



## Journal of Education for Humanities

A peer-reviewed quarterly scientific journal issued by College of Education for Humanities / University of Mosul



# Spectral and topographic detection of snow cover in the area of Kere Shish Mountain - Duhok Governorate using RS-GIS

Ali Majeed Yasseen

Dhi Qar University / College of Arts / Department of Geography / Dhi Qar , Iraq

### Article information

Received : 15/12/2024

Accepted: 15/2/2025

Published 10/7/2025

### Keywords

Normalized Difference Snow Index (NDSI), Topographic Wetness Index (TWI), Valley flow system GEOGloWS ECMWF, Water Harvesting.

### Correspondence:

Ali Majeed Yasseen  
[alimajeed@utq.edu.iq](mailto:alimajeed@utq.edu.iq)

### Abstract

The fluctuation of snow and the low supply of safe water for human settlements are a direct reason for revealing the preferred sites for implementing snowmelt water harvesting projects using the Normalized Snow Index (NDSI) and the Topographic Wetness Index (TWI), as well as 3-hour water flow forecasts provided by the European Centre for Medium-Range Weather Forecasting for the GEOGloWS ECMWF Stream flow System. The research aims to develop water resources in northern Iraq based on the Arc Map program to identify the preferred sites for implementing water harvesting technology to manage the supply of safe water. To implement this, the Normalized Difference Snow Index (NDSI) was used to analyze the spatial and temporal distribution of snow. The Topographic Wetness Index (TWI) water accumulation model will be applied by determining the flow direction layer and the water accumulation areas. The research reached several results, namely determining the snow cover for the period from (27-12-2023 to 13-12-2024), in addition to determining the river network that reached the fourth rank. And extracting the volume of flow in cubic meters and then the places where water from melting snow collects and facilitating the task of making planning decisions to manage the water supply in the study area.

DOI: \*\*\*\*\* , ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## الكشف الطيفي والتضاريسي عن الغطاء الثلجي في منطقة جبل كري شيش-

### محافظة دهوك باستخدام RS- GIS

علي مجيد ياسين

جامعة ذي قار / كلية الاداب- قسم الجغرافية / ذي قار ، العراق

#### معلومات الارشفة

#### الملخص

تاريخ الاستلام : ٢٠٢٤/١٢/١٥

تاريخ القبول : ٢٠٢٥/٢/١٥

تاريخ النشر : ٢٠٢٥/٧/١٠

#### الكلمات المفتاحية :

مؤشر الثلج المعياري (NDSI) ،

مؤشر تجمع المياه (TWI)، نظام

جريان الاودية GEOGIOWS

ECMWF، الحصاد المائي.

#### معلومات الاتصال

علي مجيد ياسين

[alimajeed@utq.edu.iq](mailto:alimajeed@utq.edu.iq)

يعد تذبذب الثلوج وانخفاض تجهيز المياه الامنة للمستوطنات البشرية سبب مباشر في الكشف عن المواقع المفضلة لتنفيذ مشاريع حصاد مياه الثلوج الدائبة باستخدام مؤشر الثلج المعياري (NDSI) و مؤشر تجمع المياه (TWI) Topographic Wetness، فضلا عن توقعات تدفق المياه لمدة ٣ ساعات مقدمة من المركز الأوروبي للتنبؤ بالطقس متوسطة المدى لنظام جريان الاودية GEOGIOWS ECMWF Stream flow System، يهدف البحث الى تنمية الموارد المائية في شمال العراق بالاعتماد على برنامج Arc Map لتحديد المواقع المفضلة لتنفيذ تقانة حصاد المياه لادارة العرض على المياه الامنة ، ولتنفيذ تلك تم استخدام مؤشر الغطاء الثلجي The Normalized Difference Snow Index (NDSI)، لتحليل التوزيع المكاني والزمني للثلوج، وسيتم تطبيق انموذج تجمع المياه Topographic Wetness Index(TWI)، وذلك من خلال تحديد اتجاه جريان المياه Flow Direction layer و مناطق تجمع المياه Flow Accumulation، توصل البحث الى نتائج عدة وهي تحديد الغطاء الثلجي للمدة من (27-12-2023 ولغاية 13-12-2024)، فضلا عن تحديد شبكة المراتب النهرية التي وصلت الى المرتبة الرابعة، واستخراج حجم الجريان بالمتري المكعب الواحد ومن ثم اماكن تجمع المياه الناتجة عن ذوبان الثلوج وتسهيل مهمة اتخاذ القرار التخطيطي لادارة العرض على المياه في منطقة الدراسة.

DOI: \*\*\*\*\*, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

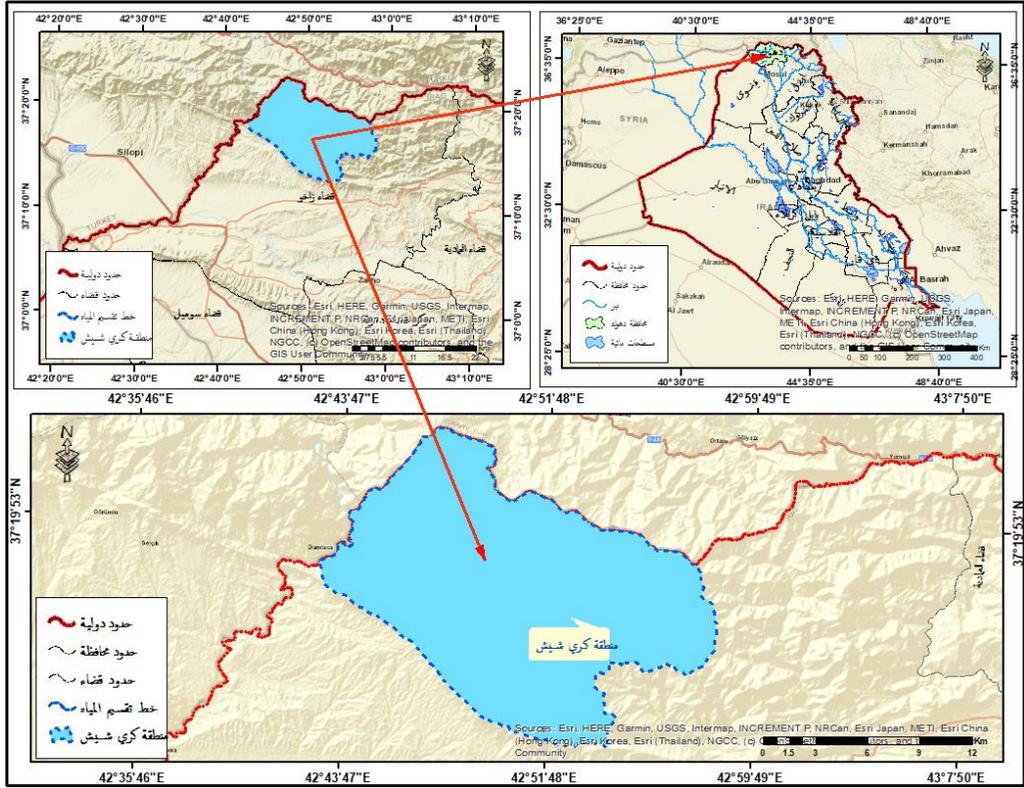
## ١ - المقدمة:

الثلج ظاهرة جوية عالمية شائعة، ومن المعروف أن الثلج يشكل مصدراً قيماً للمياه العذبة في بعض المناطق المرتفعة على سطح الأرض، وبذلك يعد مكوناً مهماً من مكونات الدورة الهيدرولوجية، و يلعب الثلج دوراً مهماً في التأثير على أنظمة الحرارة والتوازن الإشعاعي المحلي والإقليمي وحتى العالمي (Brown, RD 2000) ، تعد مشكلة شح المياه من التحديات الرئيسية التي تواجهها المناطق الجبلية في شمال العراق، لا سيما في منطقة كري شيش التابعة لقضاء زاخو في محافظة دهوك التي تقع بين قوسي طول ( $42^{\circ}58'13'' - 42^{\circ}42'42''$ ) شرقاً و دائرتي عرض ( $37^{\circ}22'55'' - 37^{\circ}12'58''$ ) شمالاً، ينظر الخريطة (١). إذ يُعد الثلج مصدراً مهماً للمياه في هذه المناطق، ولكن يُفقد الكثير من هذه الموارد بسبب عدم وجود أنظمة حصاد فعالة، يهدف هذا البحث إلى دراسة إمكانية استخدام مؤشر الغطاء الثلجي لتحسين حصاد مياه الثلوج الذائبة في المنطقة، وتقديم خيارات عملية لتحقيق الأمن المائي، سيتم استخدام مؤشر الغطاء الثلجي The Normalized Difference Snow Index (NDSI)، لتحليل التوزيع المكاني والزمني للثلوج، وسيتم تطبيق نموذج تجميع المياه Topographic (TWI) Wetness Index، لتحديد المناطق المثلى لتجمعها، هذا البحث يساهم في تعزيز الفهم العلمي لإدارة الموارد المائية في المناطق الجبلية، وتحديد أي من المراتب النهرية في الحوض تشكل المجرى الرئيس ومن ثم استخراج حجم الجريان المتوقع للعمل لتطوير استراتيجيات عملية لمواجهة تحديات شح المياه في شمالي العراق.

