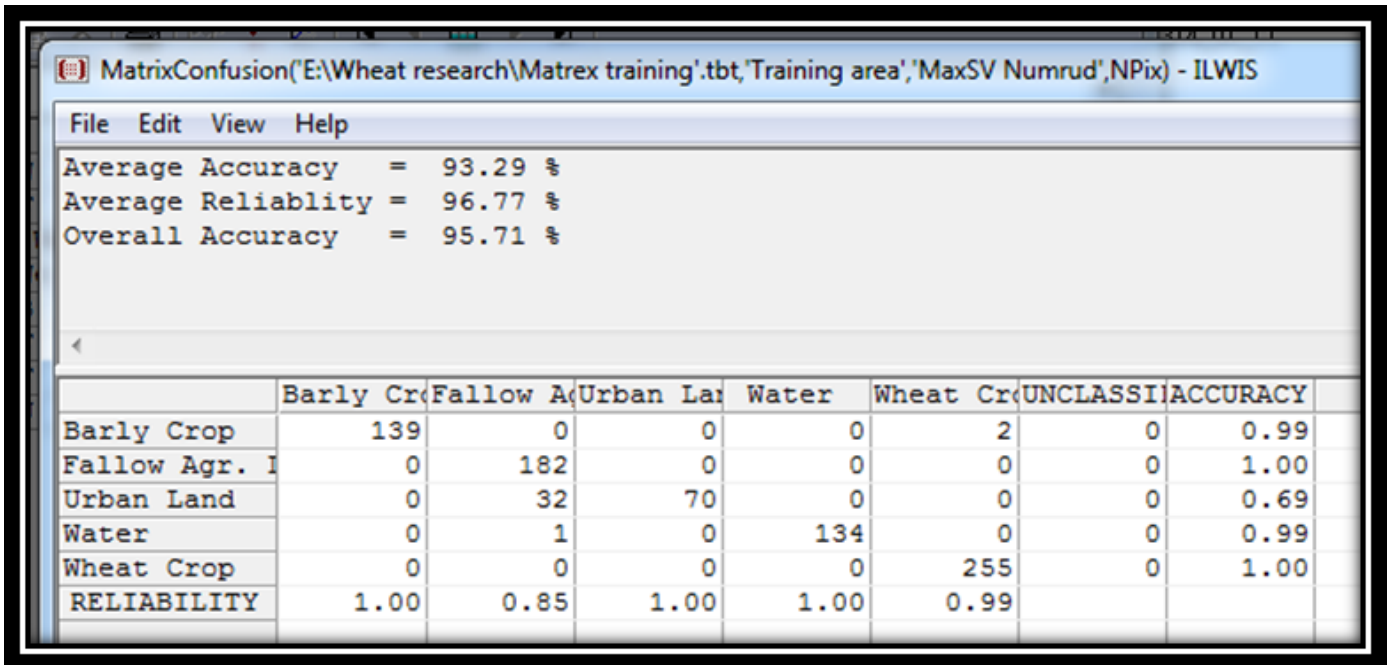
اهم خطوات عملية التصنيف الموجه Supervise classification حيث تم توزيع هذه العينات بصورة عشوائية بحيث تغطي منطقة الدراسة وتشمل جميع اصناف استخدامات الاراضي في المنطقة وباستخدام جهاز ال GPS تم تسجيل الاحداثيات الجغرافية لتلك العينات بعد التأكد من دقة المعلومات المسجلة لهذه العينات من الفلاحين اصحاب الاراضي المزروعة بمحصولي الحنطة والشعير ثم تم بعد ذلك خزنها على شكل شريحة لتسهيل اسقاطها على المرئية الفضائية اثناء عملية التصنيف. اجريت عملية التصنيف الموجه للمرئية المستخدمة باستخدام طريقة Maximum Likelihood وتم تحديد خمسة اصناف رئيسية لاستخدامات الأرض والغطاء الأرضي وهي أراضي محصول الحنطة، أراضي محصول الشعير، الأراضي الزراعية المتروكة، الأراضي الحضرية والمياه وحسبت مساحة كل صنف.

