Geographical survey to explore minerals & clays economic-industrial deposits in different geomorphological units in Al-Qadisiyah Governorate using digital processing of Landsat 7,8 and Sentinel-2 – Iraq

Ahmad S. Yasien Al-Gurairy
University of Al-Qadisiyah- College of Arts, Geography department
ahmed.yasien@qu.edu.iq, https://orcid.org/0000-0001-9471-8424
Rahman Rabat Al-Edami
University of Al-Qadisiyah- College of Arts, Geography department
rahman.hussien@qu.edu.iq

DOI: https://doi.org/10.31973/aj.v1i144.3851

Abstract:

The exploration of rock layers with economic mineralization by remote sensing is a very important tool at present. Multisensor satellite visual data is a quick and inexpensive tool for mapping areas of geomorphological change and rock units associated with economic deposits such as high calcium limestone, gypsum, mineral clays, and silicic sands, which is of great economic importance. Multiple sources of spectral data derived from different remote sensing devices can be used to obtain detailed maps of a variety of economic minerals that can be used in various construction industries such as cement, gypsum, bricks, thermostone blocks, and so on. In this research, Landsat-7, Landsat-8, and Sentinel-2 sensors were used to survey and prospect for lime, gypsum, dolomite, sand, rocks containing a high percentage of iron oxides and mineral clays in the two main geomorphological units of Al-Qadisiyah Governorate, namely the unit, The Mesopotamian plain and desert shelf unit that forms part of the southern Iraqi desert. To process satellite, remote sensing data sets, band ratio operations, Arithmetic average of the bands, and Principal Component Analysis (PCA) techniques have been adopted and implemented to produce predictive mineral maps for a region. the study.

The spatial distribution of carbonate minerals (lime and gypsum), sands, and mineral clays was determined, while no discoveries of dolomite or iron oxides were found in the target area. Metal predictive maps were created for the study area according to the results obtained.

The results indicate that spectral data from multi-sensor remote sensing satellite datasets can be widely used to create remote sensing-based predictive maps for the exploration of exposure rocks, which contain important minerals for construction and other important economic industries in most regions around the world.

Keywords: economic and industrial clays; band ratios; Arithmetic average of the bands; principal component analysis (PCA); Al-Qadisiyah Governorate; Remote Sensing; Iraq.

المسح الجُغرافي للكشف عن ترسُبات المعادن والأطيان الإقتصادية _الصناعية في الوحدات الجيومورفولوجية لمحافظة القادسية باستخدام المعالجة الرقمية لمرئيات Landsat-٧ & ٨ و Sentinel-٢

م.د. أحمد سعيد ياسين الغريري
جامعة القادسية – كلية الآداب

أ.م.د. رحمن رباط حسين الإيدامي
جامعة القادسية – كلية الآداب

(مُلَخَّصُ البَحث)

يُعد استكشاف الطبقات الصخرية ذات التمعدنات الإقتصادية بواسطة الاستشعار عن بعد، وسيلةً مهمةً جداً في وقتنا الحاضر. إذ تعدّ بيانات المرئيات الفضائية متعددة المستشعرات أداةً سريعةً وغير مكلفة لرسم خرائط مناطق التغيير الجيومورفولوجي والوحدات الصخرية المرتبطة بالرواسب الإقتصادية كصخور الكلس مرتفعة الكالسيوم، الجبس، الأطيان المعدنية والرمال السليكاتية أمرًا جديرًا بالاهتمام نظراً لأهميته الإقتصادية الكبيرة. فيمكن استخدام مصادر متعددة للبيانات الطيفية المشتقة من أجهزة مختلفة للإستشعار عن بعد للحصول على خرائط مفصلة لمجموعة متنوعة من المعادن الاقتصادية التي يمكن أن تدخل في الصناعات الإنشائية المختلفة كصناعة الاسمنت، الجص، الطابوق، طابوق الثرمستون وغير ذلك، جرى استخدام أجهزة استشعار **Landsat -7**، **Landsat -8** و**Sentinel-2**، للمسح والتنقيب عن الكلس، الجبس، الدولومايت، الرمال، الصخور الحاوية على نسبة عالية من أكاسيد الحديد والاطيان المعدنية في الوحدتين الجيومورفولوجيتين الرئيستين لمحافظة القادسية، وهما وحدة السهل الرسوبي ووحدة الرصيف الصحراوي الذي يشكل جزءا من الصحراء الجنوبية العُراقية. ومن أجل معالجة مجموعات بيانات الاستشعار عن بعد، فقد جرى اعتماد وتنفيذ عمليات قسمة نسب النطاق (قسمة الحزم-**Band ratio**)، المعدل الحسابي للنطاقات – الحزم (**Arithmetic average of the bands**) وتقنيات تحليل المكونات الرئيسة (**PCA**)، لإنتاج الخرائط التنبؤية المعدنية لمنطقة الدراسة.

لقد جرى تعيين التوزيع المكاني لمعادن الكربونات (الكلس والجبس)، الرمال والاطيان المعدنية، فيما لم يجر العثور على تكشفات للدولومايت او أكاسيد الحديد على وفق نتائج المختبر. وقد انشئت خرائط تنبؤية معدنية لمنطقة الدراسة وفقاً للبيانات التي جرى الحصول عليها، تشير النتائج إلى أن البيانات الطيفية المستمدة من مجموعات بيانات الأقمار الاصطناعية للاستشعار عن بعد متعددة الاستشعار يمكن استخدامها على نطاق واسع

لإنشاء خرائط تنبؤية قائمة على الاستشعار عن بعد لاستكشاف الصخور المتكشفة الحاوية على المعادن الإقتصادية المهمة للصناعات الإنشائية في معظم الجهات حول العالم.

الكلمات المفتاحية: الأطيان الاقتصادية والصناعية؛ قسمة نسب النطاق؛ المتوسط الحسابي للنطاقات؛ تحليل المكون الرئيسي(PCA) ؛ الإستشعار عن بعد؛ محافظة القادسية؛ العراق

١. المقدمة:

لقد وفرت تقنيات الاستشعار عن بعد **RS** أدوات مهمة وعملية جدا للاستكشافات المعدنية ذات الاهمية الاقتصادية لأكثر من ثلاثة عقود ماضية، وكانت دقتها ترتفع باستمرار التقدم التقني لوسائل الإستشعار عن بعد وتطبيقاته المتاحة مثل **ArcGIS**. في الوقت الحاضر يمكن الوصول إلى العديد من مجموعات بيانات الاستشعار عن بعد عبر الأقمار الاصطناعية المختلفة بحرية كبيرة وبصورة مجانية في الغالب، وهو ما يمكن الباحثين من استخدامها على نطاق واسع في مشاريع التنمية الصناعية، ومنها عمليات الكشف والتنقيب عن المعادن وتحديد تكشفاتها السطحية لأجل الوصول إليها بيسر وبتكاليف بسيطة **(Bolouki et al., 2019; Xu, Meng, Chen, 2019; Sheikhrahimi, Pour, Pradhan, Zoheir, 2019; Pour et al., 2018)**

إن معادن (**CaO**) معدن أكسيد الكالسيوم أو الجير الحي) ذا الكالسيوم النقي، فضلا عن كربونات الكالسيوم (**$CaCO_3$**) حجر الكلس او الحجر الجيري و(الجبس) كبريتات الكالسيوم المائية (**$CaSO4.2H_2O$**) من المعادن الاقتصادية المهمة في العديد من البلدان، لاسيما في مجالات إنتاج مواد البناء المختلفة كالإسمنت، وفي صناعة الزجاج ،إذ يستعمل اوكسيد الكالسيوم مادة قلوية وكذلك يستخدم لتبطين الأفران نتيجة ارتفاع درجة حرارة انصهاره من جهة، فضلا عن الاستخدامات الطبية والصناعات الغذائية المختلفة، هذا من جهة. ومن جهة ثانية تعد أطيان صناعة الطابوق مادة أولية رئيسة للبناء في العالم عامة وفي العراق على وجه الخصوص، وبناءً على ذلك ، فإن استكشاف رواسب أكاسيد وكربونات الكالسيوم فضلا عن الأطيان باستخدام صور الأقمار الاصطناعية للاستشعار عن بعد بوصفها أداة متاحة وغير مكلفة له فائدة عملية واقتصادية كبيرة جدا في وقتنا هذا، الأمر الذي يحتم علينا استغلالها بالصورة المناسبة لتحقيق التنمية الصناعية لمحافظة القادسية، كذلك يمكن أن توفر بيانات مرئيات الأقمار الاصطناعية للاستشعار عن بعد متعددة المستشعرات، فضلا عن التطبيقات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية مثل ArcGIS نهج استكشاف منخفض التكلفة لإنشاء خرائط تنبؤية للتكشفات المعدنية الاقتصادية قائمة على الاستشعار عن بعد .**(Bolouki et al., 2019)**

١.١. مشكلة البحث : لقد جاءت هذه الدراسة للإجابة عن الأسئلة الآتية :

١- ما هو اتجاه توزيع اكاسيد الكالسيوم وكربوناته، فضلا عن الأطيان المعدنية في منطقة الدراسة ؟

٢- ما مدى تركز الخامات المعدنية الاقتصادية والصناعية للعينات في منطقة الدراسة ؟

٣- ما العلاقة بين وجود معادن الأكاسيد المختلفة وكربونات الكالسيوم والمعادن الاقتصادية الأخرى ؟

٤- ما مدى فعالية استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في تحليل بيانات الاستشعار عن بعد لمعرفة أماكن وجود التكشفات الصخرية الإقتصادية ؟

٢.١. فرضية البحث:

١- كان اتجاه توزيع اكاسيد الكالسيوم وكربوناته مرتفعاً كلما توجهنا غربا باتجاه الوحدة الجيومورفولوجية الصحراوية.

٢- بعد إجراء العمل المختبري على العينات كانت النتيجة مشجعة جداً للاستثمار الصناعي.

٣- العلاقة مهمة بين معادن أكاسيد وكربونات الكالسيوم والمعادن الاقتصادية من استثمارها في العديد من الصناعات الانشائية مثل صناعة الاسمنت والجص وطابوق الثرمستون والطابوق العادي.

٤- استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في تحليل بيانات الاستشعار من مصادر متعددة للبيانات الطيفية المشتقة من أجهزة مختلفة للإستشعار عن والحصول على خرائط مفصلة لمجموعة متنوعة من المواد الأولية التي يمكن أن تدخل في الصناعات الإنشائية المختلفة كصناعة الإسمنت، الجص، الطابوق، طابوق الثرمستون وغير ذلك.

٣.١. هدف البحث: يهدف البحث الى استخدام تقنيات التحسس النائي وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية لأجل تحقيق :

١- تعيين وتحديد المعادن الاقتصادية الصناعية والوحدات الصخرية المهمة اقتصادياً (الحجر الجيري والاطيان المعدنية، اكاسيد الحديد .... الخ) التي تدخل بوصفها مادة أولية في صناعات مواد البناء والمواد الإنشائية المختلفة مثل (الاسمنت، الجص، الثرمستون ،الطابوق وغيرها)، من خلال تنفيذ تقنيات خلط نسب النطاق وتحليل المكونات الرئيسية (PCA) لمجموعات بيانات سلسلة أقمار Landsat-٧ و Landsat٨- و Sentinel-٢ ؛

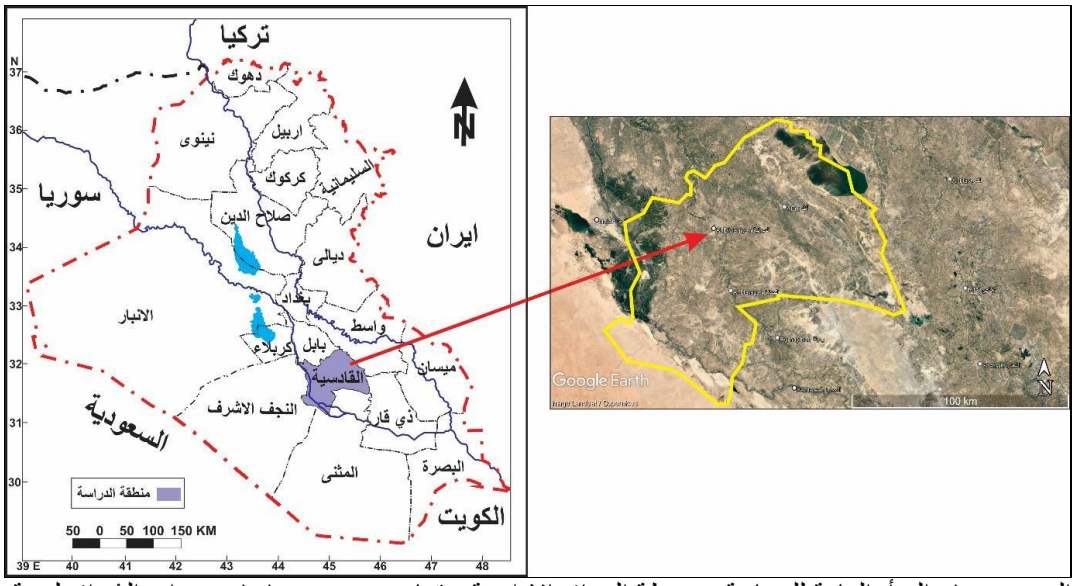
٢- لإنشاء خرائط التنقيب عن المعادن والتكشفات الصخرية الاقتصادية من خلال دمج الطبقات الموضوعية لبيانات المرئيات الفضائية الخاصة بمنطقة الدراسة؛

٣- للتحقق من نتائج الاستشعار عن بعد عن طريق الاستطلاع الميداني والتحليل المختبري، لأجل تبيان مدى اهمية هذه الوسائل والبيانات في هكذا دراسات صناعية.

٤.١. منهج البحث: اعتمد البحث على المنهج الإقليمي من خلال إختيار إقليم معين للدراسة وهنا جرى اختيار محافظة القادسية ومحاولة الكشف عن الموارد الطبيعية المتاحة من الكلس، الجبس، الدولومايت، الرمال، الصخور الحاوية على نسبة عالية من أكاسيد الحديد والاطيان المعدنية للتصنيع واقامة صناعات تحويلية جديدة او توسيع الصناعات القائمة لتنمية وتطوير الهيكل الصناعي في تلك المنطقة.

٥.١. حدود البحث : تشمل حدود البحث جميع اجزاء محافظة القادسية التي تقع فلكيا بين دائرتي عرض ٣٢° ٤٨ ´ ٠٢ - ٣١° ٣٠ ´ ٢٣ شمالا، وخطي طول ٤٥° ٤٧ ´ ٣٥ - ٤٤° ٣٦ ´ ٠٦ شرقا، إذ تقدر مساحتها بنحو ٨١٥٣ كم ٢ (مصدر)حيث تقع ضمن الجزء الجنوبي من وسط العُراق (الفرات الاوسط)، خريطة (١) .

خريطة(١) موقع منطقة الدراسة من العُراق



المصدر : ١- الهيأة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ ، بغداد، العُراق لسنة ٢٠٠٩ .٢- المرئيات الفضائية المتاحة من تطبيق **Google Earth** .

٦.١. مبررات البحث: يمكن إجمال مبررات البحث بالنقاط الآتية :

١- مواكبة التطور العلمي والتقني السريع في مجالات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ولا سيما في مجالات الكشف والتنقيب عن المعادن الصناعية في منطقة الدراسة.

٢- توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد في البحث عن الخامات الاولية (الحجر الجيري، الاطيان ذات الجودة العالية وغيرها من الخامات المعدنية) في منطقة الدراسة، مما يساهم بتوفير التكلفة واختصار العمل الميداني في الكشف والتنقيب عن هذه الخامات.