## ٢ - طرق العمل:

اعتمدت الدراسة على جمع البيانات المناخية من محطات الارصاد الفضائية من الموقع <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer> ، اما الكشف عن الغطاء الثلجي The Normalized Difference Snow Index (NDSI)، يتم من خلال ايجاد فرق الانعكاس بين الأشعة المرئية (الحمراء الخضراء) والموجات تحت الحمراء القصيرة (SWIR-1)، يتحكم في تباين نطاقين (أحدهما في الأشعة تحت الحمراء قصيرة الموجة والآخر في الأجزاء المرئية من الطيف الاخضر)، وهذا جيد للفصل بين الثلج والسحب (Riggs, G., D. Hall (١٩٩٤)). ينظر الجدول (١ و ٢)،

الخريطة (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر: الباحث بالاعتماد على : جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط، خريطة العراق الادارية ١:١٠٠٠٠٠٠، وخريطة محافظة دهوك الادارية مقياس ١:٢٥٠٠٠٠ ٢٠١٠، بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، انموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map 10.4.1.

تم تحليل البيانات الرقمية لانموذج الارتفاع الرقمي (DEM) من موقع USGS بالولايات المتحدة الأمريكية [www.earthexplorer.usgs.gov](http://www.earthexplorer.usgs.gov) المرئية الرادارية من القمر الصناعي Aster Global DEM، وقبل الشروع بالعمل تم معالجة انموذج الارتفاع الرقمي من خلال مليء الفجوات البيانية من خلال استيراد الملف من برنامج Global Mapper على شكل DEM Raster، ومن ثم استخدام اداة Fill في برنامج Arc Map، و تم تعديل درجة حساسية البرنامج عند اشتقاق مناطق تجميع المياه Flow Accumulation ومن ثم اشتقاق شبكة المراتب النهرية للحوض، كما تم تعديل شبكة المراتب النهرية حسب قانون ستريهلر من خلال دمج عقد المجرى لتوحيد

الكشف الطيفي والتضاريسي عن الغطاء الثلجي في منطقة جبل كروي شيش- محافظة دهوك... (علي مجيد)

الاعداد الحقيقية لكل مرتبة و اشتقاق خط تقسم المياه للحوض لفصله عن الاحواض المجاورة، من اشتقاق مؤشر تجمع المياه Topographic Wetness Index وهو حسب الخطوات الاتي ذكرها:

### مؤشر تجمع المياه (TWI) - Topographic Wetness Index

- انموذج الارتفاع الرقمي DEM .
- اتجاه جريان المياه Flow Direction layer
- مناطق تجمع المياه Flow Accumulation
- درجات الانحدار Slope Layer

المعادلات حسب الاتي ذكره:

$$\text{Slope} = \text{Slope} * 1.570796/90$$

$$\text{Tan\_Slope} = \text{Con}(\text{"slope"} > 0, \text{Tan}(\text{"slope"}), 0.001)$$

$$\text{Scaled} = (\text{FlowAcc} + 1) * \text{Cell size Fa}$$

$$\text{slope) (Scaled/ Tan TWI} = \text{Ln}(\text{Fa}$$

حيث ان: **Tan** - ظل زاوية الانحدار، **Con** - (Constant) - قيمة ثابتة، **Ln** - لوغاريتم

الجدول ( ١ ) الحزم الطيفية اللازمة لاشتقاق مؤشر الغطاء الثلجي NDSI

Wavelength , $\mu\text{m}$	Band information			equation	المتح سس Sensor	satellite القمر الصناعي
طول الموجي $\mu\text{m}$ (نانومتر)	الحزمة الطيفية			المعادلة		
0.525–0.600	الأخضر	green	Band 3	(Band 3 – Band 6) / (Band 3 + Band 6)	OLI	Lands at 8-9
1.560–1.660	الأشعة تحت الحمراء	SWIR-1	Band 6			

قصيرة الموجة					
-----------------	--	--	--	--	--

$$NDSI = (Green - SWIR) / (Green + SWIR)$$

- **Green** = pixel values from the green band      **SWIR** = pixel values from the shortwave infrared band

الجدول (٢) مواصفات بيانات القمر الصناعي لاندسات Landsat 8 OLI

Specifications		Satellite/ Sensor	
Acquisition date		Landsat 8 OLI & TIRS	
30 m (OLI)		Spatial Resolution	
UTM_ZONE = 38- ELLIPSOID = "WGS84"		Data Product	
Band information, m	Wavelength, μm	Resolution, m	Band
Coastal aerosol	0.43–0.45	30	1
Blue	0.45–0.51	30	2
<b>Green</b>	<b>0.53–0.59</b>	<b>30</b>	<b>3</b>
Red	0.64–0.67	30	4
Near Infrared (NIR)	0.85–0.88	30	5
<b>SWIR-1</b>	<b>1.57–1.65</b>	<b>30</b>	<b>6</b>
SWIR-2	2.11–2.29	30	7
Panchromatic	0.50–0.68	15	8
Cirrus	1.36–1.38	30	9
Thermal Infrared (TIRS)-1	10.6–11.19	100	10
Thermal Infrared (TIRS)-2	11.50–12.51	100	11

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على:

Duda B. Balas a\*, Mukesh Kumar Tiwari a, Mukesh Trivedi b and Gautam R. Patel c, Impact of Land Surface Temperature (LST) and Ground Air Temperature (Tair) on Land Use and Land Cover (LULC): An Investigative Study, International Journal of Environment and Climate Change, Volume 13, Issue 10, Page 3117-3130, 2023;

الكشف الطيفي والتضاريسي عن الغطاء الثلجي في منطقة جبل كري شيش- محافظة دهوك... (علي مجيد)

Article no.IJECC.106326, ISSN: 2581-8627, (Past name: British Journal of Environment & Climate Change, Past ISSN: 2231-4784).

### ٣- النتائج والمناقشة

#### ٣-١/ خصائص المناخ:

المناخ الجبلي في شمال العراق، وخاصة في محافظة دهوك، يعتبر من المناطق الحساسة للتغيرات المناخية، الكتل القطبية تعتبر من العوامل الرئيسية التي تؤثر على مناخ المنطقة، واتضح وجود منظومات ضغطية عدة لها دور اساس في تساقط الثلوج منها منخفضات البحر المتوسط واهو اكثر منظومة ضغطية يترافق معها تساقط الثلج، اذ يتشكل ضمن الكتل القطبية، بالاضافة الى المرتفع السيبيري والاوربي، اذ تؤدي الى توغل الكتل القطبية شديدة الرودة من الجهات الشرقية او الجهات الغربية مع حالة المرتفع الاوربي جاسم (٢٠٢٣)iii.

لتحليل المناخ تم الاعتماد على البيانات المناخية من ثلاث نقاط تم استحصالها من محطة الارصاد الفضائية، ينظر الجدول (٣) وتم توزيعها على ثلاث مواقع شملت بيئة جبلية وسهلية، اذ تبين من الجداول (٤،٥،٦)، ان درجات الحرارة المنخفضة للسطح ولطبقة الهواء الملاصقة دون الصفر المئوي ساعدت على تشكل الثلج في منطقة الدراسة، اذ شهد كل من شهر (كانون الاول، كانون الثاني، شباط)، انخفاض في المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة لسطح الارض ودرجات الحرارة العظمى والصغرى، وهو سعد على تجمع الثلوج في منطقة الدراسة فضلا عن تساقط كميات امطار وصل مجموعها السنوي الى (٤٠٧.٦٥/ ملم) في المحطة رقم ٢. ينظر الخرائط (٢، ٣، ٤، ٥، ٦).

الجدول (٣) موقع محطات الرصد الفضائية في منطقة كري شيش

ت	المحطة	قوس الطول	دائرة العرض	الارتفاع عن مستوى سطح البحر/م
١	شرق المنطقة	42.8236	37.3465	٢١٠٥
٢	شمال المنطقة	42.7968	37.3753	١٤٠٠
٣	غرب المنطقة	42.7805	37.3589	٨٠٠

المصدر: الباحث بالاعتماد على: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>.

