



## تیکه نكردنی سیسته می زانیاری جوگرافی (GIS) و پرۆسه ی شیکاری پله بهندی (AHP) بۆ

### دیاریکردنی جینگه نمونه یه کانی بهنداو له ئاوژێلی روبراری رانیه

محمد علی قادر<sup>۱</sup> - نالی جواد حمد<sup>۲</sup>

[muhammed.ali@uor.edu.krd](mailto:muhammed.ali@uor.edu.krd) [nali.jawad@koyauniversity.org](mailto:nali.jawad@koyauniversity.org)

<sup>۱</sup> به شی جوگرافیا، کۆلیژی زانسته مرۆفایه تیه کانی، زانکۆی راپهرین، ههریمی کوردستان، عێراق

<sup>۲</sup> به شی جوگرافیا، فه که لئی پهروه رده زانکۆی کۆیه، ههریمی کوردستان، عێراق

### پوخته

که موبه وه ی سه رچاوه کانی ئاو یه کیکه له کیشه ژینگه یی و ئابوریه سه ره کیه کانی جیهان، و ههریمی کوردستانیش بیه ش نییه له م کاریگه رییه. دروستکردنی بهنداوی بچوک و مامناوه ند چاره سه رتکی ستراتژییه بۆ گلدانه وه ی ئاو، به لام دیاریکردنی شوینی گونجاو پرۆسه یه کی بریاردانی ئالۆزه و پتویستی به شیکردنه وه ی چه نندین پتوهر هه یه بۆ مسۆگه رکردنی نه نجامیکی دروست و دورکه وتنه وه له تیچوی زۆر و مه ترسییه کانی.

ئامانج له م توێژینه وه یه بریتییه له دیاریکردنی گونجاوترین شوین بۆ دروستکردنی بهنداو له ئاوژێلی روبراری رانیه، به به کاره یێنانی سیسته می زانیاری جوگرافی (Geographic Information System (GIS)) و مۆدێلی بریاردانی فره پتوهر (Multi-Criteria Decision-Making (MCDM))، مۆدێلی کرداری شیکاری پله بهندی-ههرمی (AHP). له رینگه ی هه لپژاردنی ده پتوهری سه ره کی له لایه نه جوړیه جوړه کانی هه ریبه که له جیۆلۆجی، توپۆگرافی، هایدرو لۆجی و ژینگه ییه کانی. کیشی- رێژه یی هه ر پتوهرتیک له رینگه ی مۆدێلی AHP. دواتر، هه مو پتوهره کانی له به رنامه ی GIS دا ستاندارد کران و سو دوه رگرتن له پۆلیتی به راوردکردنی دوانی (Pairwise Comparison Matrix) نیوان پتوهره کانی و به یی کیشه کانیان تیکه نکران (Weighted Overlay) بۆ به ره مه یێنانی نه خشه ی کۆتایی گونجاوی شوین. ئه نجامه کانی ده ریده خه ن که ناوچه ی لیکۆلینه وه به یی ئاستی گونجاوی دابه شبوه بۆ پینچ پۆلین: زۆر گونجاو (15.0%)، گونجاو (26.7%)، تاراده یه ک گونجاو (28.4%)، که م گونجاو (21.6%)، و به ته واوی نه گونجاو (8.3%). ئه م نه خشه یه ده توانیت وه ک ئامرازیکی زانستی له لایه ن پلاندانه ران و بریاره ده ستانه وه سو دی لپوهر بگی ریت و به کاره یێنیت بۆ په ره پیدانی پرۆژه کانی گلدانه وه ی ئاو له ناوچه که دا.

**کلله وشه:** دیاریکردنی شوینی بهنداو، شیکاری پرۆسه ی پله بهندی (AHP)، سیسته می زانیاری جوگرافی (GIS)، بریاردانی فره پتوهر، ئاوژێلی رانیه.