النتائج والمناقشة

ان عملية اعداد مرئية ملونة بالألوان الغير حقيقية من المجالات الطيفية الخامسة والرابعة والثالثة من مجالات القمر الصناعي الامريكي Landsat 8 والممثلة بالأشعة تحت الحمراء القريبة والحمراء والخضراء كما في الشكل (2) اعطت صورة واضحة لمناطق انتشار الغطاء النباتي حيث تعتبر هذه التركيبة من افضل التركيبات اللونية في اظهار الغطاء النباتي نتيجة للانعكاسية العالية للغطاء النباتي في هذا المجال [15] مما اعطى الباحث تصور اولي واضح عن مناطق انتشار محصولي الحنطة والشعير في منطقة الدراسة في وقت التقاط المرئية الفضائية الذي هو موسم زراعة هذين المحصولين حيث يشكلان المحصولان الرئيسيان في هذه الفترة قبل زراعة المحاصيل الزراعية الصيفية الاخرى مما ساعد ذلك في تحديد وتمييز المحصولين قيد الدراسة، وعند اعداد خارطة دليل الاختلافات الخضرية NDVI كما في الشكل (3) تم تحديد انتشار الغطاء النباتي وهو مطابق لما هو موجود في المرئية الملونة بالألوان الغير حقيقية المذكورة اعلاه، ومن اجل القيام بعملية الفصل بين المحصولين وكأداة مساعدة قام الباحث بدراسة خواص الانعكاسية الطيفية للمحصولين باستخدام جهاز قياس الانعكاسية الطيفية ASD حيث



الشكل (6): مساحة اصناف استخدامات الارض والغطاء الارضي وفيها مساحة صنفى الحنطة والشعير في منطقة الدراسة



	Barly Crop	Fallow Agr. Land	Urban Land	Water	Wheat Crop	UNCLASSIFIED	ACCURACY
Barly Crop	139	0	0	0	2	0	0.99
Fallow Agr. Land	0	182	0	0	0	0	1.00
Urban Land	0	32	70	0	0	0	0.69
Water	0	1	0	134	0	0	0.99
Wheat Crop	0	0	0	0	255	0	1.00
RELIABILITY	1.00	0.85	1.00	1.00	0.99		

الشكل (7): جدول الدقة الكلية لتصنيف استخدامات الارض والغطاء الارضي ومنها محصولي الحنطة والشعير في منطقة الدراسة

الاستنتاجات

(2) ان منحني الانعكاسية الطيفية لمحصول الشعير اعلى من

محصول القمح وخاصة ضمن المدى الطيفي للأشعة تحت الحمراء القريب (700-1300) نانوميتر.

(3) ان حساب دليل الاختلاف الخضري مهم جدا في تقدير وجود الغطاء النباتي من عدمه هو وضع عتبه لدليل الاختلافات الخضرية ثم بعد ذلك نستخدم هذه العتبه للفصل بين المناطق المتواجد فيها الغطاء النباتي من عدمه في منطقة الدراسة .

على ضوء النتائج التي تم الحصول عليها يمكن ان نستنتج ما يأتي :

(1) افضل تركيبية الوان زائفة (False Color Component: FCC) ساعدت في تفسير المرئية الفضائية للتمييز بين الحنطة والشعير هي المتكونة من الحزم الطيفية الخامسة والرابعة والثالثة من القمر الاصطناعي (Landsat 8).

- (4) من الضروري استخدام جهاز التحليل الطيفي (ASD) لتحليل البصمة الطيفية للحنطة والشعير وتسقيط الحزم الطيفية للقمر الاصطناعي (Landsat 8) لغرض المساعدة في اختيار الحزم المناسبة لعملية التصنيف الموجه.
- (5) تحديد المساحات المزروعة بالحنطة والشعير موقعا باستخدام (GPS) يساعد في الاختيار الصائب لمناطق التدريب في عملية التصنيف الموجه.
- (6) محصول الحنطة هو السائد زراعته في منطقة الدراسة وبمساحة (271.797 كم²) بينما مساحة الأراضي المزروعة بمحصول الشعير كانت قليلة وبمساحة (7.303) كم².
- (7) ملائمة اختيار المرئية الفضائية في شهر اذار الذي هو موسم زراعة هذين المحصولين حيث يشكلان المحصولان الرئيسيان في هذه الفترة قبل زراعة المحاصيل الزراعية الصيفية الاخرى مما ساعد ذلك في تحديد وتمييز المحصولين.