الجدول (٤) المعدلات الشهرية والسنوية لبعض العناصر المناخية للمدة (٢٠١٣-٢٠٢٤)

المحطة	الشهر	درجة حرارة سطح الارض / م°	درجة الحرارة العظمى / م°	درجة الحرارة الصغرى / م°	درجة الحرارة الاعتيادية / م°	مجموع التساقط / ملم
١	كانون الثاني	-٧.٠٤	٥.٣٧	-٦.٣٧	٢١.٧٣	٩٤.٧٩
	شباط	-٤.٦١	٨.٣١	-٦.٢٢	٢٤.٥٣	٢٥.٣٦
	اذار	١.٠٧	١٢.٨٩	-٩.٠١	٢١.٩	٦٤.١٥
	نيسان	٧.٢٣	١٨.٩	-٣.٧٣	٢٢.٦٤	١٦.١٧
	ايار	١٢.٩٧	٢٥.٢٦	-٢.١٥	٢٣.١١	٤٢.٣٩
	حزيران	١٩.٩٢	٣٢.٣١	٧.٩	٢٤.٤٠	٣.٧٨
	تموز	٢٥.١٥	٣٥.٥٥	١٢.١٨	٢٣.٣٧	٠.٠٥
	اب	٢٤.٨٢	٣٤.٧٣	١٣.٣	٢١.٤٢	٠
	ايلول	١٩.٠٩	٣٠.٩	٧.٤٧	٢٣.٤٩	٠.٨١
	تشرين الاول	١١.١٣	٢٤.٥٥	٠.٨٤	٢٣.٧١	٢٨.٥
	تشرين الثاني	٢.٥٦	١٥.٢١	-٥.٣٨	٢٠.٥	٩٨.٥٢
	كانون الاول	-٣.٨٣	٩.٤٦	-٢.٣٢	٢١.٧٨	٤.٠٩
	المعدل السنوي	٩.٠٤	٢١.١٣	-١.٥٩	٢٢.٧	٣٨٦.٨٣

المصدر: الباحث بالاعتماد على: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>

الجدول (٥) المعدلات الشهرية والسنوية لبعض العناصر المناخية للمدة (٢٠١٣-٢٠٢٤)

المحطة	الشهر	درجة حرارة سطح الارض / م°	درجة الحرارة العظمى / م°	درجة الحرارة الصغرى / م°	درجة الحرارة الاعتيادية / م°	مجموع التساقط / ملم
٢	كانون الثاني	-٠.٩٢	١٠.٤٦	-٩.٣٩	19.85	٦٠.٢٠
	شباط	١.٩٨	١٤.١٤	-٧.٤٦	21.60	٤٩.٨٦
	اذار	٥.٧٦	١٨.١٧	-٣.٨٧	22.04	٦٨.١٠

الكشف الطيفي والتضاريسي عن الغطاء الثلجي في منطقة جبل كروي شيش- محافظة دهوك... (علي مجيد)

٥٨.٦٣	23.93	0.36	٢٤.٣٠	١١.٩	نيسان
٣٣.٤٩	24.26	7.30	٣١.٢٦	١٨.٢٩	ايار
٢.٤٧	24.80	13.57	٣٨.٣٨	٢٦.١٩	حزيران
٠.٠٥	23.03	18.30	٤١.٣٣	٣١.١٧	تموز
٠.١٠	20.71	19.37	٤٠.٠٨	٣٠.٤٢	اب
٣.٧٣	23.35	13.29	٣٦.٦٤	٢٤.٧٨	ايلول
٣١.٧٠	23.9	6.29	٣٠.٢٨	١٦.٥٢	تشرين الاول
٤٣.٢٤	20.71	-0.41	٢٠.٢٩	٧.١٢	تشرين الثاني
٥٦.٠٧	20.69	-6.46	١٤.٢٣	١.٢٥	كانون الاول
٤٠٧.٦٥	٢٢.٤١	٤.٢٤	٢٦.٦٥	١٤.٥٤	المعدل السنوي

المصدر: الباحث بالاعتماد على: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>.

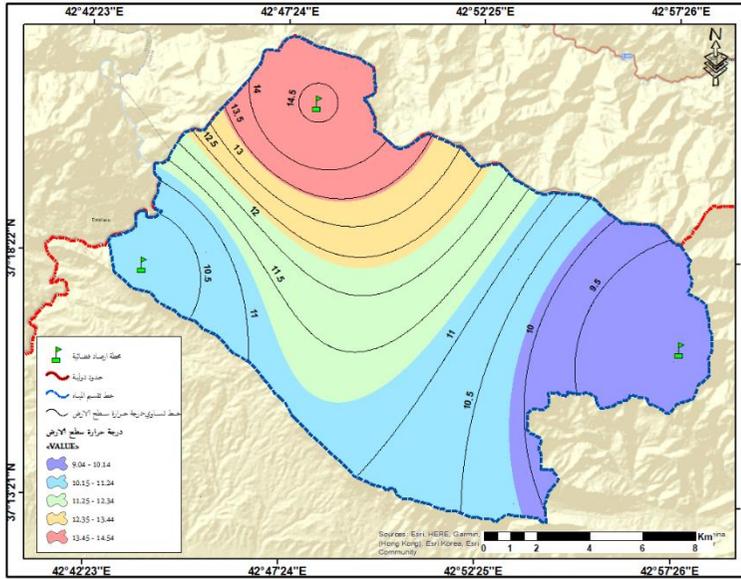
الجدول (٦) المعدلات الشهرية والسنوية لبعض العناصر المناخية للمدة (٢٠١٣-٢٠٢٤)

المحطة	الشهر	درجة حرارة سطح الارض / م°	درجة الحرارة العظمى / م°	درجة الحرارة الصغرى / م°	درجة الحرارة الاعتيادية / م°	مجموع التساقط / ملم
٣	كانون الثاني	-٧.٠٤	٦.٣٧	-٦.٣٧	٢١.٧٣	٩٨.٧٩
	شباط	-٤.٦١	٨.٣١	-٦.٢٢	٢٤.٥٣	٢٩.٣٦
	اذار	٢.٠٤	١٢.٨٩	-٩.٠١	٢١.٩	٦٤.١٥
	نيسان	٧.٢٣	١٨.٩	-٣.٧٣	٢٢.٦٤	٢٠.١٧
	ايار	١٢.٩٧	٢٥.٢٦	٢.١٥	٢٣.١١	٤٢.٣٩
	حزيران	١٩.٩٢	٣٢.٣١	٧.٩	٢٣.٣	٣.٧٨
	تموز	٢٥.١٥	٣٥.٥٥	١٢.١٨	٢٣.٣٧	٠.٥
	اب	٢٤.٨٢	٣٤.٧٣	١٣.٣	٢١.٤٢	٠.٠٢
	ايلول	١٩.٠٩	٣٠.٩	٧.٤٧	٢٣.٤٩	٠.٨١
	تشرين الاول	١١.١٣	٢٤.٥٥	١.٨٤	٢٣.٧١	٢٨.٥

٩٨.٥٢	٢٠.٥	٥.٣٨-	١٥.٢١	٢.٥٦	تشرين الثاني
٤.٠٩	٢١.٧٨	٢.٣٢-	٩.٤٦	٣.٨٣-	كانون الاول
٣٩٩.٥	٢١.٥	١.١	٢٢.٣	١٠.٢	المعدل السنوي

المصدر: الباحث بالاعتماد على: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>.

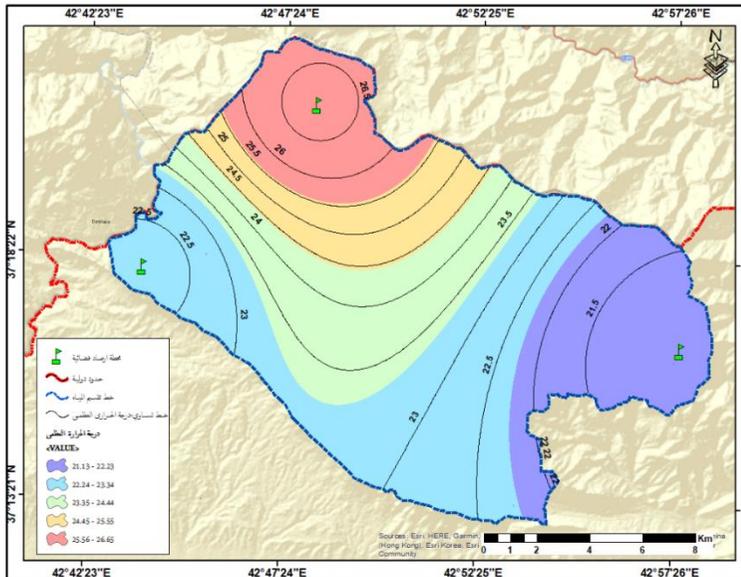
الخريطة (٢) خط تساوي لدرجة حرارة سطح الارض/ °م في منطقة الدراسة



المصدر: الباحث بالاعتماد على: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer> وبرنامج

Arc Map.