## Integration of GIS and Analytic Hierarchy Process (AHP) for Optimal Dam Site Selection in the Ranya River Basin

<sup>1</sup>Muhammad Ali Qadir

<sup>2</sup>Nali Jawad Hamad

<sup>1</sup>Assistant Lecturer, Department of Geography, College of Humanities, University of Raparin, Ranya, Kurdistan Region, Iraq.

<sup>2</sup>Professor, Department of Geography, Faculty of Education, Koya University, Koya, Kurdistan Region, Iraq.

### Abstract

The decline in water resources is one of the main environmental and economic issues in the world. The Kurdistan Region is not immune to these effects. Building small and medium-sized dams is one of the strategic solutions for storing water and managing water resources. Nevertheless, selecting suitable locations is a complex decision-making process and requires the analysis of many different criteria in order to achieve and accurate results while avoiding high costs and risks.

The purpose of this research is to determine the most suitable sites for building dams in the Ranya River Basin by using the Geographic Information System (GIS), the method of Multi-Criteria Decision-Making (MCDM), and the model of Analytic Hierarchy Process (AHP) Model. Ten main criteria were selected from various aspects of geology, topography, hydrology, and environment. The relative weight of each criterion was determined through the AHP model, and subsequently, all criteria were standardized in the GIS. By utilizing the Pairwise Comparison Matrix between the criteria and combining them based on their weights (Weighted Overlay), the final map of site suitability was produced. The results show that the study area has been divided into five categories based on suitability level: very suitable (15.0%), suitable (26.7%), moderately suitable (28.4%), less suitable (21.6%), and not suitable (8.3%). This map can serve as an effective scientific tool for developers and decision-makers for the development of water harvesting projects in the area.

**Keywords:** Selecting dam locations; Analytic Hierarchy Process (AHP); Geographic Information System (GIS); Multi-Criteria Decision-Making (MCDM); Ranya basin

**1- پيشه كى:**

به رپوه بوردنى سه رچاوه ئاوييه كان يه كتيكه له گهوره ترين ئالنگارپيه كانى سه دهى 21. گوراني ئاووههوا، كه خوئى له بهرزبونه وهى پله كانى گهرما و تيكچونى خولى بارانباريندا ده بيننپته وه، له گهل زيادبوني به رده وامي ژماره ي دانىشتوان و فراوانبوني چالاكييه كشتوكالى و پيشه سازييه كان، فشاريكي بيوتنه يان خستوه ته سهر سه رچاوه ئاوييه كان له سه رانسهرى جيهاندا ((UNESCO 2021, 114)) ههرمي كوردستانى عيراق، وهك به شيك له ناوچه نيمچه وشكه كان، خاوهنى ئاووههوايه كى تايبه ته كه به هاويى گهرم و وشك و زستانى سارد و شيدار ده ناسرپته وه. ئه مهش واى كردوه به يپى پولي كوين-گايگر (Köppen-Geiger) بكه وپته پولى (Csa) (رسولى، 2024، 24). به شيويه كى تايبه ت روبه روى مه ترسى كه م ئاوى و وشكه سالى دوباره بوه وه بوه ته وه (World Bank Group 2022). پشت به ستى سه ره كى ناوچه كه به ئاوى بارانبارينى وه رزى (سه رزه وى) و كانياوه كانى ناوچه كه، واى كردوه كه ئاسايشى ئا و بپته پرسىكى ستراتىپى هه ستيار.