٢. مراحل الأعمال المختلفة لإنجاز البحث

١.٢. العمل المكتبي :

تضمن العمل المكتبي اولًا الاطلاع على البحوث العلمية الأكاديمية السابقة التي أُجريت سابقاً لمناطق مختلفة من شمال العُراق والصحراء الغربية، نظرا لعدم وجود بحث علمي بهكذا طريقة عن منطقة الدراسة الحالية. كذلك جرى الاطلاع على الدراسات العالمية المختلفة المتعلقة بهذا النمط البحثي الخاص بالكشف عن المعادن باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد.

بعد ذلك جاءت عمليات تهيئة بيانات الاستشعار عن بعد الفضائية المغطية للمنطقة والعائدة للأقمار الاصطناعية Landsat ٧ Landsat ٨، ومرئيات القمر Sentinel-٢ ، وهو ما جرى من خلال تكديس الحزم الطيفية للمشهد (٠٢LE71680381999193SGS) ٣٨ – ١٦٨ الملتقط في ١٩٩٩/٠٧/٠٨ الخالي من الغيوم والمشهد (٠٠LE71670381999186EDC) ٣٨ – ١٦٨ الملتقط في ١٩٩٩/٠٦/٢٣ الخالي من الغيوم العائد للمتحسس+Landsat 7) ETM) والمؤلفة من ٩ نطاقات طيفية منها ٧ نطاقات تقع ضمن (٠.٤٣٣ إلى ٢.٢٩٠ ميكرومتر ؛ استبانة مكانية ٣٠ مترًا، عدا النطاق ٨ منها بدرجة وضوح ١٥ متر) (الجدول ١).

الحال نفسه فيما تعلق ببيانات مرئيات القمر الصناعي Landsat ٨، فقد جرت بتكديس حزم المشهد (٠٠LC81670382021238LGN) الملتقط في ٢٠٢١\٠٨\٢٥ و المشهد (٠٠LC81680382021229LGN) الملتقط في ٢٠٢١\٠٨\١٨ (خالي من الغيوم) والمؤلفة من ١١ نطاقا طيفيا منها ٩ نطاقات طيفية تقع ضمن (٠.٤٣٣ إلى ٢.٢٩٠ ميكرومتر ؛ باستبانة مكانية ٣٠ مترًا)، ضمن منطقتي VNIR وSWIR جدول (١). ويجدر بالذكر فان النطاقات الطيفية VNIR حساسة بشكل خاص لرسم خرائط أكاسيد/ هيدروكسيدات الحديد ، بينما تستجيب النطاقات الطيفية SWIR للكشف عن المعادن والكربونات الحاملة للهيدروكسيل **(Sekandari et al., 2020)**. وقد استخدمت هذه النطاقات الطيفية على نطاق واسع لرسم خرائط لمناطق التغيير الحراري المائي المرتبطة بتمعدنات الخامات الحرمائية(**Bolouki et al., 2019; Pour et al., 2018)**.

جدول (١) الفعالية التقنية والأداء لمستشعرات الأقمار الصناعية **Landsat7, Landsat8 & Sentinel-2 (Lima, Beuchle, Langner, Grecchi, Griess, & Achard, 2019; Sekandari et al., 2020)**

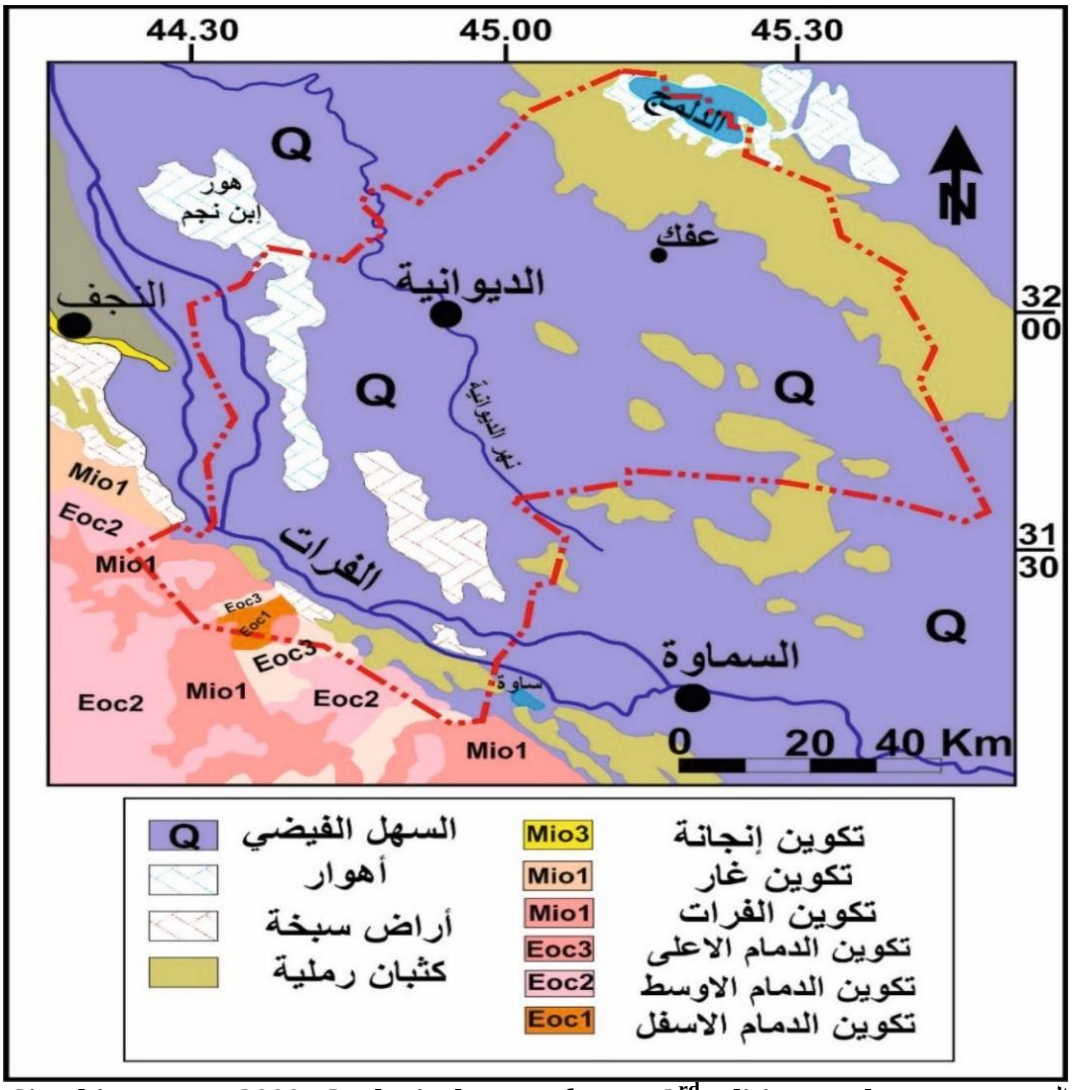
سنة الإطلاق	الدقة المكانية Ground Resolution (m)	النطاق الطيفي Spectral Range (μm)	رقم النطاق Band Number	النظام الفرعي Subsystem	المستشعر (القمر الاصطناعي) Sensor
1999	30	0.45 - 0.52	Band 1 Blue		LandSat 7
	30	0.52 - 0.60	Band 2 Green		
	30	0.63 - 0.69	Band 3 Red		
	30	0.77 - 0.90	Band 4 Near-Infrared		
	30	1.55 - 1.75	Band 5 Short-wave Infrared		
	60	10.40 - 12.50	Band 6 Thermal		
	30	2.08 - 2.35	Band 7 Mid-Infrared		
	15	0.52 - 0.90	Band 8 Panchromatic (PAN)		
2013	15	0.500 -0.680	PAN (8)		LandSat 8
	30	0.433 – 0.453	Coastal aerosol (1)		
	30	0.450 – 0.515	Blue (2)	VNIR	
	30	0.525 – 0.600	Green (3)		
	30	0.630 – 0.680	Red (4)		
	30	0.845 – 0.885	NIR (5)		
	30	1.560-1.660	SWIR (6)	SWIR	
	30	2.100-2.300	SWIR (7)		
	30	1.360-1.390	Cirrus (9)		
	100	10.60 – 11.19	TIRS1 (10)	TIR	
	100	11.50 – 12.51	TIRS2 (11)		

2015 - 2017	60	0.433 – 0.453	Coastal aerosol (1)	VNIR	Sentinel-2
	10	0.458 – 0.523	Blue (2)		
	10	0.543 – 0.578	Green (3)		
	10	0.650 – 0.680	Red (4)		
	20	0.698 – 0.713	Vegetation Red Edge (5)		
	20	0.733 – 0.748	Vegetation Red Edge (6) Vegetation Red Edge (7)		
	20	0.773 – 0.793	NIR (8)		
	10	0.785 – 0.900	Water-vapour (9)		
	60	0.935 – 0.955	SWIR-Cirrus (10)	SWIR	
	60	1.360-1.390	SWIR1 (11)		
	20	1.565-1.655	SWIR2 (12)		
	20	2.100-2.280			

المصدر : ١- https://www.usgs.gov/media/images/landsat-7-band-designations;
2-(**Sekandari et al., 2020**)

كذلك يحتوي Sentinel-٢ على ١٢ نطاقًا طيفيًا في منطقتي VNIR و SWIR من ٠.٤٣٣ إلى ٢.٢٨٠ ميكرومتر ؛ فيما كانت دقتها المكانية تتراوح بين ١٠ إلى ٦٠ مترًا) جدول (١) وهي مفيدة لتحديد أكاسيد الحديد / الهيدروكسيدات والمعادن الحاملة للهيدروكسيل [، ١٠٥٦]، لذا فقد جرى تكديس حزم المشاهد **L1C_T38SNA_A035410_20220403T074200**) **L1C_T38RNV_A026430_20220329T074155 L1C_T38SNA_N0400_R092_20220403T085708,** **L1C_T38RMV_N0400_R092_ 20220329T085259)** الملتقطة في ٢٠٢٢\٠٣\٢٩، ٢٠٢٢\٠٤\٠٣ والمؤلفة من ١٢ نطاقا لكل واحدة منها. لقد اعتمد تحليل هذه البيانات على برامج وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية بالخصوص برنامج ArcGIS ١٠.٨ لأجل تحديد تكشفات الصخور الكلسية الحاوية على تركيز عالي للكالسايت، الترسبات الحاوية على الأطيان المعدنية وغيرها من التكشفات الصخرية المعدنية الاقتصادية، اعتماداً على المعلومات المستنبطة من البيانات الفضائية . بطبيعة الحال فإن ذلك جاء تباعاً ووفقاً لخطواتٍ متسلسلةٍ، منها تحضير الموزائيك لمشهدي لاندسات ٧ و ٨ ومشاهد Sentinel-٢ ، ومن ثم القيام بعمليات التفسير وتحليل البيانات الفضائية ضمن بيئة برنامج ArcGIS لأجل الحصول على نتائج ابتدائية و تتبعها عمليات مطابقة من خلال الدراسة الميدانية وتحليل العينات فضلا عن الاستعانة بنتائج التقارير العلمية الرسمية التي وضعت سابقا للمنطقة . ولا يخفى فقد كان للخرائط الرسمية الجيولوجية والجيومورفولوجية والطبوغرافية دور مهم لإجراء عمليات الدراسة الميدانية ومطابقة النتائج حقليا مع البيانات الناتجة عن عمليات تحليل البيانات الفضائية ومطابقتها مع بعضها بعض، لذلك يمكن أن توافر صور وبيانات الأقمار الصناعية متعددة المستشعرات مصادر متعددة للبيانات الطيفية لرسم الخرائط الجيولوجية وغيرها وتمييز المعادن المختلفة لإنشاء خرائط تنبؤية قائمة على الاستشعار عن بعد للمقاطعات المعدنية في منطقة الدراسة وغيرها من المناطق الاخرى في العُراق ،استخدمت بيانات الاستشعار عن بعد عبر الأقمار الصناعية Landsat ,Landsat-7-٨ و Sentinel-٢ للتنقيب عن تمعدنات الكالسايت، الاطيان المعدنية و التمعدنات الأخرى ذات الأهمية الصناعية في محافظة القادسية، خريطة(٢).

خريطة (٢) الجيولوجية لمنطقة الدراسة



المصدر : **Sissakian, V.K., 2000. Geological Map of Iraq, 3rd edition, scale 1: 1 000 000, GEOSURV, Baghdad, Iraq**

٢.٢. العمل الحقلي :

استغرق العمل الحقلي أياما عدة، جُمعت خلاله (٨) عينات من مواقع مختلفة في منطقة الدراسة، للصخور المتكشفة والاطيان المحددة مواقعها مسبقاً من تفسيرات المرئيات الفضائية، كما جرى تسجيل العديد من القراءات والنقاط الوصفية المحددة مسبقاً والمستنبطة من المرئيات الفضائية لأجل تدقيق العمل المكتبي بالاستعانة بجهاز تحديد الموقع GPS .

٣.٢. التدقيق المختبري :

جرى تدقيق المحتوى المعدني للعينات مختبريا، وقد جرى التركيز على معرفة نسب العناصر المتمثلة بـ الكاربون **C**، الكالسيوم **Ca**، الكبريت **S**، الاوكسجين **O**، السليكون **Si**،الصوديوم **Na**، الحديد **Fe**، الألمنيوم **Al**. لاجل التاكد من نوعية الصخور المتكشفة والتي جرى تحديدها من خلال بيانات المرئيات الفضائية وتحديد مدى ملاءمتها إقتصادياً.

٣. البُنية الطبيعية لمنطقة الدراسة :

١.٣. البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة :

تغطي التكوينات الجيولوجية الحديثة (الهولوسين – **Holocene**) معظم أجزاء محافظة القادسية، فيما تتكشف بعض التكوينات الجيولوجية الأقدم (الأيوسين وحتى البلايستوسين) على نطاق ضيق جدا غرب المحافظة خريطة (٢) وهذا النطاق الضيق يكون جزءا من صخور الرصيف المستقر للوح العربي في هذه المنطقة.

عموما تتكشف التكوينات الجيولوجية التالية في المنطقة :

١- تكوينات الآيوسين – تكوينات الدمام (Dammam Formation(Early – Late Eocene**)**

وهو أقدم التكوينات المتكشفة في المنطقة من عصور الباليوجين. لقد قسم المبارك و أمين ١٩٨٣ هذا التكوين في الصحراء الجنوبية على ٣ أعضاء (الدمام الأسفل، الأوسط والأعلى). وهذه الأجزاء منه تتباين في أنواع مكوناتها الصخرية وسمكها، فنجد ان الدمام الأسفل (يشتمل على ٣ وحدات صخرية هي : وقصة، شرف و شبجة – الحويمي الاسفل) وهي تتكون من Limestone, Chalky Limestone, Marly Limestone، ويبلغ معدل سمكها ٢.٥ – ٢٢ م (**Jassim and Al-Jiburi., 2009**). فيما يضم الدمام الأوسط ٤ وحدات صخرية (حويمي الاعلى، شاوية، جبد و رضمة – بارباك)، مكونة من Fossiliferous, Breccia or Conglomerate, Limestone, Marly Limestone, Chalky Limestone, Marly Calcareous Dolostone. فيما يصل معدل سمكه ١١٥ – ١٥٩ م (الغريري ٢٠٠٠) و .(**Jassim and Al-Jiburi., 2009**)

أما فيما تعلق بالدمام الاعلى فانه يتكون من وحدة صخرية رئيسة واحدة (وحدة غنيمي) التي تتشكل من ٣ طبقات ترسيبية تشتمل على Red Claystone, Chert nodules, Marly or Chalky Limestone, secondary Calcite crystal. ويبلغ سمكها بين ٥٥ – ٧٠ م (**Jassim and Al-Jiburi., 2009**). عموما يظهر تكوين الدمام تنوع واختلافات كبيرة في سمك طبقاته الصخرية من مكان لآخر في هذه المنطقة.

٢ – تكوينات الميوسين (**Miocene**) : تظهر بثلاثة أعضاء رئيسة بحسب زمن ترسيبها ضمن مدة الميوسين.