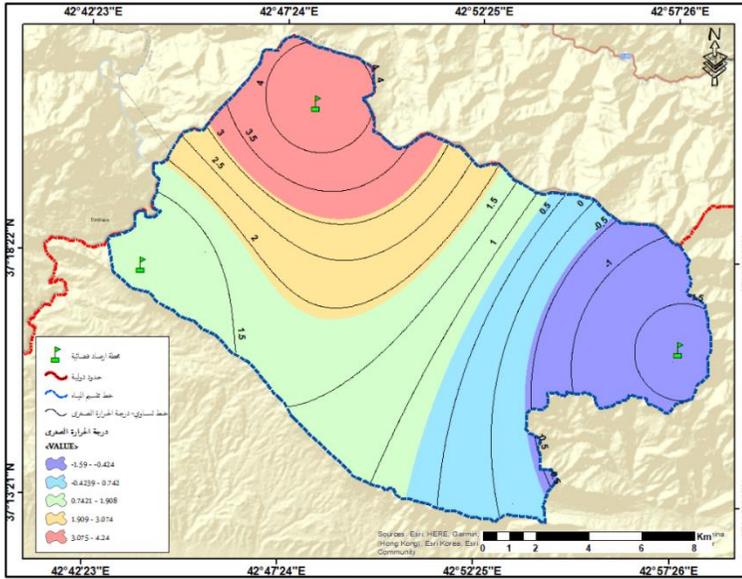
الخريطة (٣) خط تساوي لدرجة الحرارة العظمى/ °م في منطقة الدراسة



الكشف الطيفي والتضاريسي عن الغطاء الثلجي في منطقة جبل كري شيش- محافظة دهوك... (علي مجيد)

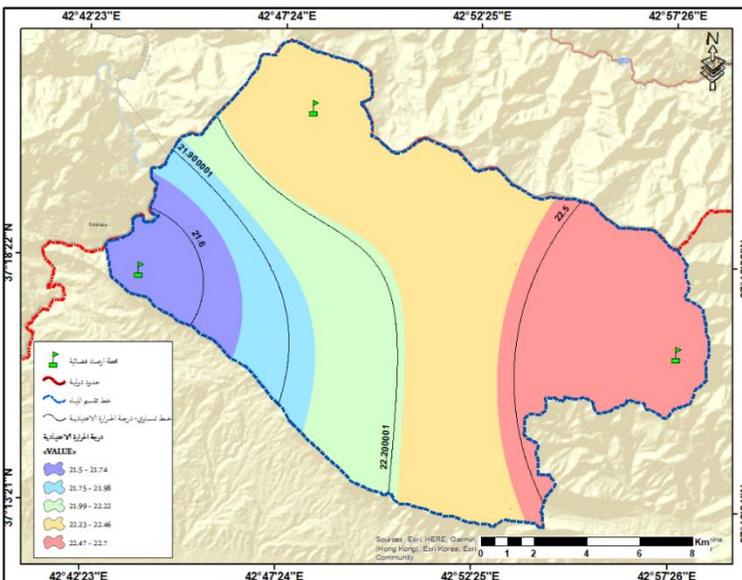
المصدر: الباحث بالاعتماد على: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer> وبرنامج Arc Map.

الخريطة (٤) خط تساوي لدرجة الحرارة الصغرى/ °م في منطقة الدراسة



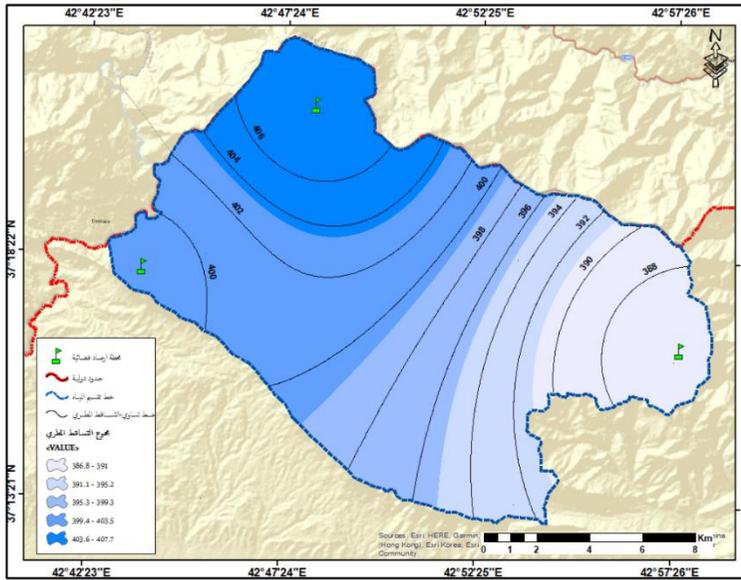
المصدر: الباحث بالاعتماد على: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer> وبرنامج Arc Map.

الخريطة (٥) خط تساوي لدرجة الحرارة الاعتيادية/ °م في منطقة الدراسة



المصدر: الباحث بالاعتماد على: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer> وبرنامج Arc Map.

الخريطة (٦) خط تساوي لمجموع الامطار السنوي/ ملم في منطقة الدراسة



المصدر: الباحث بالاعتماد على: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer> وبرنامج Arc Map.

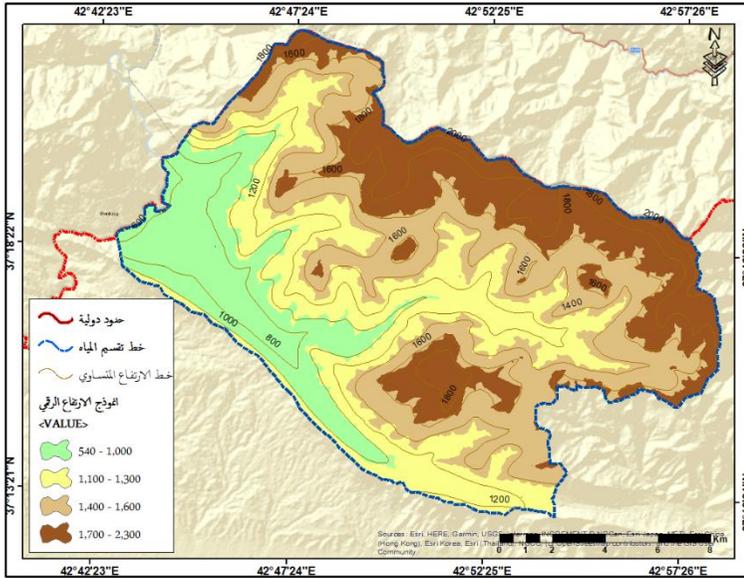
### ٣-٢ / خصائص التضاريس:

موقع المنطقة ضمن التضاريس الجبلية المرتفعة يعمل على رفع الكتل الهوائية ومن ثم تكاثف بخار الماء وتساقط على شكل ثلوج Judah Cohen (١٩٩١)<sup>٤</sup>. يظهر من الخريطة (٧) والجدول (٧)، ان فئة الارتفاع الثالثة (١٤٠٠ - ١٦٠٠ م) والفئة الرابعة (١٧٠٠ - ٢٣٠٠ م)، شغلت اعلى نسبة من مساحة المنطقة وهي (٥٦.٨٪)، عامل الارتفاع هذا يعمل على خلق ظروف مناسبة لبرودة السطح وارتفاع اكنل الهوائية ومن ثم تساقط الثلج، وعند تحليل زاوية او ميل الخط المستقيم للمنحدرات يتبين ان درجات الانحدار لها الاثر الواضح في تحديد اماكن تجمع الثلوج، عادة تشغل المنحدرات الاقل ميلا والتي تكون مستقيمة حتى تتراكم عليها وتتضغط طبقاتها، لوقوعها بين اراض عالية انحدار، يظهر من الخريطة (٨) والجدول (٨)، ان الفئة الاولى (١ - ٢٣ درجة) شغلت

الكشف الطيفي والتضاريسي عن الغطاء الثلجي في منطقة جبل كري شيش- محافظة دهوك... (علي مجيد)

مساحة قدرها ٣٥.٣ كم<sup>٢</sup> ونسبتها ١٥.٦٪ من مساحة المنطقة، هذا مؤشر تضاريسي يبين مدى ملائمة تلك المنحدرات ذات الانحدار المعتدل لتجمع الثلوج فوقها، ومن تحليل عامل شكل المنحدر الذي يعرف بأنه ميل سطح الأرض عن خط الأفق اذ يربط بين نقطتين مختلفتي المنسوب، او بنفس المنسوب مثل السطح المستوي، ويعبر عنه بالدرجة او النسبة المئوية او من خلال التضرس سلامة (٢٠٠٤) <sup>٧</sup>. ينظر الشكل (١).