له و چوارچيويه دا، گلدانه وهى ئاوى باران و ريكردوى روباره كان له ريگه ي دروستكردنى به ندا و شيوازه كانى ترى كوكردنه وهى ئاوه وه، به يه كتيك له كاريگه ترين ريگاچاره كان داده نريت. ئه م پرورانه نهك ته نها يارمه تيدهرن له دابىنكردنى ئاوى خواردنه وه و كشتوكال، به لكو رولتيكى گرنگيشيان هه يه له كوئترولكردنى لافاو، پرکردنه وهى ئاوى ژيرزه وى و به ره مه يتنانى وزه ي خاوتن. هه لباردنى شوپنى گونجاو بو دروستكردنى به ندا و پرۆسه يه كى برياردانى فره لايه ن و ئالوزه هه روهك له له ليكوئينه وه كه ي (Wang, Tian and Cao 2021) باسى ئه و بواره كراوه. ئه م پرۆسه يه پيويستى به شيكردنه وهى وردى كوومه ليك فاكته رى په وه نديدار هه يه وهك تايبه تمه ندى جيولوجى (بو نمونه، جورى به رد و بونى شكان)، توپوگرافيا (ليژى و به رزونمى)، هايدرولوجيا (برى دابارين و تورى روباره كان) و لايه نه ژينگه يى و كوومه لايه تيه كان (به كاره يتنانى زه وى و دورى له ئاوه دانى).

بو روبه ر بونه وهى ئه م كيشه فره لايه نانه، ته كنولوزيا جوگرافيه كان (Geospatial Technologies)، به تايبه ت سيستمى زانبارى جوگرافى (GIS)، كوومه ليك ئامرازى شيكارپى به هيز و كاريگر داببنده كهن. سيستمى زانباريه جوگرافيه كان تواناى كوكردنه وه، به رپوه بوردن، شيكردنه وه، و ده رخستى (visualize) داناى شوپنى هه يه، كه ئه مهش واى ليده كات بپته پلاتفورمىكى-سه كوويه كى نمونه يى بو شيكارپى گونجاوى شوپن. كاتيک GIS له گهل موديله كانى برياردانى فره پپوه ر (MCDM) تيكهل ده كرپت، تواناى برياردانى به شيويه كى به رچاو به هيزتر ده بپت. يه كتيك له باوترين و باوه رپيكراترين موديله كانى MCDM برپتيه له شيكارپى پرۆسه ي پله به ندى (AHP). موديلي AHP ريگه به توپزه ران ده دات كيشه ئالوزه كان شيبكه نه وه بو پيكه اته يه كى پله به ندى (hierarchical) و به شيويه كى سيستماتيك گرنگى رپزه يى هه ر پپوه ريك له ريگه ي به راوردى دوانه ييه وه (pairwise comparisons) دياريكهن. چه ندين ليكوئينه وهى هاوشيوه له سه رانسهرى جيهاندا به سه ركه وتوپى ئه م ميتودولوزيايه يان بو دياريكردنى شوپنى گونجاوى پيكه اته كانى گلدانه وهى ئا و به كاره يتناوه. ئه م رپيازه تيكه لكراره وهك رپبازيكي پته و (robust) بو باشترينكردنى (optimizing) هه لباردنى شوپنى به ندا و له و ئاوزيلانه دا ده ستنيشانكراوه كه روبه روى كيشه ي به رده وامي كه مئاوى ده بنه وه (Ahmad, Salar and Shareef 2024, 2). سه ره راي ئه مهش، تا ئيستا ليكوئينه وه يه كى گشتگر له سه ر ئاوزيلي روبارى رانيه به به كاره يتنانى ئه م ميتوده پيشكه وتوه ئه نجام نه دراوه.