تكون الأولى منها متمثلة بـ تكوين الفرات **Formation Euphrates**الذي يرجع إلى مدة (المايوسين الأسفل Lower Miocene)، وهو الأقدم بين تكوينات هذا العصر، ويظهر هذا التكوين في منطقة الدراسة الى الجنوب (من التواء آل عكلة) من شط العطشان بحوالي ١ كم (الغريري ، ٢٠٠٠). يضم هذا التكوين صخورا عدة منها : Basal Conglomerate, Chalky Limestone, and Shelly, Marly, dolomitized or

Chalky Limestone . وقد قسمه المبارك وامين (**Al-Mubarak and Amin, 1983**) على ثلاث وحدات (عليا، وسطى ، سفلى)، يصل معدل سمك تكوين الفرات حوالي ٤٠ – ٥١.٥ م . أما التكوين الثاني وهو يمثل مدة الميوسين المبكر او الاسفل ايضا فهو تكوين غار(Ghar Formation) الذي ينكشف في المنطقة بجزء بسيط منها . تتمثل صخوره بـ Basal Breccia or Red Claystone, Calcareous sandstone, Sandy Limestone and Conglomerate، فيما يبلغ سمكه بحدود ١٠ – ٢٦ م (**Jassim and Al-Jiburi., 2009**). فيما يخص تكوين إنجانة (Injana Formation) العائد لمدة الميوسين الأعلى (Upper Miocene)، فإنه يظهر خارج منطقة الدراسة وعلى نطاق ضيق جدا متمثلا ب طار النجف. ويتألف تتابعه الصخري من Claystone, Sandstone, carbonate limestone، ويكون بسمك بين ٣٥ – ٦٠ م ((**Sissakian and Mohammed, 2007**.

٣ –ترسبات العصر الرباعي (**Quaternary Deposits**) : وهي تشمل ترسبات السهل الفيضي(هولوسين) **Flood Plain Deposits** الذي يغطي معظم منطقة الدراسة والناتج عن العمل الجيومورفولوجي لنهري دجلة والفرات بما نقلته من رسوبيات نهرية طوال آلاف السنين. كذلك تندرج ضمنها ترسبات السبخة (هولوسين) **Sabkha Deposits** الناتجة عن عمليات التبخير الشديدة للمياه في المناطق المنخفضة على جانبي مجاري نهر الفرات. كذلك فإن الترسبات الريحية (هولوسين) **Aeolian Deposits** تعد احد ابرز رسوبيات هذا العصر والمتمثلة بـ الكثبان الرملية مختلفة الاشكال والمتكونة من حبيبات رملية سليكية او كلسية، كذلك تندرج ضمن هذا العصر ترسبات : شرفات الوديان (بلايستوسين) **Terraces Valley** ، القشرة الجبسية (بلايستوسين–هولوسين) **Gypecrete**، ترسبات المنحدرات (بلايستوسين–هولوسين) **Slope Deposits**، ترسبات الوديان (هولوسين) **Valley Deposits (Jassim and Al-Jiburi., 2009).**

٢.٣. طبوغرافية المنطقة :

تكاد تكون منطقة الدراسة أراضي منبسطة بسيطة الانحدار في معظم أجزائها، فهي تتراوح بين ١٢ – ٨٠ م عن مستوى سطح البحر، وهي لا تزيد عن ٢٥ م في معظم اجزائها، إلا في الأجزاء الغربية من المحافظة والتي تعد جزءا من الرصيف الصحراوي الذي تشغله الصحراء الجنوبية العراقية، وبذلك فإنها تعد منطقة ملائمة جدا للاستثمار الصناعي .

٤. المواد والطرق المستعملة

١.٤. خصائص البيانات متعددة أجهزة الاستشعار :

استخدمت صور الأقمار الاصطناعية متعددة المستشعرات ٧ Landsat-, Landsat-٨ و Sentinel-٢ ، للتنقيب عن تمعدن حجر الكلس ، الجبس الذي تستضيفه الكربونات، الاطيان المعدنية و الرمال في منطقة الدراسة ، لقد لخص الجدول ١ الأداء الفني والسمات الفنية لأجهزة الإستشعار Landsat Landsat-7 و Sentinel-٢ ، إذ جرى اختيار نطاقات طيفية واسعة من Landsat, Landsat-7 و Sentinel-٢ واستخدامها للتمييز بين الوحدات الصخرية ومناطق التغيير لرسم الخرائط الخاصة بالتكشفات المعدنية لمنطقة الدراسة.

٢.٤. المعالجة المسبقة لمجموعات بيانات الاستشعار عن بعد :

انشئت طبقة بيانات Sentinel-٢ المكدسة من نطاقات (VNIR + SWIR) (النطاقات ٢ و ٣ و ٤ و ٨ و ١١ و ١٢) ذات البعد المكاني ١٠ أمتار و٢٠ متر للحصول على مجموعة بيانات من ستة نطاقات **(Sekandari et al., 2020)**

٣.٤. تقنيات معالجة الصور:

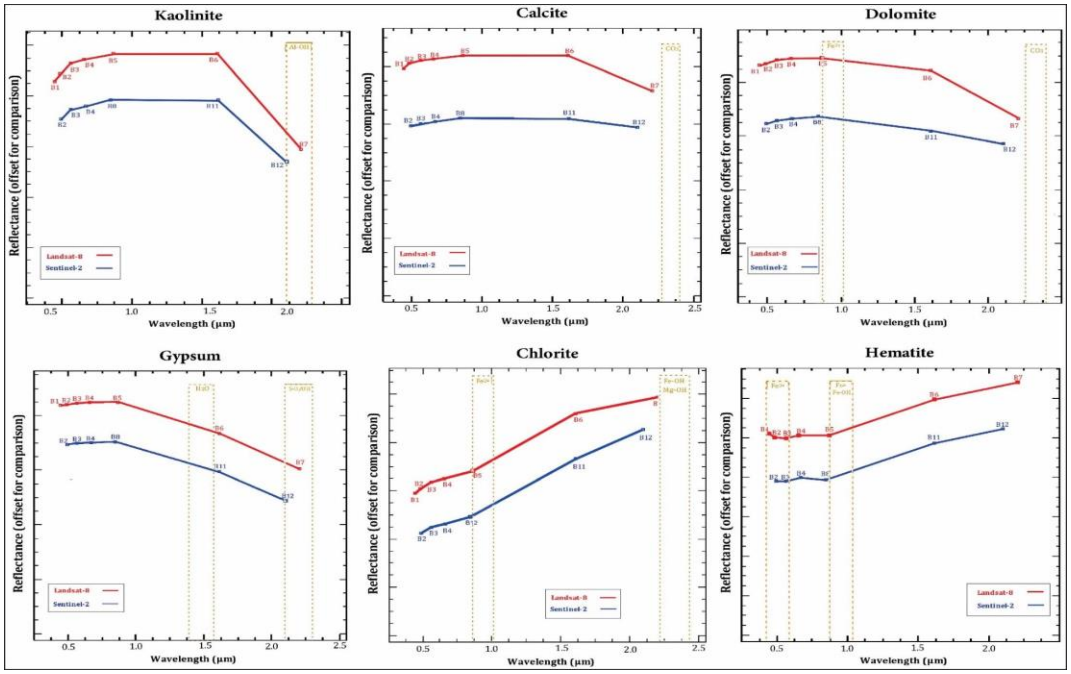
جرى تنفيذ إجراءات معالجة الصور الخاصة بنسب النطاق (قسمة الحزم – **Band ratio**) وتحليل المكونات الرئيسة PCA) لاستخراج المعلومات الأساسية المتعلقة باستكشاف وتعدين المعادن وتمييز الوحدات الصخرية الاقتصادية من مجموعات بيانات الاستشعار عن بعد التي جرت معالجتها مسبقًا، إذ دمجت الطبقات و النطاقات الخاصة بالمرئيات الفضائية ومطابقتها مع البيانات المختلفة عن توزيع الصخور ذات الاهمية الاقتصادية من المصادر الرسمية الحكومية لإنشاء خرائط توقعية معدنية لمنطقة الدراسة. وأخيراً فقد أجري الاستطلاع الميداني والتحليل المختبري للتحقق من نتائج الاستشعار عن بعد.

١.٣.٤. نسب النطاق (قسمة الحزم – : (Band ratio)

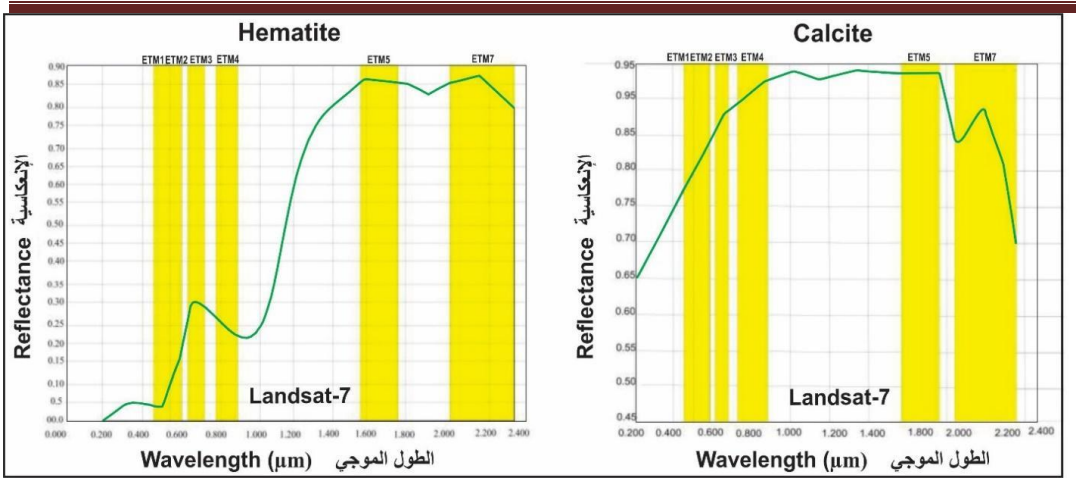
تُستخدم طريقة نسب النطاق على نطاق واسع لرسم خرائط استكشاف المعادن وبالخصوص المعادن الحرمائية والوحدات الصخرية المختلفة ذات الاهمية الإقتصادية (**Pour, & Hashim, 2012; Mars & Rowan, 2006; Pour et al.,** **2018),** وهو ما يجري من خلال تقنين وتحديد النطاقات التي تتوافق مع بعض المعادن عند الامتصاص والانعكاس، إذ تميز البيكسلات التي تحتوي على مجموعات معدنية معينة (**Di Tommaso, & Rubinstein, 2007; Mars & Rowan, 2011**) ويجري كل ذلك من خلال قسمة قيم الأعداد الرقمية لحزمة طيفية على القيم التي تقابلها في حزمة

أخرى و حيث يجري اختيار الحزمة التي ينتج عنها إنعكاس عال فيما يخص معدن ما وقسمتها على الحزمة التي ينتج عنها اقل انعكاس موجي للمعدن نفسه لأجل تمييز الترسبات المعدنية المختلفة (العزاوي و الجاف، ٢٠١٠). فلتمييز امتصاص أو انبعاث معين ، فإن البسط هو مجموع النطاقات التي تشير إلى الانعكاسية العالية والمقام يمثل نطاق خاصية الامتصاص أو الانبعاث في حدها الأدنى (**Crowley, Brickey, & Rowan, 1989**).علاوة على ذلك ، فإن هذه التقنية بارعة في تقليل التأثيرات الطبوغرافية الناتجة عن اتجاهات المنحدرات وزوايا الإضاءة الشمسية ((**Colby, 1991**. لقد استخدمت العديد من التعبيرات الرياضية لاكتشاف المعادن المتغيرة أو المجموعات المعدنية ، والتي تسمى بشكل عام عمق نطاق الامتصاص النسبي (**Crowley, Brickey, & Rowan, 1989**) كما موضح في الشكل (٣) .

الشكل (٣) منحنيات الإنعكاسية للمعادن المختلفة ضمن الأطوال الموجية لمرئيات الأقمار الصناعية **Landsat-7, Landsat-8, Sentinel**-٢



A – أطياف الانعكاس المختبرية للهيماتيت، الكاؤلينايت، الكالسيت، الدولومايت، الجبس ، والكلوريت، إذ جرت إعادة فحص عينات منها لتحديد وظائف الاستجابة فيها لنطاقات **SWIR + VINR** من **Landsat**-٨ و **Sentinel**-٢. تشير المكعبات إلى موضع نطاقات **SWIR + VINR** في **Landsat**-٨ و **Sentinel**-٢ وتحديدا ضمن النطاق الممتد من ٠.٤ ميكرومتر إلى ٢.٥ ميكرومتر، إذ يجري تحديد أطياف ميزة الامتصاص الرئيسة للمعادن **CO , Mg-OH , Al-OH , S-O , Fe-OH , H2O , OH , Fe**٣ بواسطة مستطيلات متقطعة (**Sekandari et al., 2020**)



B – منحنيات الإنعكاسية لمعادن الكالسايت و الهيماتايت ضمن الأطوال الموجية لنطاقات مرئيات لاندسات–٧ وفقا لـ (**Clarck et al., 1993**)

جرى إعداد قسمة الحزم الموضحة في جدول(١) لغرض تحديد تكشفات الصخور الحاوية على أكاسيد الحديد وغيرها من التكشفات الصخرية الحاوية على تمعدنات إقتصادية، استناداً الى طبيعة استجابة المعادن للحزم الطيفية، والمتضمن الكشف عن شدة طيف المعادن المنسوبة إلى Fe، Fe–OH ، Al–OH ، Mg–OH ، Si–OH ، SO، CO ٣ ، و . (**Mars & Rowan, 2006; Ninomiya & Fu, 2019**) SiO2 لتوصيف أكسيد الحديد / الهيدروكسيدات، تحتوي النطاقات الطيفية VNIR على أهم المعلومات بسبب التحولات الإلكترونية لـ Fe^{+2} / Fe^{+3}في منطقة VNIR من ٠.٤٥ إلى ١.٢ ميكرومتر () (**Hunt, 1977; Clark & Rercz, 1999**)الشكل ٣ .(**A,B**

وفي هذا البحث لأجل استكشاف أكسيد الحديد على نطاق إقليمي ، جرى اختيار نسبة **5/1** , **3/1** من نطاق Landsat–٧ . عموما تكون مرئية قسمة الحزم **1/5** افضل من مرئية **1/3** لأن استجابة الحديد تكون عالية في الحزمة الخامسة وهي أعلى من استجابتها في الحزمة الثالثة، كما أن إمتصاص الحديد للحزمة الأولى اعلى منه في الحزمة الرابعة كما موضح في الشكل (٣ B) (آمال عبدالقادر و أرسلان الجاف، ٢٠٠٩). فيما اختيرت نسبة نطاق **4/2** من Landsat–٨ و Sentinel–٢ لتسليط الضوء على أكسيد الحديد / هيدروكسيدات.

كذلك يُظهر التغيير الحامل للهيدروكسيل (Al–OH) والكربونات (المسكوفيت، الكاؤلينيت، الجبس، الكالسيت والدولوميت) ميزات امتصاص طيفية في منطقة ٢.١–٢.٥ ميكرومتر بسبب الدلالات وتوليفات الاهتزازات الأساسية (**Hunt & Ashley, 1979**)، بينما يحدث انعكاسها الطيفي عادةً في ١.٥٥–١.٧٥ ميكرومتر في مناطق SWIR (**Sekandari et al., 2020**)الشكل ٣ (**A,B** .تتوافق هذه الخصائص مع النطاق ٧

(٢.١١-٢.٢٩ ميكرومتر) والنطاق ٦ (١.٥٧-١.٦٥ ميكرومتر) من Landsat-٨ ، وكذلك النطاق ١٢ (٢.١٠٠-٢.٢٨٠ ميكرومتر) والنطاق ١١ (١.٥٦٥-١.٦٥٥ ميكرومتر) من Sentinel- ٢ ، على التوالي (الشكل ٣ A) . لذلك ، جرى استخدام نسبة النطاق **7/6** لـ Landsat-٨ ونسبة النطاق **12/11** لـ Sentinel-٢ لرسم خرائط معادن وكربونات محمل الهيدروكسيل في هذه الدراسة (**Sekandari et al., 2020**).