الخريطة (٧) فئات وخطوط الارتفاعات المتساوية في منطقة الدراسة



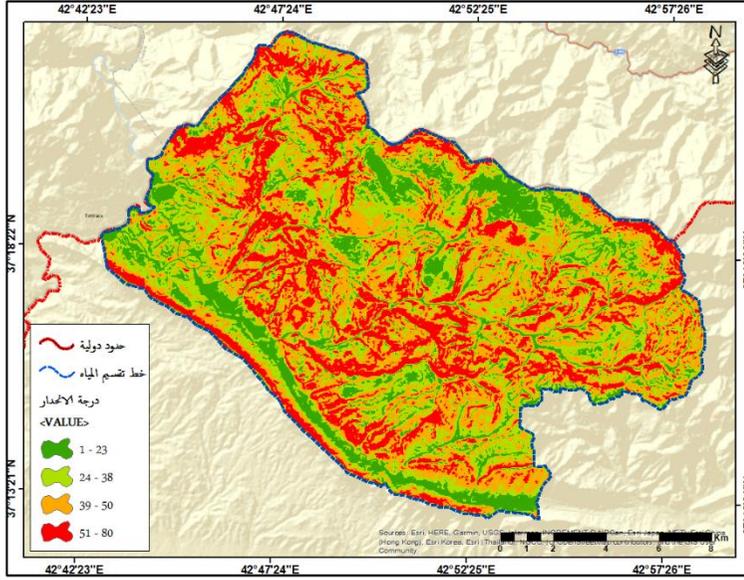
المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، نموذج الارتفاع الرقمي DEM، وبرنامج Arc Map.

الجدول (٧) فئات الارتفاعات المتساوية ومساحتها/ كم<sup>٢</sup> ونسبتها المئوية % في منطقة جبل كري شيش

النسبة %	المساحة/ كم <sup>٢</sup>	فئة الارتفاع/ م	الفئة
١٦.٩	٣٨.٤	١,٠٠٠ - ٥٤٠	الفئة الاولى
٢٦.٣	٥٩.٦	١,٣٠٠ - ١,١٠٠	الفئة الثانية
٣٢.٤	٧٣.٥	١,٦٠٠ - ١,٤٠٠	الفئة الثالثة
٢٤.٤	٥٥.٣	٢,٣٠٠ - ١,٧٠٠	الفئة الرابعة
١٠٠	٢٢٦.٧		المساحة الكلية

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، نموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map10.4.1.

الخريطة (٨) درجة الانحدار في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، نموذج الارتفاع الرقمي DEM، وبرنامج Arc Map.

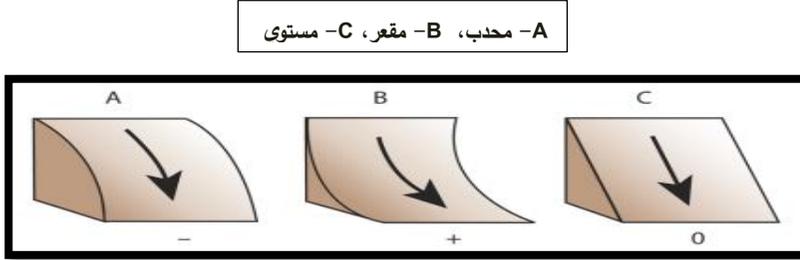
الجدول (٨) فئات درجات الانحدار ومساحتها/كم<sup>٢</sup> ونسبتها المئوية % في منطقة جبل كري شيش

النسبة %	المساحة/كم <sup>٢</sup>	الانحدار/درجة	الفئات
١٥.٦	٣٥.٣	٢٣ - ١	الفئة الاولى
٢٧.٣	٦١.٨٧	٣٨ - ٢٤	الفئة الثانية
٣٤.٦	٧٨.٥٥	٥٠ - ٣٩	الفئة الثالثة
٢٢.٥	٥٠.٩٨	٨٠ - ٥١	الفئة الرابعة
١٠٠	٢٢٦.٧	المساحة الكلية	

الكشف الطيفي والتضاريسي عن الغطاء الثلجي في منطقة جبل كاري شيش- محافظة دهوك... (علي مجيد)

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، نموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map10.4.1.

الشكل (١) توضيح شكل المنحدر



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-desktop/resources>

يتضح من الخريطة (٩) والجدول (٩)، وجود ثلاث اشكال من المنحدرات هي الشكل المحدب الذي يمثل قمم الجبال وخط تقسيم مياه الاحواض، يعمل على ضعف مقاومة الثلج للجاذبية الارضية فينسب منها نحو الاسفل يضم هذا الشكل مساحة قدرها ٤٤.٨ / كم<sup>٢</sup> ونسبة قدرها ١٩.٧٦٪ من مساحة المنطقة، والنشكل الثاني هو منحدر مستوي، الذي يمثل بطون الوديان والاراضي السهلية بين الجبال وهي اكثر المناطق استقرارا لبقاء الثلج، تضم هذه المنطقة مساحة قدرها ٧٢.٨١ / كم<sup>٢</sup> ونسبة ٣٢.١٢٪ وهي نسبة كبيرة تعمل على تجمع الثلج ومن ثم ذوبانه خلال الفصل الحار من السنة وتسرب المياه الى المنحدرات المقعرة التي تتجمع بها المياه والتي سيم تحديدها لانتخاب مواقع مفضلة لبناء مشاريع حصاد مياه الثلوج الذائبة والتي شكلت نسبة كبيرة وصلت الى ٤٨.١٢٪ من مساحة منطقة الدراسة.

٣-٣ / اشتقاق مؤشر الغطاء الثلجي NDSI:

يشقق من خلال قسمة الفرق في الانعكاس الملحوظ في النطاق الأخضر ل Landsat 8 (٠.٥٣-٠.٥٩) ميكرومتر) ونطاق الأشعة تحت الحمراء ذات الموجة القصيرة (١.٥٧-١.٦٥ ميكرومتر) مع مجموع النطاقين وفقاً للمعادلة: (Kulkarni, AV) ٢٠٠٦<sup>vi</sup>

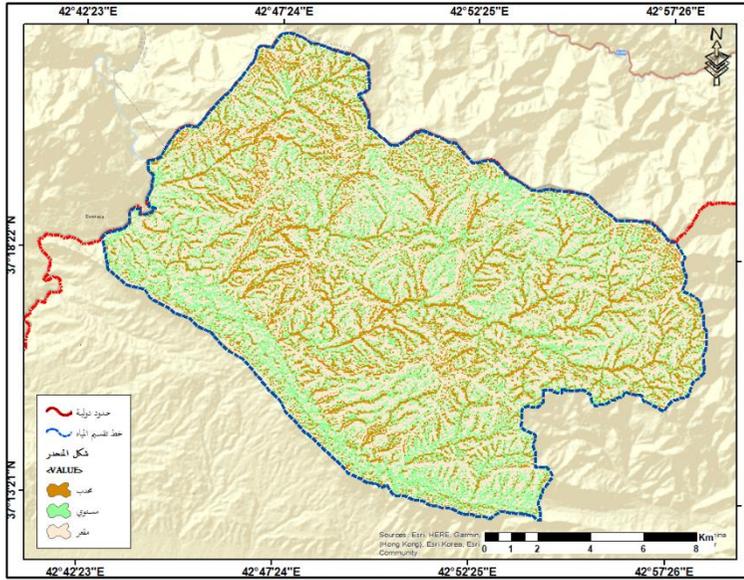
Band 3 green

Band 6 SWIR-1

$$NDSI = \frac{(B3 - B6)}{(B3 + B6)}$$

تم استخدام عتبة مؤشر (NDSI) أكبر من ٠.٤ لتسليط الضوء على وجود الثلج، فقد تم استخدام قيمة انعكاسية للأشعة تحت الحمراء القريبة أكبر من ٠.١١ لإخفاء بكسلات الماء من أجل تحسين دقة تصنيف مؤشر سلامة الغلاف الجوي (NDSI)، على الرغم من أن مقياس NDSI يتراوح بين ١ إلى +١، إلا أن دراسات مختلفة اقترحت أن عتبة ثابتة تبلغ ٠.٤ هي الأمثل لرسم خرائط الغطاء الثلجي (Hall, D.K, ١٩٩٥) <sup>vii</sup>.

الخريطة (٩) شكل المنحدر في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية earthexplorer.usgs.gov،  
انموذج الارتفاع الرقمي DEM، وبرنامج Arc Map.