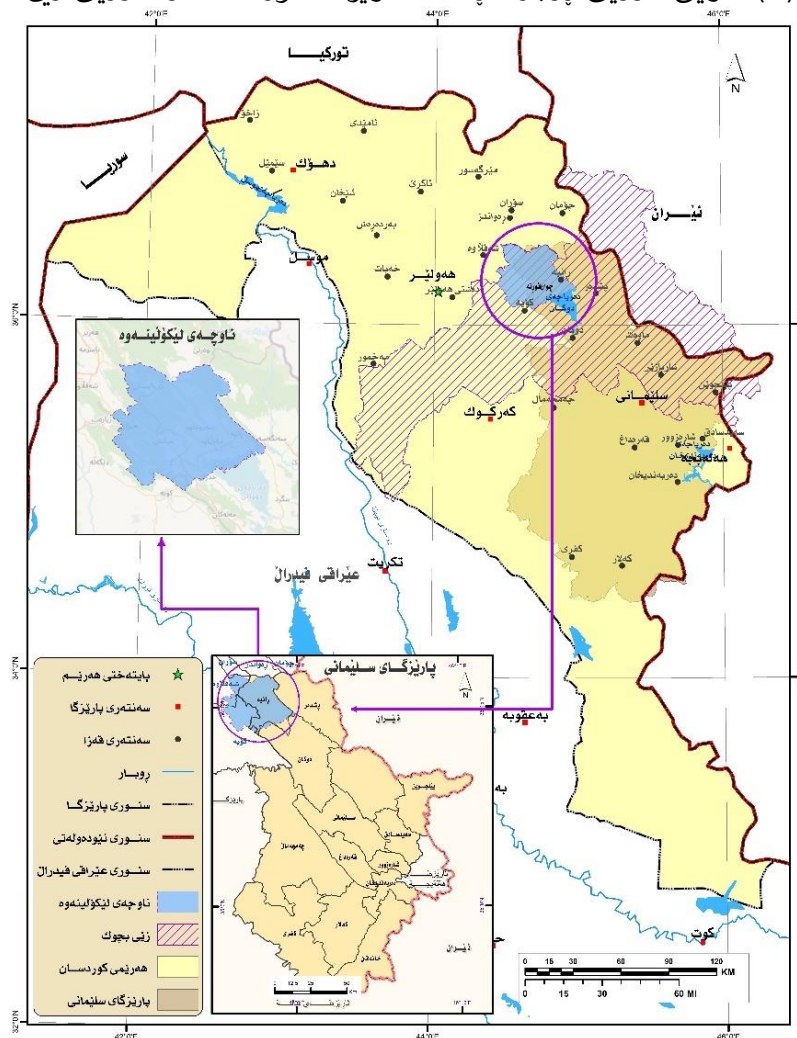
ئامانجى سه ره كى ئه م توپينه وه يه برپتيه له دياريكردنى گونجاوترين شوپنه كان بو دروستكردنى به نداوى بچوك و مامناوه نده له ئاوزيلي روبارى رانيه، له ريگه ي تيكه لكردننى تواناكانى GIS و موديلي AHP. ئه م كاره بنه مايه كى زانستى بو

بىر يارىدەستان دابىندە كات، بە ئامانجى بە ھېز كىردى ئاسايىشى ئاوى ناوچە كە لە بە رامبەر گۇرانكارىيە كانى ئاووھە وادا (Saeed 2022, 19).

## 2- ناوچەي لىكۆلىنەوھە (Study Area)

ئاوزىلى روبرارى رانىە دە كە وىتە بەشى باكورى خۆرھە لاتی كوردستانى عىراق، لە باكورى خۆرئاواي پارىزگاي سلىمانى. لە روى فەلە كىيەوھە، لە نىوان بازە كانى پانى ( $36^{\circ} 05' 15'' - 36^{\circ} 27' 46''$ ) ى باكور و ھىلە كانى درىزى ( $44^{\circ} 25' 21'' - 44^{\circ} 59' 12''$ ) ى خۆرھە لات ھەلكە و توتوھ. وەك لە نەخشەي (1) ئاماژەي پىكراوھ. روبرارى گىشتى ناوچە كە نىكەي 1285 كم<sup>2</sup>. زۆرىەي ئاوزىلە كە دە كە وىتە چوارچىوھى كارگىرپى پارىزگاي سلىمانى، بە شىكى بچوكىشى لە باكور و خۆرئاوا دە كە وىتە سنورى پارىزگاي ھە ولىر. ئەم ئاوزىلە قەزاي رانىە و ناحىە كانى چوارقورنە، حاجىاوا، بىتواتە، سەركە پكان، ھىران و سكتان، لە گەل زىاتر لە 174 گوند لە خۆدە گىرەت.