بينما ظهرت خصائص ترسبات الكاؤولين بشدة انعكاسية واضحة في مرئيات Landsat-٧ متوافقة مع مرئية قسمة الحزمتين **7/5** ، لأن استجابة الكاؤولين في الحزمة الخامسة في هذه المرئية تكون أعلى من استجابتها في الحزمتين الأولى والثانية، بينما تكون استجابتها واطئة في الحزمة السابعة وهو ما يدعو لاختيار نسبة النطاق هذه عند العمل على بيانات مرئيات لاندسات – ٧ لاجل استكشافات الأطيان المعدنية ، فيما كانت نسبة النطاق **3/4** هي الأكثر ملاءمة لتحديد النباتات وتوزيعها في مرئيات Landsat-٧ (العزاوي و الجاف، ٢٠١٠؛ **Ott et al., 2006**) . فيما كانت مرئية نسبة النطاق الأفضل لاستكشاف الكاؤولينات هي **7/6**في مرئيات Landsat-٨ وكانت **12/11** في مرئيات Sentinel-٢ .

ولتحديد الطبقات الصخرية الدولوماتية المتكشفة على السطح، فيمكن استخدام مرئية نسبة النطاق **6/5** في مرئيات Landsat-٨ ومرئية نسبة النطاق **11/8** في مرئيات Sentinel-٢ . بينما تأتي مرئية نسبة النطاق **7/5+6**في مرئيات Landsat-٨ ونسبة النطاق **12/11+8** في مرئيات Sentinel-٢ لاستكشاف تكشفات صخور الجبس في منطقة الدراسة (**Sekandari et al., 2020**).

٢.٣.٤. المعدل الحسابي للنطاقات – الحزم (Arithmetic average of the bands)

استخدمت هذه الطريقة عند وجود أكثر من نطاق أو حزمة يتحسس له معدن ما بشدة انعكاسية عالية، ومن ثم يجري جمع هذه النطاقات وقسمتها على عدد النطاقات لإنتاج مرئية معدل حسابي للحزم (العزاوي و الجاف، ٢٠١٠، **Khiry, 2007**). استخدمت هذه الطريقة في محاولة استكشاف الصخور المتكشفة في المنطقة ذات المحتوى العالي من الكلس، إذ إن نطاقات مرئيات لاندسات ٧ المتمثلة بـ (٢، ٣، ٤ و ٥) تعطي شدة انعكاسية عالية للصخور الكلسية وهو ما أدى لاشتقاق المعادلة الخاصة بذلك في دراسة سابقة ،وقد استخدمت في دراستنا هذه) العزاوي و الجاف، . (**2010**

B2+B3+B4+B5 / 4 ..... (1)

٣.٣.٤. تحليل المكونات الرئيسة (PCA):

إن (PCA) هي تقنية رياضية تقوم بتحويل كمية من المتغيرات المرتبطة إلى عدد من المتغيرات الخطية غير المترابطة تسمى المكونات الرئيسة (**Singh & Harrison, 1985; Crosta, De Souza Filho, Azevedo & Brodie, 2003**). عادة ما يجري تنفيذ PCA على مصفوفة متماثلة مربعة، ويمكن أن يعتمد على مصفوفة التغاير (مجاميع متدرجة من المربعات والنواتج المتقاطعة) أو مصفوفة الارتباط (مجموع المربعات والمنتجات المتقاطعة من البيانات المعيارية) (**Singh & Harrison, 1985; Sekandari et al., 2020**). كذلك تستخدم PCA على نطاق واسع لرسم خرائط المعادن الحرمائية والوحدات الصخرية المختلفة باستخدام نطاقات طيفية معينة لأجهزة الاستشعار عن بعد (**Sheikhrahimi, Pour, Pradhan & Zoheir, 2019; Loughlin,1991; Noori, 2019**).

وفقًا لذلك ، يحتوي جهاز الكمبيوتر على أحمال او قيم ذاتية eigenvector قوية للنطاقات الإرشادية مثل النطاقات العاكسة والامتصاصية لمجموعة معدنية معينة أو معدنية متغيرة مع علامات معاكسة تعزز معرفة وتحديد تلك المجموعة المعدنية كبكسلات ساطعة أو داكنة في صورة الكمبيوتر.

يعزز التحميل الإيجابي ضمن شريط عاكس يُظهر المعدن كمثل البكسلات الساطعة ، بينما يكون التحميل السلبي في نطاق عاكس يصور المعدن على أنه وحدات بكسل داكنة (**Sekandari et al., 2020; Loughlin,1991; Crosta, De Souza Filho, Azevedo & Brodie, 2003**) . في هذا التحليل ، جرى تنفيذ طريقة PCA بناءً على مصفوفة التغاير للنطاقات المختارة من Landsat-٨)) متمثلة بـ نطاقات OLI))، فيما استخدمت النطاقات (الحزم) ٢، ٣، ٤، ٨، ١١ و ١٢ **Souza Filho, Azevedo & Brodie, 2003**) . في هذا التحليل ، جرى تنفيذ طريقة PCA بناءً على مصفوفة التغاير للنطاقات المختارة من Landsat-٨)) متمثلة بنطاقات OLI))، فيما استخدمت النطاقات (الحزم) ٢، ٣، ٤، ٨، ١١ و ١٢ من مرئيات القمر الصناعي (Sentinel-2)لتحديد التجمعات المعدنية المختلفة في منطقة الدراسة. لذا يوضح الجدول (٢) والجدول (٣) مصفوفة المتجهات الذاتية للنطاقات المحددة لمجموعات بيانات الاستشعار عن بعد.

الجدول (٢) مصفوفة القيم الذاتية **Eigenvector** المشتقة من **PCA** للنطاقات المختارة من مرئية القمر الصناعي (**Landsat**–٨)
وهي النطاقات – الحزم (١ إلى ٧) المستخدمة في هذه الدراسة ((**Sekandari et al., 2020**

Eigenvector	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6	Band 7
PC 1	0.098888	0.127588	0.222642	0.352134	0.470622	0.580154	0.49225
PC 2	0.322223	0.372444	0.433008	0.426627	0.230446	–0.374857	–0.440827
PC 3	–0.312408	–0.354582	–0.279999	0.084637	0.59951	0.168321	–0.550787
PC 4	0.247724	0.269361	0.117557	–0.327086	–0.247048	0.667216	–0.48894
PC 5	0.380773	0.318038	–0.297366	–0.579504	0.516661	–0.207254	0.140427
PC 6	–0.42878	–0.07607	0.726821	–0.486822	0.193733	–0.079913	0.034331
PC 7	0.631338	–0.734703	0.232424	–0.083794	0.022232	–0.007336	0.00581

الجدول (٣) مصفوفة **Eigenvector** المشتقة من **PCA** للنطاقات المختارة من مرئية القمر الصناعي (**Sentinel**-٢) المتمثلة بـ النطاقات (٢ ، ٣ ، ٤ ، ٨ ، ١١ ، ١٢) المستخدمة في هذه الدراسة(**Sekandari et al., 2020**)

Eigenvector	Band 2	Band 3	Band 4	Band 8	Band 11	Band 12
PC 1	−0.15188	−0.235458	−0.383398	−0.466736	−0.570938	−0.480298
PC 2	0.355822	0.405278	0.438872	0.333419	−0.451093	−0.44931
PC 3	−0.486574	−0.409713	0.064894	0.557800	0.208124	−0.486532
PC 4	−0.310768	−0.246002	0.203541	0.259173	−0.641949	0.567634
PC 5	−0.454829	0.100882	0.698634	−0.523627	0.113057	−0.088865
PC 6	−0.556887	0.736037	−0.355904	0.135992	−0.048461	0.024823

كذلك لا يخفى إمكانية استخدام عملية التصنيف غير الموجه والتصنيف الموجه بوصفه أحد الخيارات المتاحة في تطبيقات برنامج ArcGIS لامكانية استكشاف واجراء عمليات المسح الجغرافي – الجيولوجي بحثا عن الصخور الحاوية على معادن اقتصادية يمكن أن تستخدم على نطاق صناعي ذي جدوى اقتصادية ، بصفتها طريقة أخرى متاحة في استثمار بيانات التحسس النائي إلى أوسع نطاق ممكن لتحقيق الاستثمار الاقتصادي – الصناعي الأمثل .

٥. بيانات العمل الميداني والتحليل المخبري :

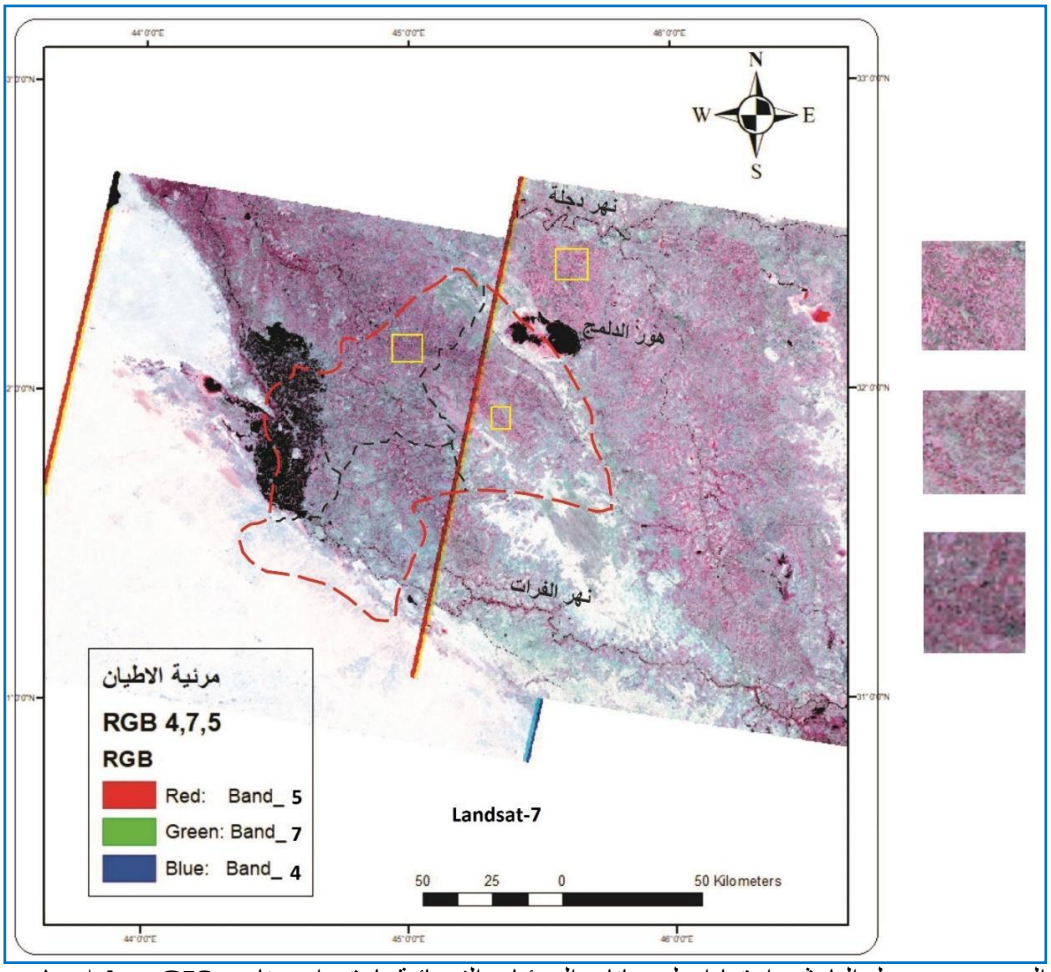
اجري مسح جيولوجي وتحليل معملي – مختبري لتأكيد نتائج معالجة الصور ورسم خرائط التنقيب عن المعادن للأجزاء التي أظهرت إمكانية احتوائها على تكشفات معدنية اقتصادية مهمة . لذلك اجري مسح بإستخدام نظام تحديد المواقع العالمي في منطقة الدراسة للتحقق من التوزيع المكاني لمناطق التغيير والوحدات الصخرية باستخدام جهاز GPS محمول باليد . فضلا عن ذلك ، التقطت العديد من الصور من مناطق التغيير والوحدات الصخرية خلال المسوحات الميدانية. وقد جمعت (٨) عينات يدوية من مناطق التغيير وتمعدن الخامات والوحدات الصخرية لأجل استخدامها في عمليات التحليل المختبري.

٦. النتائج

١.٦. رسم الخرائط الحجرية والتعديلات باستخدام بيانات Landsat, Landsat-8-٧ **و** Sentinel-٢

لتوليد عرض إقليمي للوحدات الصخرية في منطقة الدراسة ، مركب من الألوان الزائفة الأحمر والأخضر والأزرق RGB)) للنطاقات ٢ و ٥ و ٧ بالنسبة لـ Landsat-٨ والنطاقات ٢ و ٨ و ١٢ لـ Sentinel-٢، فيما استخدم النطاق ٤,٧,٢ في مرئية Landsat-٧ لاستكشاف الأطيان . عموماً، تُظهر الصور الناتجة عن ذلك معظم الوحدات الصخرية التي لها سمات طيفية متعلقة بـ معادن الطين والكربونات. فيما يتعلق بالخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة خارطة(٢) ، فإن التعريف والتمييز الصخري للوحدات في الصور الناتجة عن بيانات مرئيات ، Landsat 7-Landsat-٨ و Sentinel-٢ كانت متشابهة تقريبًا. لذلك فقد جرى تحديد الصورة المركبة ذات الألوان الزائفة RGB للنطاقات الطيفية لمرئيات ، Landsat 7-Landsat-٨ و Sentinel-٢ وعرضها هنا. إذ يمكن ملاحظة أن الأطيان المعدنية تظهر باللون البنفسجي المحمر في مرئية خلط الحزم (Landsat-٧) بالخصوص(الشكل ٤) وهي متطابقة مع الكثير من بيانات المسح الجيولوجي السابقة لهذه المنطقة (جمهورية العُراق، وزارة الصناعة والمعادن، ٢٠١٧)