الكشف الطيفي والتضاريسي عن الغطاء الثلجي في منطقة جبل كروي شيش- محافظة دهوك... (علي مجيد)

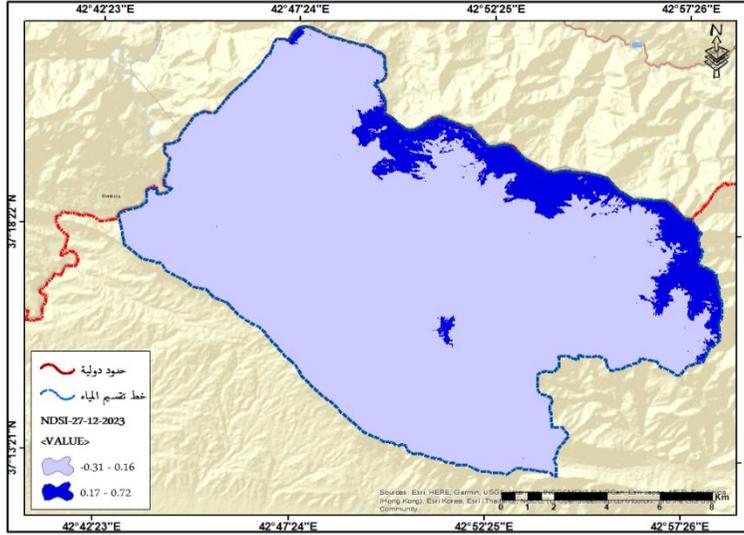
الجدول ( ٩ ) شكل المنحدر في منطقة الدراسة

النسبة %	المساحة /كم <sup>٢</sup>	المنحدر
١٩.٧٦	٤٤.٨	منحدر محدب
٣٢.١٢	٧٢.٨١	منحدر مستوي
٤٨.١٢	١٠٩.١	منحدر مقعر
١٠٠	٢٢٦.٧	المساحة الكلية

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-desktop/resources> وبرنامج Arc Map.

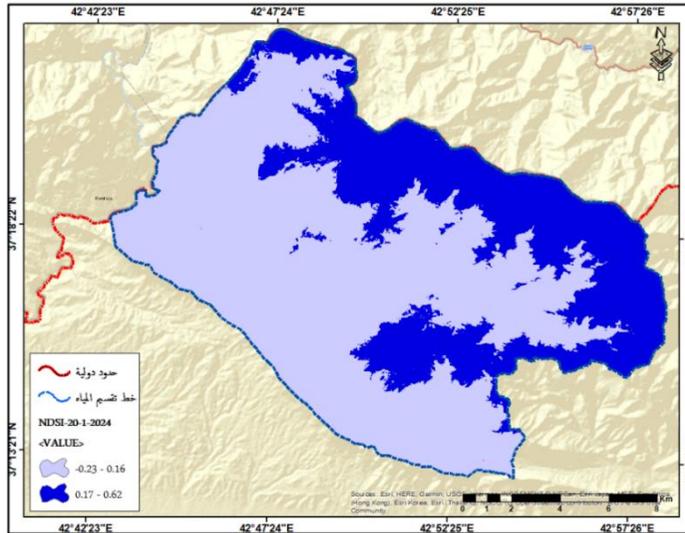
تم اختيار موسم التساقط الثلجي من ٢٠٢٣/١٢/٢٧ - ٢٠٢٤/١٢/١٣، لاربع شهور هي كانون الاول- ٢٠٢٣، كانون الثاني- ٢٠٢٤، شباط- ٢٠٢٤، كانون الاول- ٢٠٢٤، اذ تبدأ تلك الثلوج بالذوبان بعد شهر شباط بفعل انحسار تأثير المرتفعات الجوية وارتفاع درجات حرارة سطح الارض نتيجة لبدء فصل الصيف الشمالي، تبين من الخريطة (١٠، ١١، ١٢، ١٣) تركيز الغطاء الثلجي في الاقسام الشمالية والشمالية الشرقية من المنطقة نتيجة لدخول المرتفعات الجوية من تلك الجهات خصوصا المرتفع السيبيري، كانت ادنى مساحة للغطاء الثلجي بتاريخ ٢٠٢٣/١٢/٢٧، بمقدار ٢٢.٤٢ /كم<sup>٢</sup> بنسبة ٩.٨٩% من مساحة منطقة الدراسة، اما اعلى مساحة للغطاء الثلجي كانت بتاريخ ٢٠٢٤/١٢/١٣، حيث بلغت ١٣١.٧ /كم<sup>٢</sup> بنسبة ٥٨.١% من مساحة منطقة الدراسة، هناك فرصة مناسبة لاستدامة موارد المياه اذا ماتم تحديد مواقع تجمع المياه الناتجة عن ذوبان الثلوج. ينظر الجدول (١٠).

الخريطة (١٠) مؤشر الغطاء الثلجي في منطقة الدراسة بتاريخ NDSI-27-12-2023



المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية [earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)، بيانات القمر الصناعي Landsat-OLI-8، (Green B3- SWIR-1B6) بتاريخ (٢٠٢٣/١٢/٢٧) وبرنامج Arc Map.

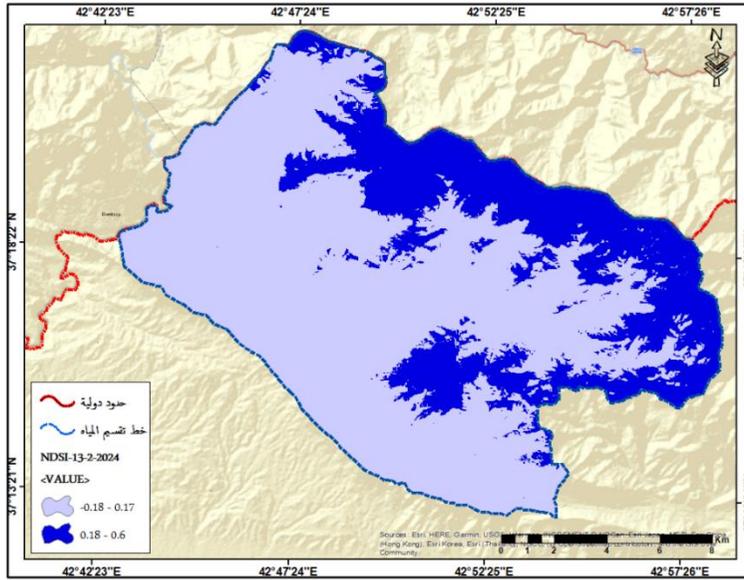
الخريطة (١١) مؤشر الغطاء الثلجي في منطقة الدراسة بتاريخ NDSI-20-1-2024



المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية [earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)، بيانات القمر الصناعي Landsat-OLI-8، (Green B3- SWIR-1B6) بتاريخ (٢٠٢٤/١/٢٠) وبرنامج Arc Map.

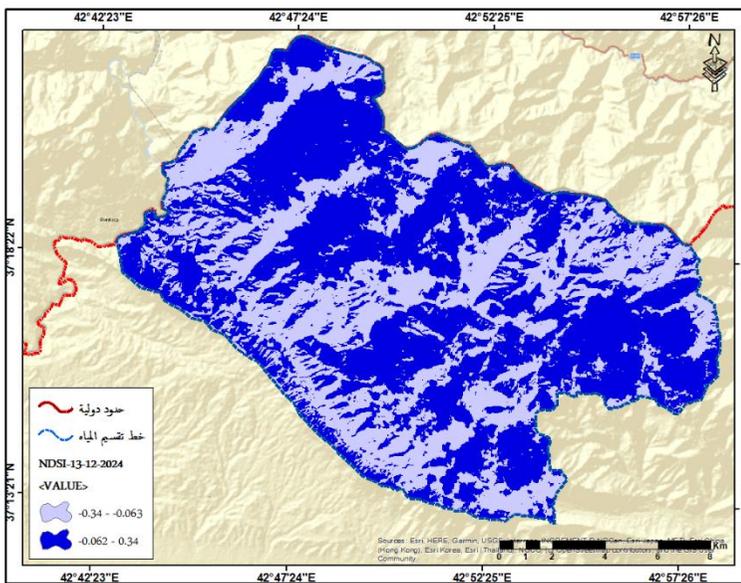
الكشف الطيفي والتضاريسي عن الغطاء الثلجي في منطقة جبل كري شيش- محافظة دهوك... (علي مجيد)

الخريطة (١٢) مؤشر الغطاء الثلجي في منطقة الدراسة بتاريخ 2024-2-13-13 NDSI



المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، بيانات القمر الصناعي Landsat-OLI-8، (Green B3- SWIR-1B6)، بتاريخ (٢٠٢٤/٢/١٣) وبرنامج Arc Map.

الخريطة (١٣) مؤشر الغطاء الثلجي في منطقة الدراسة بتاريخ 2024-12-13-13 NDSI



المصدر: الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، بيانات القمر الصناعي Landsat-OLI-8، (Green B3- SWIR-1B6) بتاريخ (٢٠٢٤/١٢/١٣) وبرنامج Arc Map.