نەخشەي (1) شوپى ئاوزىلى روبرارى رانىە بە گوتىرەي كوردستان و ئاوزىلى زى بچوك



توۋر پىشت بەست بە بە كارھىناتى پروگرامى (GIS Pro v3.4.1) و ھاشم، ح. ى. & سردار، ع. ا. م.، 2009. ئەتلەسى ھەرىمى كوردستانى عىراق (عىراق و جىھان). ھەولیز: بلاكراوھ كانى كۆمىناتى تىنوس بۆ چاپ و بلاكردنەوھە، ل19. ناوچە كە خاوەنى تۆپۇگرافىيە كى جۇراو جۆرە، كە لە دەشتى بە پىتتى بىتوین لە باشورەوھە دەستپىدە كات و تا دە گاتە زنجىرە چىكانى كىوھەرەش و ماكۆك لە باكورى خۆرھە لات. لە روى ھايدرو لۆجىيەوھە ئاوزىلە كە بە شىكى گىرنگى

حهوزی زېي بچوکه، کهیه کیکه له لقه سه ره کییه کانی روبری دیجله، روبه ره که ی (2001.5) کم<sup>۲</sup> به وهش ناوچه که پیژهی (6.41%) ی کوی روبه ری زېي بچوک پیکده هینیت. ناووهه وای ناوچه که نیمچه وشکه و خاوهنی زستانیکی سارد و بارانای و هاوینیکی گرم و وشکه. ئەم تایبه تمه نندیه جوگرافی و ناووهه وایانه، زه مینه یه کی له باری بۆ گلدانه وهی ناو له وهزی بارانباریندا فه راهه مکردوه.

### 3- سه رچاوهی داتا و میتۆدۆلۆژیا (Data Sources and Methodology)

#### 3-1 سه رچاوهی داتا Data Sources

بۆ ئەنجامدانی ئەم لیکۆلینه وهیه، پشت به ستراوه به چه نندین سه رچاوهی داتای جیاواز:

- مۆدیلی به رزی دیجیتالی (DEM) مۆدیلی به وردی (Sentinel-1) به توانای 10 مەتر به کارهینراوه بۆ دروستکردنی نه خشه کانی لیژی، به رزوزمی و تۆری ناوی سه رزه وی.
- وینه ی سه ته لایتی: وینه ی سه ته لایتی (Sentinel-2) به توانای 10 مەتر، بۆ سالی (7/2023) به کارهینراوه بۆ ئاماده کردنی نه خشه ی به کارهینانی زه وی و روپۆشی روه کی (LULC)
- نه خشه ی جیۆلۆجی: نه خشه ی جیۆلۆجی Iraq Geological Survey 2014, Geological Map of Arbeel and Mahabad Quadrangles 1:250,000، که له لایه ن، Sissakian, V. K., Fouda, S. F., Ministry of Industry and Minerals, Iraq Geological Survey 2014 هوه به رهه م هینراوه، به کارهینراوه بۆ ئاماده کردنی پیکهاته و بونیا ده جیۆلۆجیه کانی ناوچه که.
- داتای ناووهه و: داتای بارانبارینی ناوچه که و ده ورره ی وه رگیراوه له داتای سه ته لایتی (CHIRPS) بۆ ماوه ی 30 سأل وه رگیراوه.

#### 3-2 میتۆدۆلۆژیا Methodology

میتۆدی ئەم توپژینه وهیه پشت به چوارچۆیه یه کی یه گگرتوی سیسته می زانیاری جوگرافی (GIS) و پرۆسه ی شیکاری پله به ندی (AHP) ده به ستیت. ئەم ریبازه به هیزه بریاریکی بابته یانه و پشت به ستو به داتا مسۆگه ره ده کات و یارمه تیده ره له که مکردنه وهی مه ترسییه کانی پرۆژه که. پرۆسه ی کارکردنه که له چوار قونای سه ره کی پیکدیت:

1. ئاماده کردنی داتا و دیاریکردنی پتوه ره کان.
2. دیاریکردنی کیشی ریزه ی پتوه ره کان به مۆدیلی AHP.
3. شیکاری جوگرافی و تیکه لکردنی قورسای (Weighted Overlay) له ژینگه ی GIS.
4. به رهه مهینانی نه خشه ی گونجاوی کۆتای و شیکردنه وهی ئەنجامه کان.