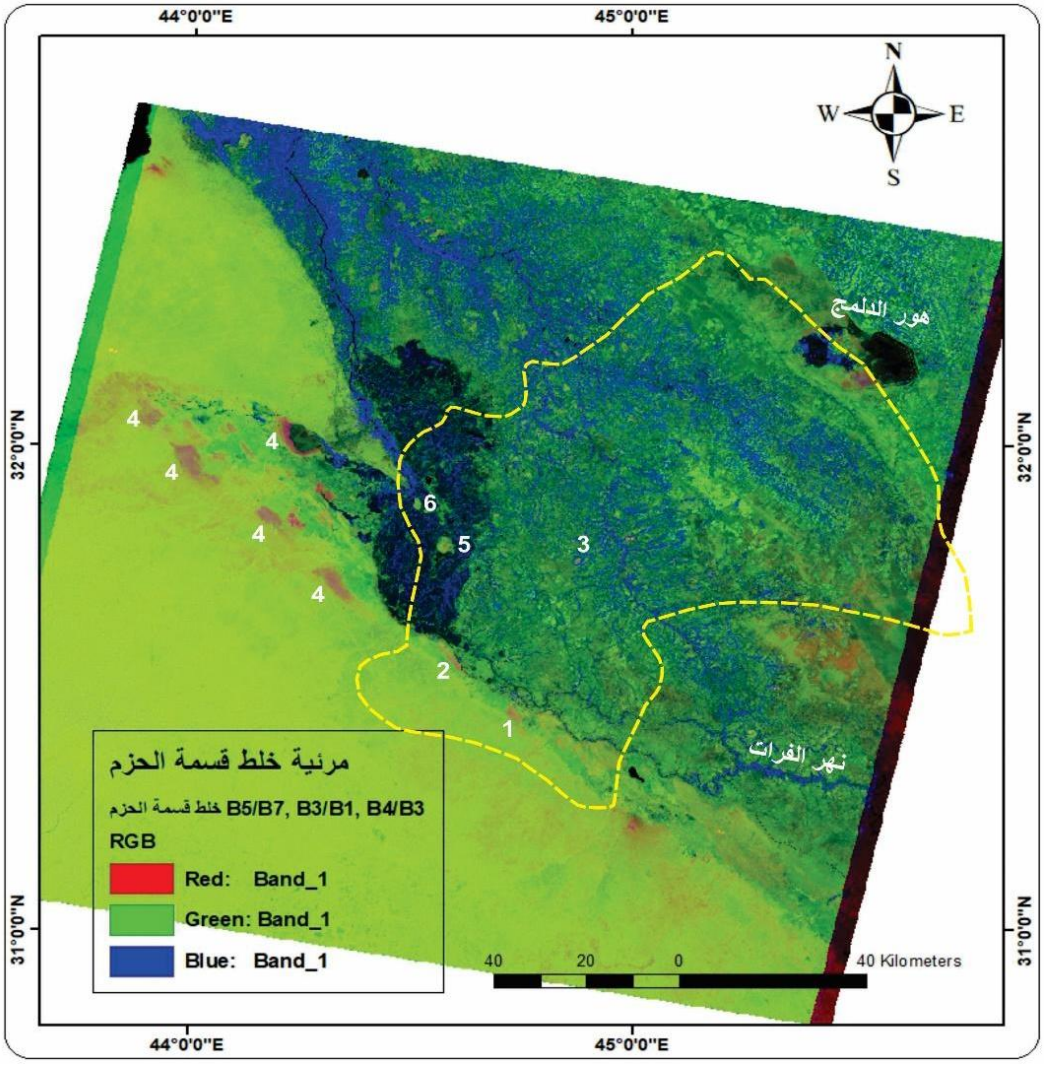
خريطة (٤) عرض مناطق تواجد الأطيان وخارجها باستخدام مركب ((**RGB** للألوان الزائفة للنطاقات ٥ ،٧ ،٤ لـ مرئية **Landsat**–٧



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على بيانات المرئيات الفضائية باستخدام برنامج **Arc GIS** ١٠.٨

إذ تكون مساحات تكشف الاطيان المعدنية الصالحة لإنتاج الطابوق (بعضها يصلح لإنتاج الاسمنت) واسعة الامتداد وتتركز معظمها ضمن نطاق السهل الرسوبي العراقي من منطقة الدراسة. فيما يمكن أن تعطينا عملية خلط قسمة الحزم ٣B5/B7, B3/B1, B4/B صورة أكثر وضوحاً عن تكشفات صخرية ذات قيمة اقتصادية مهمة ، كما في خريطة (٥) إذ تظهر تكشفات الصخور الكلسية باللون البُني المحمر كما في المواقع من ١ إلى ٣ داخل المنطقة وبالرقم ٤ خارجها، فيما تظهر تكشفات الجبس الثانوي بتدرجات اللون الاخضر كما في المواضع ٥ و ٦. أما فيما يخص للنباتات وانتشارها فانها تظهر باللون الأزرق للكثافة النباتية العالية و بتدرجات اللون الاخضر للكثافات الأقل .

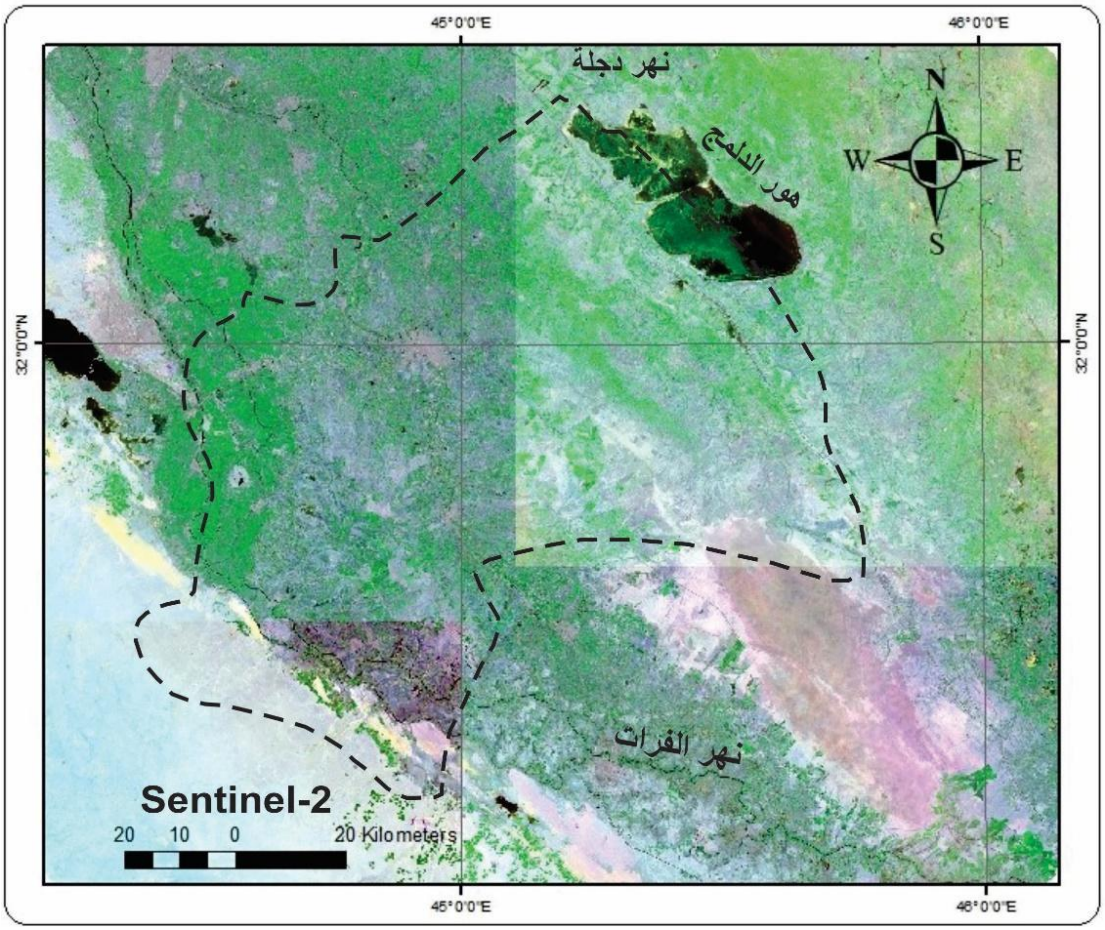
خريطة (٥) يُظهر مرئية خلط قسمة الحزم ٧/٥، ١/٣، ٣/٤ لمرئيات لاندسات – ٧



المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات المرئيات الفضائية باستخدام برنامج **Arc GIS** ١٠.٨

فيما تُظهر مرئيات خلط الحزم لـ (Landsat–٨ و Sentinel–٢) الوحدات الجيولوجية المختلفة في المنطقة خارطة (٦) . يُظهر خارطة (٦) التكشفات الصخرية والرسوبية المختلفة في منطقة الدراسة، فمثلا تظهر تكشفات الصخور الكلسية باللون الأصفر المائل للحليبي على شكل جزر ممتدة مع مجرى نهر الفرات من جهة ضفته اليمنى جنوب غرب الشنافية وصولا الى الحدود الادارية بين محافظتي (القادسية و المثنى)، فيما تظهر تكشفات الجبس الثانوي باللون السمائي الفاتح المائل للبنفسجي بالقرب من غماس، فيما يمكن تمييز تجمعات الكثبان الرملية باللون الوردي الفاتح المائل للبنفسجي. بينما يمكن ملاحظة أن نطاق الرصيف الصحراوي يظهر باللون السمائي المتدرج على العكس منه يظهر نطاق السهل الرسوبي باللون الاخضر المتدرج بدرجات شدته.

خريطة (٦) عرض إقليمي للوحدات الجيولوجية في منطقة الدراسة باستخدام مركب ((RGB للألوان الزائفة للنطاقات ٢ و ٨ و ١٢ لـ مرئية Sentinel-2

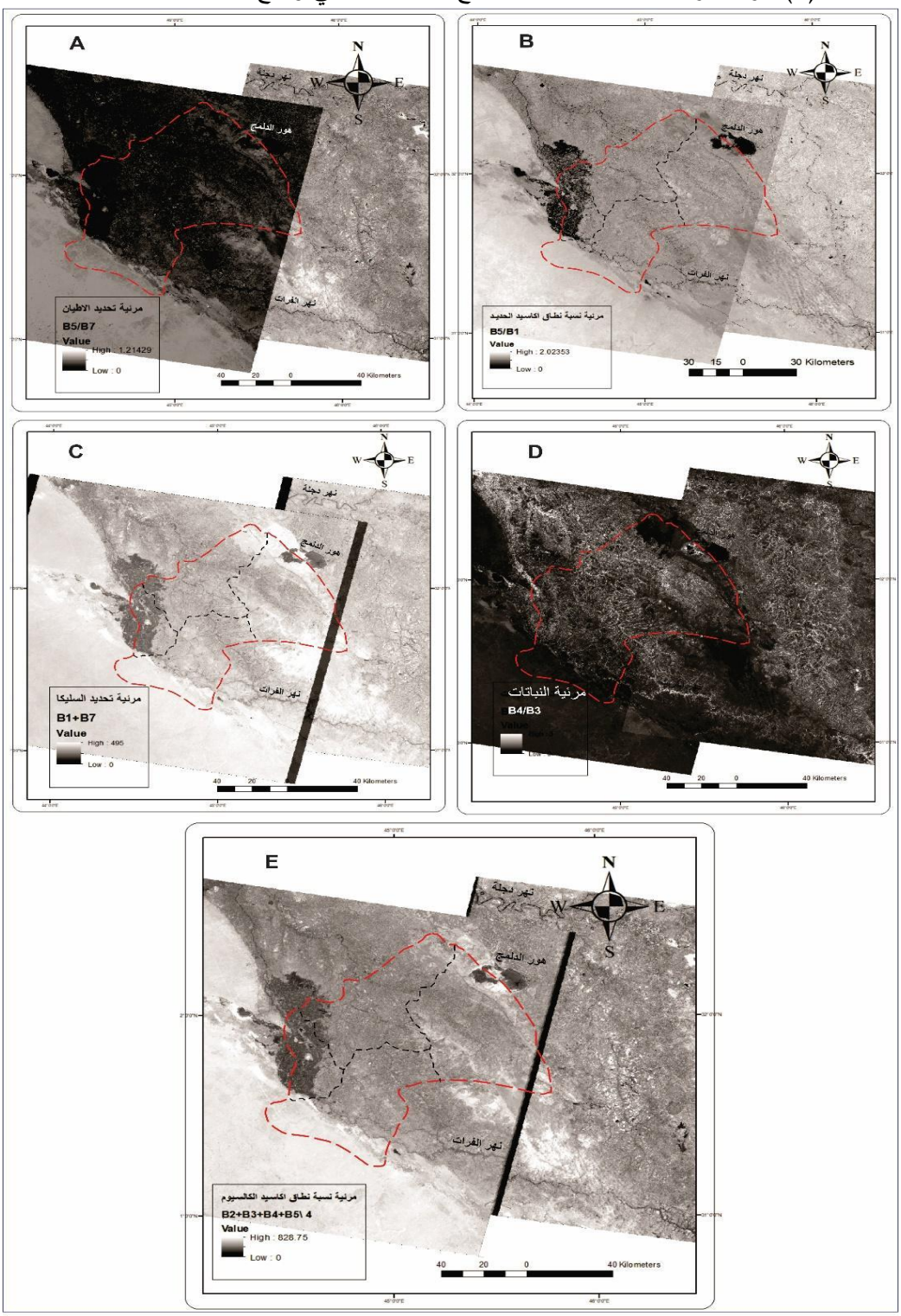


المصدر: من عمل الباحثين اعتماداً على بيانات المرئيات الفضائية باستخدام برنامج Arc GIS ١٠.٨

فيما تُوضح خرائط (٧، ٨) نتائج نسب النطاق لرسم خرائط معادن الطين ، الكربونات و أكاسيد الحديد / الهيدروكسيدات المشتقة من النطاقات الطيفية لمرئيات Landsat-7, Landsat-٨ و Sentinel-٢، إذ تُظهر نسبة النطاق ٧/٥ في خارطة (٧ – A) لـ Landsat-٧ التوزيع المكاني للاطيان الإقتصادية في المنطقة والتي تظهر باللون الغامق (الاسود والرصاصي الغامق)، بينما تُظهر نسبة النطاق ١/٥ إمكانية العثور على تكوينات صخرية تحوي نسب إقتصادية من أكاسيد الحديد وهي البقع البيضاء الفاتحة التي تنتشر خارج منطقة الدراسة ضمن الرصيف الصحراوي للصحراء الجنوبية خريطة(٧ – B). وتظهر نسبة النطاق ٣/٤ التوزيع الجغرافي الحقيقي للنباتات في المنطقة، إذ تظهر النباتات فيه باللون الفاتح (الابيض) خريطة (٧ –D) .بينما تُظهر جمع النطاقات (٧B1+B) التوزيع الجغرافي للرسوبيات الحاوية على نسبة عالية من اكاسيد السليكون (السليكا – ٢SiO) وهي تمثل مناطق تجمع الكثبان الرملية الحاوية على نسبة عالية من السليكا في المنطقة، والتي تظهر بهيئة بقع بيضاء ورمادية فاتحة (الشكل ٧ – C)، فيما تُظهر مرئية

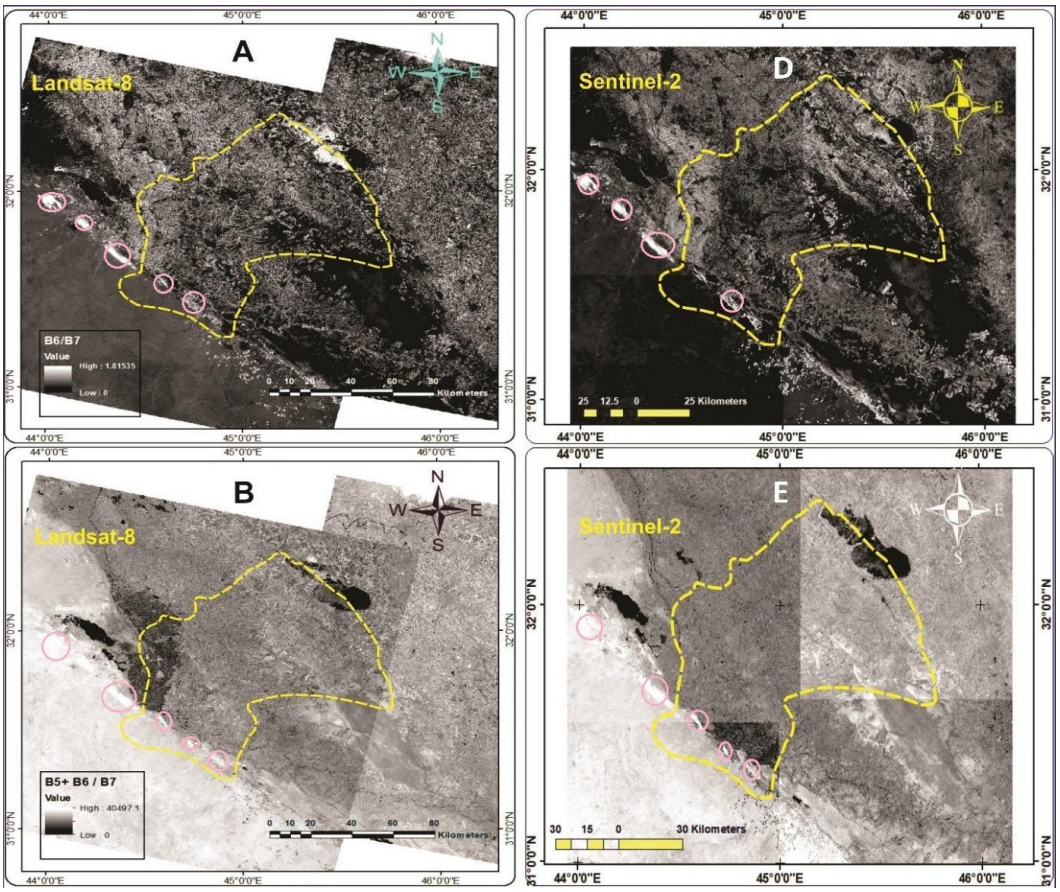
المعدل الحسابي للنطاقات (٤/٥B2+B3+B4+B) اماكن تكشف الصخور الحاوية على نسبة عالية من أكاسيد وكربونات الكالسيوم (CaCO, ٣CaO) (عبدالقادر و الجاف ٢٠٠٩؛ العزاوي و الجاف، ٢٠١٠) في المنطقة باللون الأبيض مع التداخل الحاصل بينها وبين المناطق التربة المتملحة (الشكل ٧ – E) .