الجدول (١٠) تباين مساحة ونسبة مؤشر الغطاء الثلجي NDSI في منطقة جبل كري شيش

التاريخ	قيم المؤشرات	المساحة/كم <sup>٢</sup>	النسبة المئوية %
NDSI-27- 12-2023	٠.١٦ - ٠.٣١-	٢٠٤.٣	٩٠.١
	٠.٧٢ - ٠.١٧	٢٢.٤٢	٩.٨٩
	المجموع	٢٢٦.٧	١٠٠
NDSI-20- 1-2024	٠.١٦ - ٠.٢٣-	١٤٩.٦	٦٥.٩٩
	٠.٦٢ - ٠.١٧	٧٧.١	٣٤.٠١
	المجموع	٢٢٦.٧	١٠٠
NDSI-13- 2-2024	٠.١٧ - ٠.١٨-	١٥٩.٦	٧٠.٤
	٠.٦ - ٠.١٨	٦٧.٠٩	٢٩.٦
	المجموع	٢٢٦.٧	١٠٠
NDSI-13- 12-2024	٠.٠٦٣- - ٠.٣٤-	٩٤.٩٩	٤١.٩
	٠.٣٤ - ٠.٠٦٢-	١٣١.٧	٥٨.١
	المجموع	٢٢٦.٧	١٠٠

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (١٠، ١١، ١٢، ١٣).

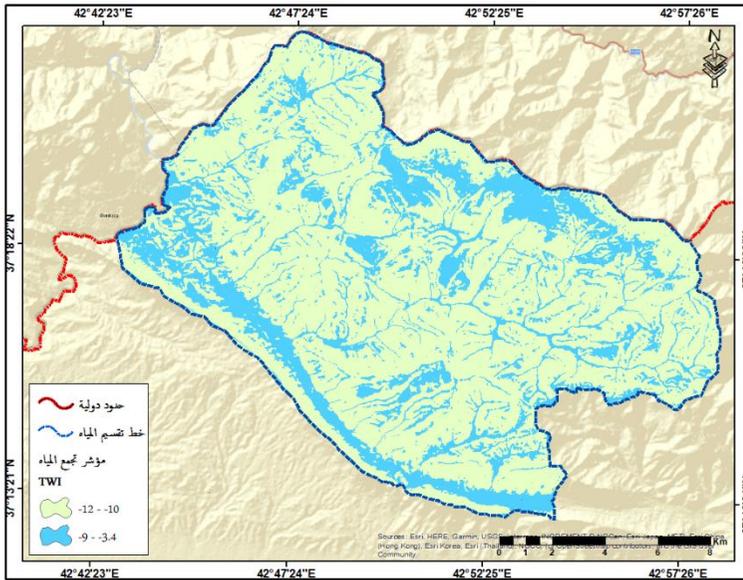
### ٣-٤ / اشتقاق مؤشر تجمع المياه (TWI)

هو عامل طوبو-هيدرولوجي اقترحه Kirkby و Beven وغالبًا ما يستخدم لتحديد التحكم الطبوغرافي في العمليات الهيدرولوجية (Beven, K.J) (١٩٧٩).<sup>(viii)</sup> هناك علاقة عكسية بين درجة الانحدار ودرجة تشبع التربة بالمياه، اذ كلما انخفضت درجة الانحدار زاد تشبع المراتب النهرية الدنيا (الاولى والثانية) ويتحول الجريان من غشائي الى قنوي سرعان ما يصل الى منطقة ذات درجات انحدار قليلة (٠ - ١٠°) حتى يتجمع، لذا يتم الكشف

الكشف الطيفي والتضاريسي عن الغطاء الثلجي في منطقة جبل كري شيش- محافظة دهوك... (علي مجيد)

عن تلك المناطق على اعتبارها مفضلة لتجمع المياه ومن ثم حصادها، اساس هذا الفكرة تقوم على حساب اتجاهات الجريان وتجمعه ومن ثم درجات الانحدار اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM، وكلما اقترب الرقم من الواحد الصحيح يدل على ارتفاع احتمالية تجمع المياه في المنطقة، يظهر من الخريطة (١٤) والجدول (١١)، ان مواضع تجمع المياه اتسمت بصفات ارتفاع مابين ٥٤٠ - ١٢٠٠ م فوق مستوى سطح البحر، وهي المناطق السهلية ذات درجات انحدار مابين (١ - ٢٣ °) عن مستوى السطح الافقي، هي ذاتها التي يتجمع فيها الثلج عند ذوبانه، شكلت فئة مؤشر تجمع المياه (-٩ - -٣.٤) مساحة قدرها ٦١.٢ كم<sup>٢</sup> والتي تعادل ٢٦.٩٨٪ من عموم مساحة منطقة الدراسة، لذلك لا بد من تحديد شبكة المراتب النهرية والمجرى الرئيس التي يصرف مياه منطقة الدراسة ليم تحديد مواضع مناسبة لتنفيذ تقانة حصاد مياه الثلوج الدائبة.

الخريطة (١٤) مؤشر تجمع المياه (TWI) في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov،  
انموذج الارتفاع الرقمي DEM، وبرنامج Arc Map.

الجدول ( ١١ ) تباين مساحة ونسبة مؤشر تجمع المياه (TWI) في منطقة الدراسة

النسبة المئوية %	المساحة/ كم <sup>٢</sup>	قيمة المؤشر	TWI- مؤشر تجمع المياه
٧٣.٠٢	١٦٦	١٠- - ١٢-	
٢٦.٩٨	٦١.٢	٣.٤- - ٩-	

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة (١٤).

### ٣-٤/ الحوض والمراتب النهرية :

تعد مناطق تقسيم المياه (المنابع)، وشبكة المراتب النهرية بما فيه الوادي الرئيس والسفوح التي تصل ما بين خطوط تقسم المياه والوادي الرئيس حتى مصبه من اهم مكونات الحوض المائي (Farhan, Y., 2017) (ix). نظرا لخصائص التضاريس فان حوض منطقة الدراسة ضمن المرحلة الحتية المبكرة اذ ان مجرى المياه نحو الوادي الرئيس يعمل على نشاط التعرية التراجعية في المراتب الدنيا، الامر الذي ادى الى وجود اربعة مراتب، هذا بالطبع يعمل على سرعة وصول مياه الثلج الذائبة الى منطقة مجرى الوادي الرئيس في جنوب الى جنوب غرب المنطقة، لذا ستكون تلك المنطقة هي المفضلة لانشاء مشاريع حصاد المياه، مساحة الحوض بلغت ٢٢٦.٧/ كم<sup>٢</sup> وهي مساحة كافية لتجميع مياه الامطار والثلوج الذائبة ، وهذا يعمل على زيادة الفائض المائي، يظهر من الخريطة (١٥) والجدول (١٢)، وضوح المجرى الرئيس ضمن المرتبة الرابعة والذي بلغ طوله ١.٧٦/ كم، والذي يعمل على تصريف مياه المرتبة الاولى والثانية والثالثة، هذا الامر يعمل على اختيار مجرى الوادي الرئيس كأفضل مكان لتنفيذ حصاد المياه.

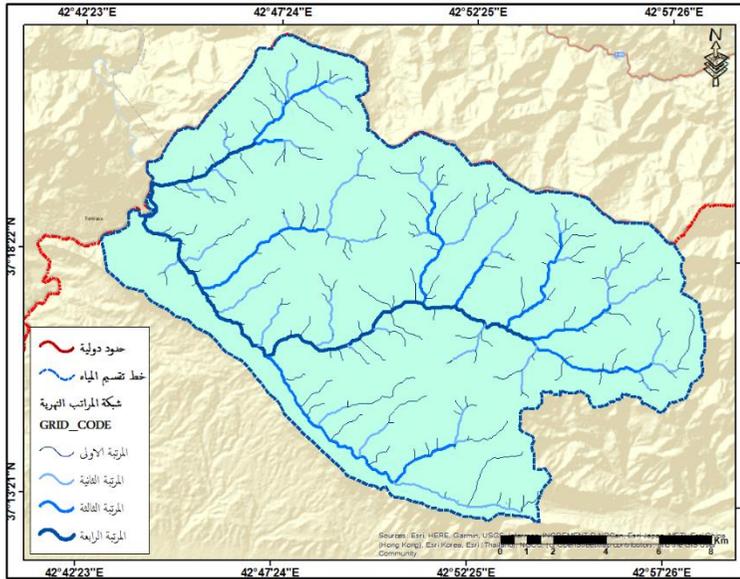
اما كمية المياه التي قام بتصريفها الحوض خلال ستة ايام للمدة ٢٢ - ٢٨ / ١٢/ ٢٠٢٤ كانت موزعة الى فئات عدة وهي:

الفئة الاولى التي شملت المرتبة الاولى والثانية والثالثة ( اكبر من ٢٠ متر مكعب/ ثانية).

الفئة الثانية التي شملت المرتبة الرابعة- مجرى الوادي الرئيس هي بين ( ٢٠ - ٢٥٠ متر مكعب/ ثانية) ولمدة ردوع اعتيادية لكل سنة. ينظر الخريطة (١٦).