المصادر

- [1] Directorate of Agricultural Statistics, (2020) . *Production of wheat and barley for the year 2020*. Central Statistical Organization, Ministry of Planning, Republic of Iraq (in Arabic).
- [2] Al-Khaled, Iyad Ahmed, Hassoun, Omar, Akkad, Basil, Ghazala, Jalal, Ismail, Ali and Humaidan, Ghadir. (2018). Estimating the area of wheat, barley and chickpea crops in As-Suwayda governorate using remote sensing technology. *Syrian Journal of Agricultural Research* 5(3), 98-211, (in Arabic).
- [3] Janssen, L.; Gerrit, H. (2001), Principles of Remote Sensing, *ITC Educational Textbook 2*, 2nd ed., Paul Klee, Amstelveen, p 410
- [4] Rao, P. P. N. and Mohankumar, A. (1994). Cropland inventory in the command area of Krishnarajasagar Project Using Satellite Data, *International Journal of Remote Sensing* , .15 (6), 1295-1305, <https://doi.org/10.1080/01431169408954162>
- [5] Hanna, R. F. B.; Deif, M A.; Allah; El Berry, A. M.; Sharobeem, Y. F. (2004). Crop Estimation Using Satellite – Based and Ground – (Based Surveys Comparative Study) Paper number 041121, *ASAE Annual Meeting*.
- [6] Goswami, S.B.; A. Saxena; and G.D. Bairagi (2012). Remote sensing and GIS based wheat crop acreage estimation of Indore district, M.P., *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 2(3), 200- 203.
- [7] Ibrahim, Nasser Tarraf (2014). Design and modeling of spectral prediction algorithms for wheat production from multi-stage multispectral satellite imagery data. *Remote Sensing Journal*, Issue 26, General Authority for Remote Sensing, Syrian Arab Republic, (in Arabic).
- [8] Ahmed, R.; and H. Sajjad (2015). Crop acreage estimation of Boro Paddy using remote sensing and GIS techniques: A Case from Nagaon district, Assam, India. *Advances in Applied Agricultural Science*. 3(3), 16-25.
- [9] Lillesand, T. M. and Kiefer, R. W. (2004). Remote Sensing and Image Interpretation. 4th Edition, *John Wiley and Sons*, p. 307.
- [10] Cui, Li, (2008). Research on Monitoring the Changes of Desertification Based on Remote Sensing. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. xxxVII. Part B7, Beijing.
- [11] Ali, Mohamed Merghani And Bayoumi, Abdel Aziz, (2004). Assessment and Mapping of Desertification in Western Sudan Using Remote sensing Techniques and GIS. *International conference on Water Resources and Arid Environment*. 16p.
- [12] [Janssen, L.; Gerrit, H., (2001), Principles of Remote Sensing, *ITC Educational Textbook 2*, 2nd ed., Paul Klee, Amstelveen, p 410.
- [13] [13] Dagestani, Hikmat Sobhi, Ali, Sabah Hussein, (2014), Radiometric Spectrometer Device, *Publications of the Remote Sensing Center*, University of Mosul, 17 pages, (in Arabic).
- [14] [14] Campbell, J.B. and Wynne, R. (2011). Introduction to Remote Sensing. Taylor & Francis, London. D. Lu, Q. Weng, 2007 "A survey of image classification methods and techniques for improving classification

performance", *International Journal of Remote Sensing*, 28 (5), 823-870, <https://doi.org/10.1080/01431160600746456>

- [15] [15] Liu, JianGuo and Mason, Philippa G. (2009). *Essential Image Processing and GIS For Remote Sensing*. John Willy & Sons Ltd, UK. <https://doi.org/10.1002/9781118687963.ch11>