الشكل (٧) خرائط مرئيات قسمة نسب النطاق مع المعدل الحسابي وجمع النطاقات لـ **Landsat**–٧



إذ إن:**A** – خارطة نسبة النطاق ٧/٥ لاستكشاف الأطيان؛ **B**– نسبة النطاق ١/٥ لاستكشاف أكاسيد الحديد، **C**– جمع النطاقات **B1+B**٧ لتحديد انتشار السليكا في المنطقة، **D**– نسبة النطاق ٣/٤ لتحديد انتشار النباتات وكثافاتها في المنطقة و **E**– خارطة المعدل الحسابي للنطاقات **B+B4+B3+B2+B**٤/٥ لاستكشاف اكاسيد الكالسيوم

خريطة (٨) خرائط مرئيات قسمة نسب النطاق مع المعدل الحسابي وجمع النطاقات لـ**Landsat**–٨ و **Sentinel**–٢

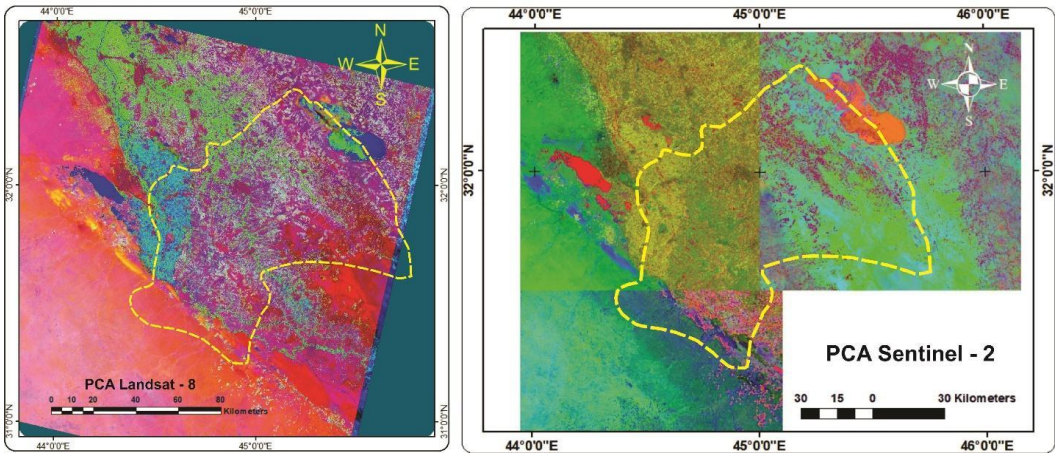


أما فيما يخص بيانات Landsat–٨ و Sentinel–٢ ، فقد اعتمدت قسمة النطاقات ٧/٦ في لـ Landsat–٨ ونسبة النطاق ١٢/١١ لـ Sentinel–٢ لاجل استكشاف الكربونات والكربونات الحاملة للهيدروكسيل (**Sekandari et al., 2020**)، وكما يظهر في الشكل (٨ A, D) بالخصوص، إذ تظهر فيها مناطق تكشف الصخور الكربونية باللون الأبيض في كلا المرئيتين (المؤشرة بدوائر باللون الوردي داخل المرئيات) وببقية مرئيات هذا الشكل ايضاً، إلا أنها تكون أكثر وضوحا ودقة في مرئية قسمة نطاقات Sentinel–٢ عنها في Landsat–٨، بحيث تكون مناطق التكشفات الاقتصادية هذه محددة بشكل أوضح مع قلة في التشويش والتداخل بينها وبين المعادن الأخرى، وهو ما ادى لعدم ظهور الأجزاء الجنوبية المتملحة بشدة من هور الدلمج في مرئيات Sentinel–٢ ضمن الأجزاء الدالة

على تواجد الصخور الكربوناتية الاقتصادية كما هو الحال في مرئية Landsat-٨ التي يشوبها مثل هذا التداخل والتشويش في النتائج .

حيث :**A** – خريطة نسبة النطاق ٧/٦ لاستكشاف الكربونات، **B**– نسبة النطاق ٥+٧/٦ لاستكشاف الجبس (**C ,**) **Landsat-8** – خريطة نسبة النطاق ١٢/١١ لتحديد انتشار الكربونات والهيدروكسيل، **D**– نسبة النطاق ٨+١٢/١١ لتحديد تكشفات الجبس (**Sentinel-٢**)

خريطة (٩) توضح طريقة استخدام **PCA** في توظيف بيانات الأقمار **Landsat**-٨ و **Sentinel**-٢ لإستكشاف التكشفات الصخرية الإقتصادية بإستخدام برنامج **ArcGIS 10.8.1**



المصدر: الباحثان اعتمادا على تحليل بيانات المرئيات الفضائية باستخدام برنامج **Arc GIS 10.8**

بينما يمكن أن تحدد نسبة النطاق ٥+٧/٦ لـ Landsat-٨ ونسبة النطاق ٨+١٢/١١ لـ Sentinel-٢ التوزيع السطحي لتكشف معادن الجبس والجبس الثانوي في المنطقة (**Sekandari et al., 2020**)، كما في خارطة (٨ B, E). إذ تظهر مناطق الجبس باللون الرمادي الفاتح في كلا المرئيتين، لكنه يكون أكثر وضوحا ويمكن تمييزه بسهولة في مرئيات Landsat-٨ عنها في Sentinel-٢ ، وهي على العموم تكون طريقة ضعيفة بسبب صغر مساحات تكشف الجبس في المنطقة فضلا عن التداخل مع انعكاسية المعادن الأخرى . كذلك فقد جرت تجربة قسمة نطاقات طيفية اخرى لأجل تحديد تكشفات صخرية ذات قيمة اقتصادية مثل الدولومايت بإستخدام نسبة قسمة النطاق ٦/٥ و ١١/٨ لـ Landsat-٨ و Sentinel-٢ لكل منهما على التوالي، واكاسيد الحديد باستخدام نسبة النطاق ٢/٤ لكل منهما وفقا لـ (**Sekandari et al., 2020**)، إلا أننا لم نحصل على النتائج المرجوة لان المنطقة تخلو عموما من أكاسيد الحديد، كما أن تكشفات الدولومايت تكاد تكون معدومة في منطقة الدراسة. فيما تُشير إمكانية إستخدام طريقة PCA لـ Landsat-٨ و Sentinel-٢ إلى إمكانية كبيرة لتوضيح أماكن إنتشار تكشفات وتموضع

الصخور الاقتصادية في المنطقة، والتي يمكن ان تكون اكثر وضوحا من طرائق أخرى، وكما موضح في خريطة(٩).

يتضح من المرئيات في خريطة (٩) ان هذه الطريقة لها اهمية واضحة في هذا المجال وقد تُعطي خرائط أكثر دقة ووضوح في هذا المجال .

٢.٦. التحقق من التوزيع المكاني للمناطق ذات التوقعات العالية لتكشفات الصخور المهمة إقتصادياً :

أجري استطلاع ميداني للتحقق من حدوث مناطق التغيير والمواقع المحتملة العالية لتمعدنات الكلس و الجبس والاطيان في منطقة الدراسة. إذ أجري مسح ميداني باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) لتقدير الدقة الكلية لتقنيات معالجة الصور، وقد جرى التقاط العديد من الصور الميدانية لتسجيل الموقع والاتصال وخصائص مناطق التغيير والوحدات الصخرية. كذلك جمعت عينات الصخور في أجزاء عدة من مناطق الدراسة ومناطق الاحتمالية العالية لتواجد المعادن الاقتصادية لأجل إجراء عمليات التحليل المختبري والتأكد من النتائج بدقة عالية، وهو ما يمكن توضيحه في أدناه :

١.٢.٦. العينات ومواضعها في المنطقة :

مجمل العينات البالغ عددها (٨) توزعت ضمن المناطق الأكثر احتمالية لتكشفات الصخور ذات التمعدنات المهمة صناعيا ، كما موضح في خريطة (١٠).

خريطة(١٠) مواقع العينات في منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادا على بيانات برنامج **Arc GIS** ١٠.٨

فيما يوضح الجدول (٤) إحداثيات مواضع العينات التي جرى الحصول عليها ميدانياً في منطقة الدراسة .

الجدول (٤) إحداثيات عينات منطقة الدراسة

رقم العينة	مكانها في المنطقة (الإحداثيات)
1	**31 32 43 N** **44 35 41 E**
2	**31 34 54 N** **44 33 47 E**
3	**31 31 30 N** **44 36 19 E**
4	**31 29 18 N** **44 34 21 E**
5	**31 28 37 N** **44 31 57 E**
6	**31 23 50 N** **44 48 32 E**
7	**31 47 24 N** **44 34 41 E**
8	**31 47 15 N** **44 34 45 E**

المصدر: المسح الميداني

٢.٢.٦. التحليل المختبري للعينات :

اجريت عمليات تحليل العينات باستخدام جهاز Fe -Sem microscopy الموجود في كلية العلوم – قسم البيئة في جامعة القادسية، لاجل تحديد نوعية العينات الصخرية بالإضافة الى تحديد نسب تركز العناصر التي تعطيها الأهمية الاقتصادية في الصناعات الإنشائية المختلفة . لقد تبين من خلال هذه العملية أن معظم العينات التي جرى استحصالها من المنطقة اعتماداً على تحليل المرئيات الفضائية تتمثل بـ (الكلس ، الجبس و الرمال ذات النوعية الجيدة)، كما موضح في الجدول (٥)، شكل (١١، ١٢).

جدول (٥)

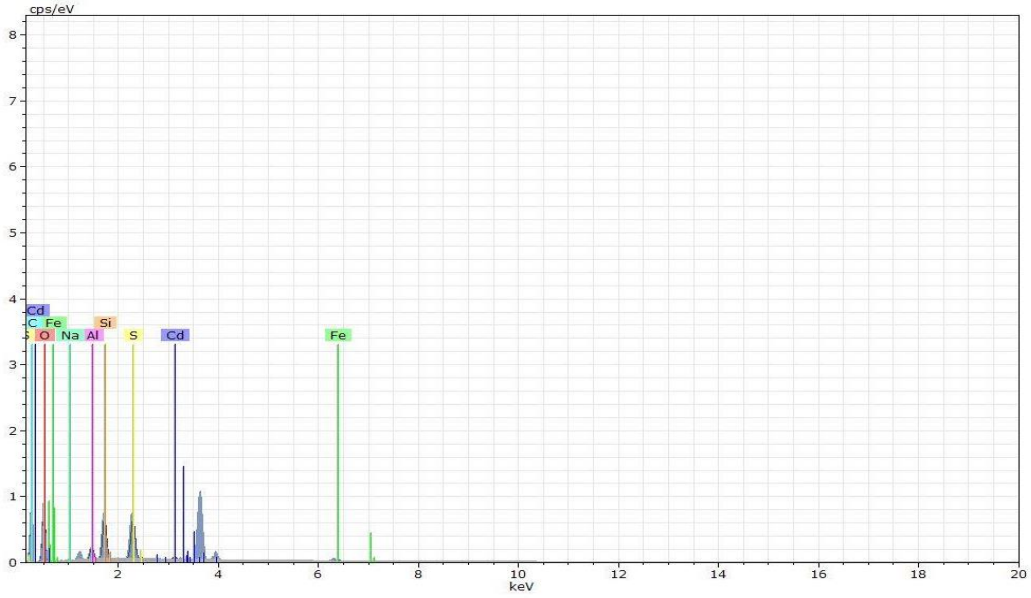
نتائج فحص نسبة العناصر في العينات باستخدام جهاز **Fe –Sem microscopy**

تسلسل العينة	الكاربون C %	الكالسيوم Ca %	الكبريت S %	الاوكسجين O %	السليكون Si %	الصوديوم Na %	الحديد Fe %	الالمنيوم Al %	مجموع نسبة العناصر من الحجم الكلي للعينة %
1	43.98	5.79	0.04	44.61	3.46	0.37	0.27	0.97	99.49
2	22.09	4.03	10.29	60.05	0.73	0.35	0	0.12	97.66
3	49.84	0.53	3.88	43.41	0.61	0	0.03	0.14	98.44
4	35.03	2.29	6.01	54.79	0.62	0.09	0	0.2	99.03
5	50.06	2.24	1.28	43.07	1.63	0.2	0.1	0.59	99.17
6	54.93	2.07	1.7	39.88	0.84	0.25	0.04	0.26	99.97
7	10.64	1.47	0.36	58.26	16.44	5.09	0.33	6.63	99.22
8	51.35	3.49	0.02	42.75	0.83	0.36	0.03	0.29	99.12

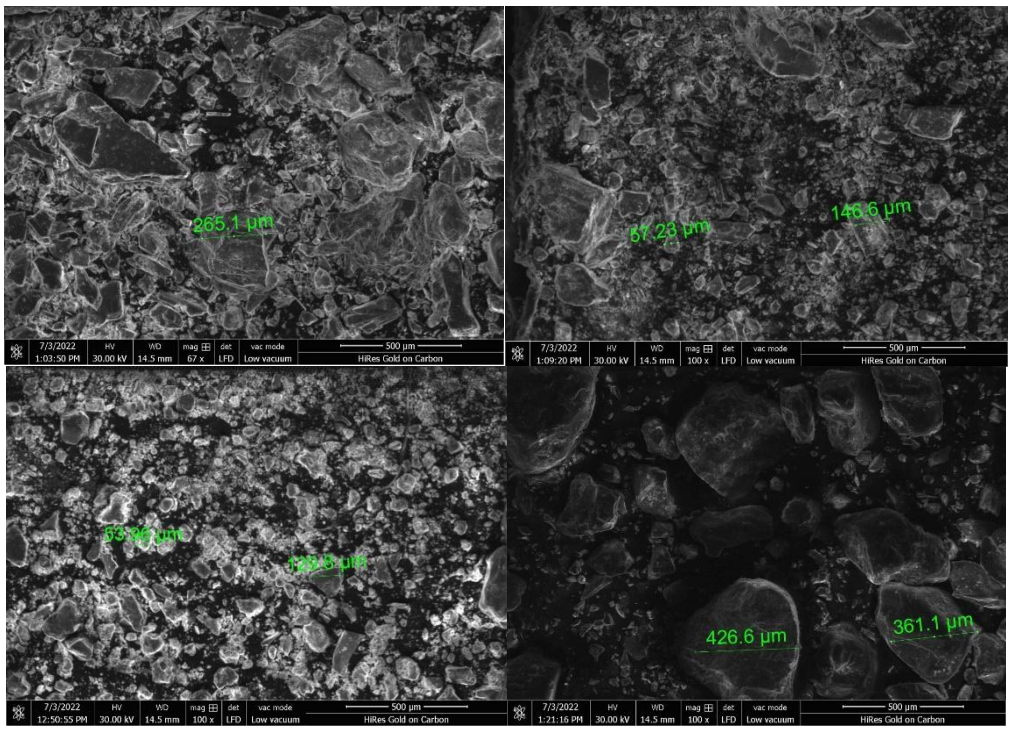
المصدر : عمل الباحثين بواسطة المسح الميداني و تحليل العينات بإستخدام جهاز **Fe -Sem microscopy**

الشكل (١١) المخطط البياني لتحليل العناصر للعينات بإستخدام جهاز

Fe –Sem microscopy



الشكل(١٢) صور ميكروسكوبية بجهاز **Fe -Sem microscopy** تبين أحجام حبيبات العينات الصخرية المختلفة



وقد اتضح بأن العينات (٢، ٣، ٤) تمثل ترسبات الجبس الإقتصادية (كبريتات الكالسيوم المائية **$CaSO_4.2H_2O$**) التي تتراوح نسبة الكبريتات فيها من **47.29** إلى **70.34 %** من جملة مكونات العينة. فيما بلغت نسبة الكالسيوم فيها **4.03 % – 0.53**، وكل هذه العينات تقع ضمن الحدود الإدارية لقضاء الشنافية في الجزء الواقع منها غرب نهر

الفرات. إن تكوينات الجبس هذه يتراوح سمكها بين ٢ – ٥ متر كما موضح في الصورة (١) وقد تعرضت للاستغلال الاقتصادي غير المنظم من جانب بعض سكان المنطقة عبر إنشاء المقالع السطحية (الصورة ٢) وإرسال ما ينتج عنها إلى المعامل الإنشائية في محافظة النجف الاشرف وغيرها لإنتاج مادة (الجص – النورة)، وهي من ثم مؤهلة إقتصادياً لإنشاء معامل إنتاج الجص او النورة .