الكشف الطيفي والتضاريسي عن الغطاء الثلجي في منطقة جبل كري شيش- محافظة دهوك... (علي مجيد)

### الخريطة (١٥) شبكة المراتب النهرية في منطقة الدراسة



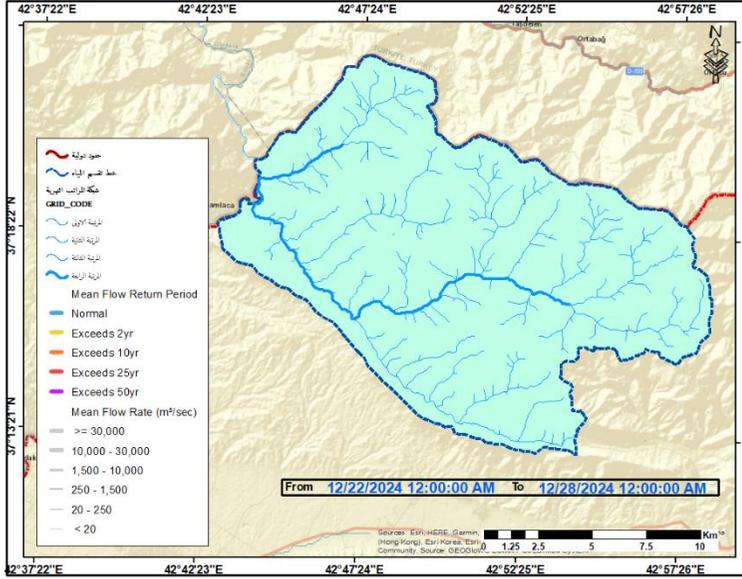
المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، نموذج الارتفاع الرقمي DEM، وبرنامج Arc Map.

### الجدول ( ١٢ ) المراتب النهرية في منطقة جبل كري شيش

المرتبة	العدد	النسبة %	الطول/كم
المرتبة الاولى	١٩٢	٧٣.٥٦	١٥٢.٠٦
المرتبة الثانية	٥٨	٢٢.٢٢	٤٨.١٦
المرتبة الثالثة	١٠	٣.٨٣	٤.٧١
المرتبة الرابعة	١	٠.٠٣	١.٧٦
المجموع	٢٦١	١٠٠	٢٠٦.٦٩

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، نموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map10.4.1.

الخريطة (١٦) حجم الجريان المائي للمدة ٢٢ - ٢٨/١٢/٢٠٢٤ في منطقة الدراسة



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على:

<https://livingatlas.arcgis.com/en/browse/#d=2&categories=Weather+and+Climate> (6 /2024. ١٢ [Day Forecast](#)), GEOGloWS ECMWF Streamflow System, 22- 28/

#### ٤- الاستنتاجات:

- ٤-١: درجات الحرارة المنخفضة للسطح ولطبقة الهواء الملازمة دون الصفر المئوي ساعدت على تشكل الثلج.
- ٤-٢: عامل الارتفاع هذا يعمل على خلق ظروف مناسبة لبرودة السطح وارتفاع اكتل الهوائية ومن ثم تساقط الثلج.
- ٤-٣: اثبت مؤشر الغطاء الثلجي NDSI كفاءة عالية في تحديد مساحة الغطاء الثلجي عند عتبة ثابتة تبلغ ٠.٤ وهي الأمثل لرسم خرائط الغطاء الثلجي. ٤-٥: اوضح مؤشر تجمع المياه وجود مساحة قدرها ٦١.٢ كم<sup>٢</sup> والتي تعادل ٢٦.٩٨% يمكن ان تتجمع فيها مياه الثلوج الذائبة.
- ٤-٦: وضوح المجرى الرئيس ضمن المرتبة الرابعة وهو مناسب لتنفيذ حصاد المياه، التي وفرت كمية مياه.

❖ قائمة المراجع :

- ❖ سلامة، حسن رمضان ، ، أصول الجيومورفولوجيا، ط١، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الاردن، ٢٠٠٤، ص١٤٠.
- ❖ جاسم، عبد الرحمن عبد الكريم يحيى ، نمذجة الخرائط الزمكانية للغطاء الثلجي للمحافظات (دهوك، اربيل، السلیمانية) باستخدام التقنيات الرقمية الحديثة، اطروحة دكتوراه، جامعة تكريت، كلية التربية للعلوم الانسامية، ٢٠٢٣، ص١٣٢.
- ❖ Brown, RD 2000, Northern Hemisphere snow cover variability and change, 1915–1997, Journal of Climate, vol. 13, pp. 2339–2355.
- ❖ Riggs, G., D. Hall, and V. Salomonson.(١٩٩٤) "A Snow Index for the Landsat Thematic Mapper and Moderate Resolution Imaging Spectrometer." Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '94, Volume 4: Surface and Atmospheric Remote Sensing: Technologies, Data Analysis, and Interpretation (1994), pp.. 1942-1944
- ❖ Judah Cohen ،David Rind ،The Effect of Snow Cover on the Climate ،Journal of Climate ،Volume 4 ،Number 7 ،1991 ،p. 691.
- ❖ Kulkarni, AV, Singh, SK, Mathur, P & Mishra, VD 2006, Algorithm to monitor snow cover using AwiFs data of RESOURCESAT-1 for the Himalayan region, International Journal of Remote Sensing. vol. 27, no.12, pp. 2449-2457.
- ❖ Hall, D.K.; Riggs, G.A.; Salomonson, V.V. Development of methods for mapping global snow-cover using moderate resolution spectroradiometer data. Remote Sens. Environ. 1995, 54, 127–140.
- ❖ Beven, K.J.; Kirkby, M.J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology/un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. Hydrol. Sci. Bull. 1979, 24, 43–69
- ❖ (PDF) GIS-Based Site Selection for Check Dams in Watersheds: Considering Geomorphometric and Topo-Hydrological Factors. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/336486301\\_GIS-Based\\_Site\\_Selection\\_for\\_Check\\_Dams\\_in\\_Watersheds\\_Considering\\_Geomorphometric\\_and\\_Topo-Hydrological\\_Factors](https://www.researchgate.net/publication/336486301_GIS-Based_Site_Selection_for_Check_Dams_in_Watersheds_Considering_Geomorphometric_and_Topo-Hydrological_Factors) [accessed Apr 18 2024].

- ❖ Farhan, Y., 2017, Morphometric Assessment of Wadi Wala Watershed, Southern Jordan Using ASTER (DEM) and GIS. *Journal of Geographic Information System*, 9(02): p.158.

### **Bibliography of Arabic References (Translated to English)**

- ❖ Al-Shammari, A. A. K. Y. (2023). Spatiotemporal mapping modeling of snow cover for the provinces (Duhok, Erbil, Sulaymaniyah) using modern digital techniques (Doctoral dissertation, University of Tikrit, College of Education for Human Sciences), p. 132.
- ❖ Beven, K. J., & Kirkby, M. J. (1979). A physically based, variable contributing area model of basin hydrology/un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. *Hydrological Sciences Bulletin*, 24, 43–69.
- ❖ Brown, R. D. (2000). Northern Hemisphere snow cover variability and change, 1915–1997. *Journal of Climate*, 13, 2339–2355.
- ❖ Cohen, J., & Rind, D. (1991). The effect of snow cover on the climate. *Journal of Climate*, 4(7), 691.
- ❖ Farhan, Y. (2017). Morphometric assessment of Wadi Wala watershed, southern Jordan using ASTER (DEM) and GIS. *Journal of Geographic Information System*, 9(2), 158.
- ❖ Hall, D. K., Riggs, G. A., & Salomonson, V. V. (1995). Development of methods for mapping global snow-cover using Moderate Resolution Spectroradiometer data. *Remote Sensing of Environment*, 54, 127–140.
- ❖ Kulkarni, A. V., Singh, S. K., Mathur, P., & Mishra, V. D. (2006). Algorithm to monitor snow cover using AWiFS data of RESOURCESAT-1 for the Himalayan region. *International Journal of Remote Sensing*, 27(12), 2449–2457.
- ❖ Riggs, G., Hall, D., & Salomonson, V. (1994). A snow index for the Landsat Thematic Mapper and Moderate Resolution Imaging Spectrometer. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '94. Volume 4: Surface and Atmospheric Remote Sensing: Technologies, Data Analysis, and Interpretation* (pp. 1942–1944).
- ❖ Salama, H. R. (2004). *Fundamentals of Geomorphology* (1st ed.). Amman, Jordan: Dar Al-Maseera for Publishing and Distribution, p. 140.
- ❖ GIS-Based Site Selection for Check Dams in Watersheds: Considering Geomorphometric and Topo-Hydrological Factors. (n.d.). ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/336486301\\_GIS-Based\\_Site\\_Selection\\_for\\_Check\\_Dams\\_in\\_Watersheds\\_Considering\\_Geomorphometric\\_and\\_Topo-Hydrological\\_Factors](https://www.researchgate.net/publication/336486301_GIS-Based_Site_Selection_for_Check_Dams_in_Watersheds_Considering_Geomorphometric_and_Topo-Hydrological_Factors)