#### 3-3 دیاریکردنی پتوه ره کان و بنه مای پۆلینکردنیان:

پرۆسه ی هه لبژاردنی شوینی گونجاوی به ندا و کیشیه کی بریاردانی فره پتوه ره (MCDM) که پتویستی به هه لسه نگانندی ریکخراوی کۆمه لیک فاکته ری ئالۆز هیه. له م توپژینه وهیه دا، به پشتبه ستن به توپژینه وهی پيشو و راوئیزی پسپوران، ۱۰ پتوه ری سه ره کی هه لبژاردن که لایه نه جۆراوجۆره کانی جیۆلۆجی، توپۆگرافی، هایدرۆلۆجی، و ژینگه یی-کۆمه لایه تی ده گرنه وه.

له به شه کانی خواره وه دا، هه ر یه ک له م پتوه رانه به وردی شیده کریتته وه، و بنه مای زانستی ئاماده کردنی نه خشه جوگرافییه کانیان و پۆلینکردنیان بۆ ئاسته کانی گونجاوی رونه ده کریتته وه.



داده به زیت؛ بۆ نمونه چری له نیوان (75-107) پلهی (3) وهرده گریت و گونجاوییه کی کهم نیشان دهدات. له کۆتاییدا، ناوچه کانی خاوهن بهرترین چری (زیاتر له 108) به نه گونجاوترین شوین هه ژمار ده کرین و نزمترین پله (پلهی 2) وهرده گرن، چونکه نوینه رایه تی زۆنیککی جیۆلۆجی زۆر ناسه قامگیر و مه ترسی دزه کردنی ئاو ده کهن.

بهم شیوهیه، نه خشه ی چری دیارده هیلیه کانی ده بیته ئامرازیککی زانستی گرنگ بۆ دیاریکردنی ناوچه سه قامگیره کانی و دورکه و تنه وه له ناوچه ناسه قامگیر و مه ترسیداره کانی له کاتی دیزاینکردنی پرۆژه ستراتژییه کانی وه که به نداو.

خشته ی (2) چری دیارده هیلیه کانی ئاورنلی رانیه و سروشت و راده ی گونجاویان بۆ دروستکردنی به نداو

Lineaments چری دیارده هیلیه کانی	سروشت و راده ی گونجاوی	پله و به های گونجاوی
< 24	زۆر گونجاو	9
47 - 25	گونجاو	7
74 - 48	تاراده یه ک گونجاو	5
107 - 75	گونجاوی کهم	3
> 108	نیوان نه گونجاوی ته واو و گونجاوی کهم	2

تۆنزه به پشت به ستن به: نه خشه ی (2 - 1, B).

## 2- پیهوی جیۆلۆجی: (Geological Criteria)

له بواری به نداوه کاند، پیکهاته ی جیۆلۆجی و جوړی به رده کانی به به راورد به هۆکاره سروشتیه کانیتر به گرنگترین و کاریگه رترین پیهو داده نریت، که رۆل و کاریگه رپی گرنگی له سه ر دروستکردنی به نداو هه یه. کاریگه ریه که ش له روی به هیزی بنه رته ی به رده کانی و توندی به یه که وه نوسان و توانای به رگه گرتنیان به رامبه ر به کرداری رامالین و دزه کردنی ئاو و په ستانی ئاو دهرده که ویت، لایه نی جیۆلۆجی به رپرسی یه که می کیشه ی شکست و هه ره سه پینانی به نداوه کانه (الغرابی و 2021، 135).