صورة (١) تكشفات ترسبات الجبس في منطقة الدراسة – غرب ناحية الشنافية

المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/٦/٢٠

الصورة (٢)

المقالع السطحية (الأهلية) لتعدين الصخور الجبسية و السبيس غرب ناحية الشنافية

المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/٦/٢٠

ولا يخفى فإن هذه المناطق من الصحراء الجنوبية العُراقية تكون غنية بترسبات اقتصادية أخرى يمكن العثور عليها بعد القيام باستغلال الطبقات السطحية، فمثلا يوجد تحت الطبقات الجبسية في المنطقة طبقات رسوبية لمادة السبيس الاحمر، الجلمود مختلف الأحجام، المكتلات الصخرية ذات الحصى الناعم Conglomerate ، فضلاً عن الحصى والرمال وغيرها من المواد الإقتصادية المهمة جدا في الصناعات الإنشائية ، كما موضح في الصورة (٣) .

الصورة (٣) طبقات السبيس المختلط بالحصى الناعم (البحص) التي تظهر أسفل طبقات الجبس في غرب ناحية الشنافية

المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/٦/٢٠

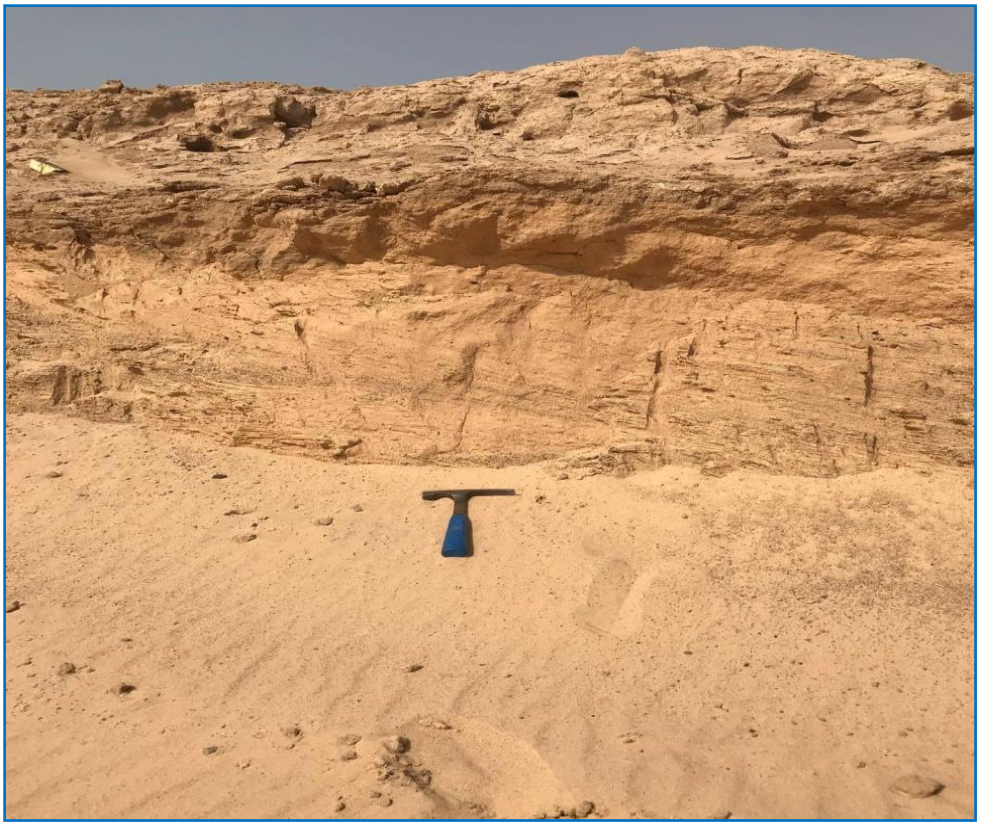
فيما كانت نتائج تحليل العينات (١، ٥، ٦، ٨) تُشير الى كونها تمثل حجر الكلس ذا محتوى الكالسيوم المرتفع (كما موضح في جدول (٥)، أيضاً جرى التأكد منها ميدانياً باختبارها تحت تأثير حامض الهيدروكلوريك المخفف HCl الذي اكد لنا بان هذه العينات تمثل صخور الكلس. عموماً تبلغ سماكة الطبقات الصخرية الكلسية هذه من ٢ – ٤ متر في منطقة الدراسة كما موضح في الصورة (٤)، وهي تظهر في الأجزاء التابعة لقضائي الشنافية وغماس. ولا يخفى فإن هذه الطبقات الكلسية تتجلس فوق طبقات أخرى من الترسبات الاقتصادية المهمة مختلفة الأنواع والاستخدامات .

الصورة (٤) تكشفات صخور الكلس غرب الشنافية – موقع العينة رقم ٥

المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/٦/٢٠

فيما مثلت العينة (٧) الرمال ذات المحتوى السليكاتي العالي والتي تصلح للكثير من الصناعات الإنشائية المهمة في العُراق، علماً بأنها كانت متجلسة تحت طبقةٍ سميكة من صخور الجبس في منطقة غرب غماس وقد استغلت بعد استنفاذ معظم الطبقة الصخرية السطحية – الجبسية التي كانت تقبع فوقها، صورة (٥).

صورة (٥) طبقات الرمال السليكاتية في مقالع الرمل – غرب ناحية غماس



المصدر : الدراسة الميدانية بتاريخ ٢٠٢٢/٦/٢٠

٧ .الصناعات الانشائية المقترحة في محافظة القادسية وفقاً لنتائج المسح الجغرافي – الجيولوجي :

تقع محافظة القادسية في منطقة الفرات الاوسط وتتوسط محافظتي المثنى والنجف غرباً وبابل شمالاً، فيما تحدها واسط من الشرق وذي قار فضلاً عن المثنى ايضاً من الجنوب. لقد اتضح من خلال المسح المعتمد على بيانات المرئيات الفضائية اختلاف أطيافها، بأن أجزاء كبيرة من المحافظة تحتوي على كميات كبيرة من المواد المعدنية المهمة اقتصاديا والتي يمكن ان تدخل في جملة من الصناعات الاقتصادية – الإنشائية مثل حجر الكلس، الجبس الثانوي، الاطيان المعدنية، الحصى والرمال، وقد بينا هذه المواقع من خلال عمليات التحليل للمرئيات الفضائية والتي ظهرت على شكل خرائط حديثة لهذه المواقع في المحافظة، وبالتالي امكانية استثمارها بشكل اقتصادي في العديد من الصناعات التحويلية التي تخلو منها المحافظة. وسوف نحدد الصناعات الانشائية الملائم إقامتها في جهات المحافظة المختلفة بحسب توفر المواد الأولية وبحسب الاقضية وكما يأتي

١.٧. الصناعات الانشائية المقترح إقامتها بالقرب من مدن الديوانية، الدغارة، الشامية، الحمزة، عفك، آل بدير، الشافعية، السدير و السنية :

تقع جميع هذه المدن ضمن الجزء الجيومورفولوجي المتمثل بالسهل الرسوبي العُراقي، وبحسب تحليل بيانات المرئيات الفضائية الأقمار الصناعية المختلفة (كما في خارطة ٤، ٧، ٨، ٩) بأن هذه الأجزاء من المحافظة تصلح لإقامة العديد من معامل إنتاج الطابوق نظراً لوجود الاطيان المعدنية الملائمة لقيام هذه الصناعة المهمة، عوضاً عن إستيراد الطابوق من الخارج .ولاسيما أن متطلبات هذه الصناعة من المادة الأولية والأيدي العاملة الماهرة وتراكم المعرفة الفنية متوفرة في المحافظة وما جاورها وهو الأمر الذي يمكن أن يكون عاملاً مهماً في تذليل العقبات الفنية – البشرية بعد معرفتنا بتوفر المادة الأولية كما موضح في خريطة (٤) والخريطة (١٣). كذلك فيمكن ايضاً إقامة معمل كبير لإنتاج الشتايكر والبلوك الفني الحديث في المنطقة الصناعية لهذه المدن مستفيدة من الخبرة المتراكمة بالعملية الانتاجية في مدينة الديوانية، لاسيما في المنطقة الصناعية من القطاع الخاص ، والعمل بمبدأ الحصول على المواد الأولية المحلية رخيصة الثمن من قضائي الحمزة والشامية، لضمان توفرها بأسعار مناسبة من جهة ولكون المنتج سيصبح اقتصادياً من جهة اخرى. كذلك تشير عمليات تحليل بيانات المرئيات الفضائية الى وجود تكشف يمثل طبقة من الجبس الثانوي الواقعة بنحو ١٢ كم غرب مدينة الحمزة الشرقي، وبمساحة تكشف سطحي تقرب من ٣ كم^2 من الممكن أن تصلح لقيام معمل للجص أو صناعات أخرى تعتمد على الجبس. ولا يخفى فإن سكان هذه المدن يشكلون ما نسبته نحو أكثر من (٧٧%) من جملة سكان المحافظة (جمهورية العُراق، وزارة الصناعة والمعادن، ٢٠١٧)

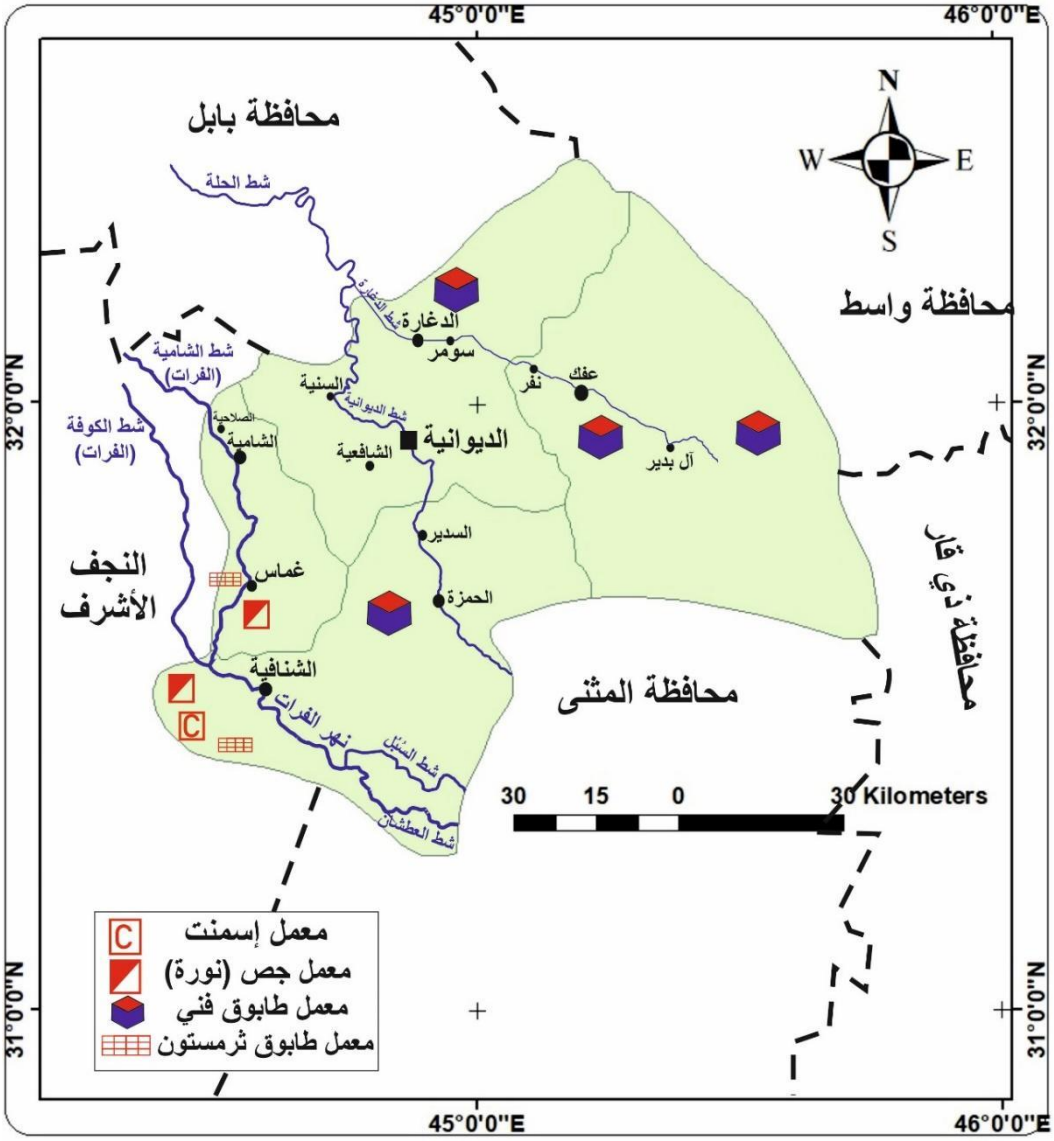
٢.٩. الصناعات الانشائية المُقترح إقامتها في ناحية الشنافية :

نتيجة مباشرة لعمليات التحليل الإلكتروني للمرئيات الفضائية المختلفة، فضلا عن التأكد من نتائج هذا التحليل ميدانيا مع التحليل المختبري، فقد اتضح لنا بأن الأجزاء الواقعة إدارياً ضمن ناحية الشنافية لاسيما تلك الواقعة منها غرب نهر الفرات (ضمن الرصيف الصحراوي جيومورفولوجياً)، تشكل الجزء الاغنى بالتكوينات الصخرية الحاوية على التمعدنات الاقتصادية المهمة جدا لقيام صناعات (الاسمنت، الجص، طابوق الثرمستون، البلاط الأرضي وغيرها من الصناعات الإنشائية المهمة) خريطة (١٣)، نظراً لوجود طبقات صخرية سميكة من (حجر الكلس، الجبس، الرمال، الحصى بمختلف احجامه وغير ذلك). بالنتيجة فإن وجود مصفى نفط الديوانية (في الشنافية) وإنشاء معمل للإسمنت في الناحية، سيؤدي إلى إيجاد ارتباط بعلاقات الإنتاج الصناعي الذي يعمل على إحداث التكامل الصناعي الأمر الذي سينعكس بدوره على جعل ناحية الشنافية منطقة جاذبة للسكان بدلاً

من كونها طاردةً لابنائها حالياً. إن هذا التكامل سيخلق بيئة ملائمة لتشغيل أعداد كبيرة من الايدي العاملة، لاسيما وان الناحية تخلو من هذه الصناعات وإن المواد المعدنية الخام المستخرجة منها تذهب لرفد الصناعات الانشائية في المحافظات المجاورة. كذلك فمن الممكن إقامة معامل لإنتاج بلاطات الأرضيات (الكاشي والموزائيك) والشتايكر والبلوك الفني الحديث والكتل الخرسانية في ناحية الشنافية، قرب معمل الاسمنت المقترح نظرا لوجود هذا المورد المعدني، ولضمان الحصول عليه في العمليات الإنتاجية بشكل اقتصادي ، فضلا عن عن ان منطقة الدراسة تعد سوق واسع يستوعب تلك المنتجات سواء في الناحية او في مناطق مختلفة من المحافظة وخارجها .

خريطة (١٣)

المواقع المقترحة للصناعات الإنشائية في محافظة القادسية وفقاً لتوفر المواد الأولية



مصدر الخريطة : جمهورية العُراق، الهيأة العامة للمساحة، خارطة محافظة القادسية الإدارية بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠ ، بغداد، ١٩٩٧ .

٣.٩. الصناعات الانشائية المُقترح إقامتها في غماس:

نظرا لتوفر المواد الاولية اللازمة لإقامة معمل كبير لصناعة الجص في ناحية غماس نتيجة توفر كميات كبيرة من مادة الجبس الثانوي الصالح لهذه الصناعة، والذي يمكن استثماره مع الإمكانات الجغرافية المتاحة الاخرى من الايدي العاملة وطرق النقل والسوق والطاقة الكهربائية ، لاسيما أن الموقع الصناعي المناسب للاستثمار يتحدد من وجهة نظر المخطط الإقليمي في ضوء المقومات الجغرافية المتاحة الاقتصادية والبشرية في ذلك الموقع، والاثنتان متوافرتان في هذه الناحية. كذلك فيمكن إقامة معمل لصناعة طابوق الثرمستون في ناحية غماس، نظراً لوجود الترسبات حديثة التكوين من الجبس الثانوي والتي يمكن استثمارها مع باقي المقومات الجغرافية الاخرى ومن ثم يمكن تحقيق تنمية صناعية لناحية غماس من خلال إدخال الماكنة الحديثة في عملية الإنتاج وتشغيل عدد كبير من الأيدي العاملة وتحفيز حركة النشاط الاقتصادي لبقية الصناعات الانشائية الاخرى، خريطة(١٣) .

٨. الاستنتاجات :

- تعد عمليات الكشف عن المعادن ذات الجدوى الاقتصادية باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد RS وتطبيقاته (ArcGIS)، عملية مهمة جدا نظرا لسهولة التعامل مع بياناتها وتكلفتها المادية البسيط، مقارنةً بعمليات المسح القديمة.
- إن لكل بيانات رقمية خاصة بمستشعر قمر صناعي معين ميزات مختلفة قد تكون إيجابية بشدة عند الكشف عن معدن ما واحياناً تكون ضعيفة مع المعدن نفسه ؛ولكن باستخدام بيانات مستشعر قمر صناعي آخر، وكل ذلك يعتمد من ثم على الطول الموجي الذي تستخدمه تلك الأقمار ومدى تطور أجهزتها .
- تعد عملية قسمة الحزم فعالة في الكشف عن العديد من الموارد الطبيعية ذات الجدوى الإقتصادية وعلى نطاق إقليمي واسع، فضلاً عن أهميتها في توضيح طريقة توزيع وانتشار النباتات، المسطحات المائية العذبة وغيرها ... الخ. والأمر نفسه ينطبق على طريقة جمع الحزم ايضاً ولكن للكشف عن معادن اقتصادية معينة .
- إن عملية تحليل البيانات بواسطة استخدام طريقة تحليل المكونات الرئيسة PCA ، يمكن أن يكون اكثر وضوحاً من طريقة قسمة الحزم او جمع الحزم بالنسبة لتكشفات معدنية معينة، مع الأخذ بالحسبان الحاجة إلى مجهودٍ أكبر .
- أثبتت مرئيات القمر الصناعي Sentinel-٢ بانها اكثر وضوحاً في النتائج التي تعطيها من مرئيات Landsat٧,٨ عند عمليات الكشف والتنقيب عن الكربونات، لأنها

تخلو من التشويش والتداخل الشديد مع بقية التكشفات الصخرية المعدنية ذات الاهمية الإقتصادية .

- لكل منطقة من العالم خصائصها الطبيعية التي يمكن أن تؤثر سلباً أو إيجاباً عند إستخدام هذه الوسائل، الأمر الذي يتطلب المطابقة بين نتائج هذه الأدوات والتحليل المختبري للعينات التي يجب استحصالها من المناطق التي أظهرتها لنا عمليات التحليل الرقمية هذه .

٩. التوصيات:

- ضرورة إقامة مصنع للأسمنت ومصنع لإنتاج مادة النورة (الجص) غرب مدينة الشنافية في الجزء التابع جيومورفولوجياً للرصيف الصحراوي، نظراً لتوفر المادة الأولية من جهة مع توفر الأيدي العاملة الشابة من جهةٍ ثانية وباقي الإمكانات الجغرافية الاخرى.
- ينبغي تنظيم عمليات استثمار الموارد الطبيعية المختلفة (الرمال، السبيس، الحصى والجلمود) في ناحية الشنافية، نظرا لوفرتها وجودتها وإمكانية تغطيتها لجزءٍ كبيرٍ من الحاجة إليها داخل العُراق، وهو ما سينعكس بالإيجاب على المدينة وسكانها بالخصوص، والمحافظة عموماً .
- إمكانية إنشاء العديد من معامل الطابوق في أجزاء عدة من المحافظة خارطة (١٣)، نظراً لتوفر المادة الأولية واليد العاملة النشطة اقتصاديا، الأمر الذي سيُحقق مردودات اقتصادية واجتماعية كبيرة جداً.
- إقامة معامل لإنتاج الكاشي والموزائيك والشتايكر والبلوك الفني الحديث والكتل الخرسانية في ناحية الشنافية، قرب معمل الاسمنت المقترح نظراً لوجود هذا المورد المعدني ولضمان الحصول عليه في العمليات الإنتاجية بشكل اقتصادي ، فضلا عن عن إن منطقة الدراسة تُعد سوقاً واسعاً يستوعب تلك المنتجات سواءً على صعيد الناحية او في مناطق مختلفة من المحافظة.

شكر وتقدير

لاشك إن الباحثين يتوجهان بالشكر الجزيل والامتنان للأخ الخلوق (حارث عبدالخالق العبدلي) ولعائلته الكريمة، وهو أحد خريجي قسم الجغرافية – كلية الآداب \ جامعة القادسية ومن سكنة مدينة الشنافية، والشكر موصول ايضاً للأخ (كاظم الشافعي – دليلنا في الصحراء)، وإلى كل من مد يد العون في إنجاز هذا البحث .

المصادر:

١- آمال مدحت عبدالقادر و أرسلان أحمد الجاف، المعالجة الرقمية لمرئيات لاندسات لتعيين ترسبات الحديد و الأطيان في مواقع مختارة من الصحراء الغربية–العراق، (٢٠٠٩). المجلة العراقية للعلوم، المجلد ٥٠ العدد ٤، جامعة بغداد – العراق، ص ٥١٩ – ٥٣٢. [Google Scholar]

٢- جمهورية العُراق، الهيأة العامة للمساحة، خارطة العراق الادارية بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ ، بغداد، العُراق لسنة ٢٠٠٩ .

٣- جمهورية العُراق، الهيأة العامة للمساحة، خارطة محافظة القادسية الإدارية بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠ ، بغداد، ١٩٩٧ .

٤- جمهورية العُراق، وزارة الصناعة والمعادن، هيأة المسح الجيولوجي العراقية، تقرير قسم الإستثمار، ٢٠١٧.

٥- الغريري، احمد سعيد ياسين، الخصائص الجيومورفولوجية لنهر الفرات وفرعيه الرئيسين العطشان والسُبُل بين الشنافية والسماوة، رسالة ماجستير ، كلية الآداب – جامعة بغداد، بغداد، العراق، ٢٠٠٠ للميلاد، ص١٦٢ [Google Scholar]

٦- محمد عبد المحسن العزاوي، & أرسلان احمد الجاف، (٢٠١٠). مكاملة نظم المعلومات الجغرافية مع مرئيات التحسس النائي لتحديد الشواهد المعدنية في منطقة حلبجة، شمال شرق العراق. [Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 6(1). IASJ]

7- Abdul-Qadir, A. M., & Al-Jaf, A. A. (2009). Digital processing of Landsat images to detect iron and kaolin deposits in selected sites in the Western Desert of Iraq. Iraqi J. Sci. (Baghdad Univ., Baghdad, Iraq), 50(4), 519-532. [Google Scholar]

8- Al-Gurairy Ahmad S.Y., 2000. The Geomorphological Characteristics of the Stream of Euphrates River and Tow Branches Al-Atshan and Al-Sebil Between Al-Shannafia and Al-Samawa, College of Arts – University of Baghdad, Baghdad, Iraq, p.162. [Google Scholar]

9- Al-Mubarak, M.A. and Amin, R.M., 1983. Report on the regional geological mapping of the eastern part of the Western Desert and western part of the Southern Desert. GEOSURV, int. rep. no. 1380. [Google Scholar]

10- Bolouki, S. M., Ramazi, H. R., Maghsoudi, A., Beiranvand Pour, A., & Sohrabi, G. (2019). A remote sensing-based application of Bayesian networks for epithermal gold potential mapping in Ahar-Arasbaran Area, NW Iran. Remote Sensing, 12(1), 105. [Google Scholar]

11- Clark, R. N., & Rencz, A. N. (1999). Spectroscopy of rocks and minerals, and principles of spectroscopy. Manual of remote sensing, 3(11), 3-58. [Google Scholar]

12-Clark, R.N., Swayze, G.A., Gallagher, A., King, T.V.V. and Calvin, W.M., 1993. The U.S. Geological Survey, Digital Spectral Library: Version 1: 0.2 to 3.0 microns. U.S. Geological Survey, Open File Report 93 – 592, http://speclab.cr.usgs.gov, 1340pp. [Google Scholar]

13-Colby, J. D. (1991). Topographic normalization in rugged terrain. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57(5), 531-537. [Google Scholar]

14-Crosta, A. P., De Souza Filho, C. R., Azevedo, F., & Brodie, C. (2003). Targeting key alteration minerals in epithermal deposits in Patagonia, Argentina, using ASTER imagery and principal component analysis. International Journal of Remote sensing, 24(21), 4233-4240. [Google Scholar]

15-Crowley, J. K., Brickey, D. W., & Rowan, L. C. (1989). Airborne imaging spectrometer data of the Ruby Mountains, Montana: mineral discrimination using relative absorption band-depth images. Remote Sensing of Environment, 29(2), 121-134. [Google Scholar]

16-Di Tommaso, I., & Rubinstein, N. (2007). Hydrothermal alteration mapping using ASTER data in the Infiernillo porphyry deposit, Argentina. Ore Geology Reviews, 32(1-2), 275-290. [Google Scholar]

17-Hunt, G. R. (1977). Spectral signatures of particulate minerals in the visible and near infrared. Geophysics, 42(3), 501-513. [Google Scholar]

18-Hunt, G. R., & Ashley, R. P. (1979). Spectra of altered rocks in the visible and near infrared. Economic Geology, 74(7), 1613-1629. [Google Scholar]

19-Jassim Rafa'a Z. and Al-Jiburi Buthaina S. Mohammed., 2009. STRATIGRAPHY of Iraqi Southern Desert, Iraqi Bull. Geol. Min. Special Issue, p. 53-76. [Google Scholar]

20-Khiry, M.A., 2007. Spectral Mixture Analysis for Monitoring and Mapping desertification processes in Semi-arid area in North Kordofan State, Sudan. Ph.D. Thesis, Univ. of Dresden, Germany, 126pp. [Google Scholar]

21-Lima, T. A., Beuchle, R., Langner, A., Grecchi, R. C., Griess, V. C., & Achard, F. (2019). Comparing Sentinel-2 MSI and Landsat 8 OLI imagery for monitoring selective logging in the Brazilian Amazon. Remote Sensing, 11(8), 961. [Google Scholar]

22-Loughlin, W. P. (1991). Principal component analysis for alteration mapping. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57(9), 1163-1169. [Google Scholar]

23-Mars, J. C., & Rowan, L. C. (2006). Regional mapping of phyllic-and argillic-altered rocks in the Zagros magmatic arc, Iran, using Advanced

Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data and logical operator algorithms. Geosphere, 2(3), 161-186. [Google Scholar]

24- Mars, J. C., & Rowan, L. C. (2011). ASTER spectral analysis and lithologic mapping of the Khanneshin carbonatite volcano, Afghanistan. Geosphere, 7(1), 276-289. [Google Scholar]

25- Ninomiya, Y., & Fu, B. (2019). Thermal infrared multispectral remote sensing of lithology and mineralogy based on spectral properties of materials. Ore Geology Reviews, 108, 54-72. [Google Scholar]

26- Noori, L., Pour, A. B., Askari, G., Taghipour, N., Pradhan, B., Lee, C. W., & Honarmand, M. (2019). Comparison of different algorithms to map hydrothermal alteration zones using ASTER remote sensing data for polymetallic vein-type ore exploration: Toroud–Chahshirin Magmatic Belt (TCMB), North Iran. Remote Sensing, 11(5), 495. [Google Scholar]

27- Ott, N., Kollersberger, T. and Tassara, A., 2006. GIS analyses and favorability mapping of optimized satellite data in northern Chile to improve exploration for copper mineral deposits. Geological Society of America Geosphere, Vol.2, No.4, p. 236 – 252. http://geosphere.geoscienceworld.org/cgi/content/abstract/2/4/236. [Google Scholar]

28- Pour, A. B., & Hashim, M. (2012). The application of ASTER remote sensing data to porphyry copper and epithermal gold deposits. Ore geology reviews, 44, 1-9. [Google Scholar]

29- Pour, A. B., Park, Y., Park, T. Y. S., Hong, J. K., Hashim, M., Woo, J., & Ayoobi, I. (2018). Regional geology mapping using satellite-based remote sensing approach in Northern Victoria Land, Antarctica. Polar Science, 16, 23-46. [Google Scholar]

30- Sekandari, M., Masoumi, I., Beiranvand Pour, A., M Muslim, A., Rahmani, O., Hashim, M., ... & Aminpour, S. M. (2020). Application of Landsat-8, Sentinel-2, ASTER and WorldView-3 spectral imagery for exploration of carbonate-hosted Pb-Zn deposits in the Central Iranian Terrane (CIT). Remote Sensing, 12(8), 1239. [Google Scholar]

31- Sheikhrahimi, A., Pour, A. B., Pradhan, B., & Zoheir, B. (2019). Mapping hydrothermal alteration zones and lineaments associated with orogenic gold mineralization using ASTER data: A case study from the Sanandaj-Sirjan Zone, Iran. Advances in Space Research, 63(10), 3315-3332.[Google Scholar]

32- Singh, A., & Harrison, A. (1985). Standardized principal components. International journal of remote sensing, 6(6), 883-896. [Google Scholar]

33- Sissakian Varoujan K. and Mohammed Buthaina S., 2007. STRATIGRAPHY of Iraqi Western Desert, Iraqi Bull. Geol. Min. Special Issue, p. 51-124. [Google Scholar]

34- Sissakian, V.K., 2000. Geological Map of Iraq, 3rd edition, scale 1: 1 000 000, GEOSURV, Baghdad, Iraq. [Google Scholar]

35- Xu, Y., Meng, P., & Chen, J. (2019). Study on clues for gold prospecting in the Maizijing-Shulonggou area, Ningxia Hui autonomous region, China, using ALI, ASTER and WorldView-2 imagery. Journal of Visual Communication and Image Representation, 60, 192-205. [Google Scholar]