ئاوژنله که له روی پیکهاته ی جیۆلۆجیه وه ده گه رپته وه بۆ چه ند سه رده میکی جیاواز، که هه ریه که یان تایبه تمه ندی خو ی هه یه بۆ بواره که، که له روی ژماره ی پیکهاته وه، زیاتر له (18) پیکهاته له ناوچه کدا ئاماژه یان بۆکراوه، سه ره رای نیشه تنیه کانی سه رده می چواره م، به گشتی ئەم پیکهاتانه له روی لیسۆلۆجیه وه جیاوازن، که له بواری به ستنو به نداوه کانی رۆلی پیکهاته کانی له روی تایبه تمه ندی ئەستوری و جوړی به رده کانیانه وه جیاوازن به تایبه تی له روی تایبه تمه ندی (Permeability) کونیه دارپیه وه، توانای دزه کردنی ئاو بۆ خواره وه، که دیاره هه رچه نده کونیه داری زیاتر بیت، ئەگه ری له ده ستدانی ئاو کۆکراوه ی به نداوه که زیاتر ده بیت، که ئەمه ش گونجاوی ناوچه که که مده کاته وه. بۆ نمونه، پیکهاته ی پیله سپی گونجاوییه کی تاراده یه ک سنورداری هه یه. که له به ردی جیری (Limestone) و دۆلۆمایت پیکهاته وه، تاراده یه ک گونجاو کهم پۆلینده کریت، دوا ی که میک چاره سه رکردنی بۆ به نداو. هه روه ها، نیشه تنیه کانی شیوه په روانه یی و لێزاییه کانی که زۆرینه ی له چینه به ردی لمی و به ردی چه و، و کۆنگلۆمریت پیکهاته وه، گونجاوییه کی که میان هه یه.

بۆیه ده بینین له روی گرنگی پله به ندکردنیان و شیواویان بۆ به ستنو به نداوه کانی چوار پله دانروان له ناوچه ی لیکۆلینه وه هه روه که له نه خشه ی (C-2) ئاماژه یان پیکراوه.

خشتهی (3) پیکهاته جیۆلۆجییه کانی ئاویژێی رانیه و سروشت و رادهی گونجاویان بۆ دروستکردنی بهنداو

پلهو بههای گونجاوی	سروشت و رادهی گونجاوی	پیکهاتهی جیۆلۆجی
3	گونجاوی کهم	نیشتهنی پهروانهییه کان (نیشتهی روبری شیوه پهروانهی)
3	گونجاوی کهم	نیشتهنی لیژاییه کان
5	تارادهیه ک گونجاو	پیکهاتهی پیلهسی
5	تارادهیه ک گونجاو	پیکهاتهی چه رکهس
7	گونجاو	پیکهاتهی خورماله و سنجار
5	تارادهیه ک گونجاو	پیکهاتهی کۆلۆش
5	تارادهیه ک گونجاو	پیکهاتهی تانجه رۆ
5	تارادهیه ک گونجاو	پیکهاتهی شیرانش
6	نیوان تارادهیه ک گونجاو و گونجاو	پیکهاتهی عهقره - بیخمه
6	نیوان تارادهیه ک گونجاو و گونجاو	پیکهاتهی کۆمیتان و بالامبۆ
6	نیوان تارادهیه ک گونجاو و گونجاو	پیکهاتهی قه مچۆغه
7	گونجاو	پیکهاتهی بالامبۆ و سه رمۆرد
5	تارادهیه ک گونجاو	پیکهاتهی (چیا گاره، به رسه رین، ناوکه لکان و سه رگه لو)
5	تارادهیه ک گونجاو	پیکهاتهی سیکانیان و سارکی
5	تارادهیه ک گونجاو	پیکهاتهی به لۆتی و قوره شیینه

تۆیژه به پشت بهستن به: نه خشی (2 - 1, C).

### 3- پتوهی لیژی Slope Criteria

یه کیک له تایبه مه ندییه ئەنداز یاریه گرن گه کان بۆ پرۆژه کان بریتییه له لیژی، که له جیبه جیکردنی پرۆژه کاندای به کار دیت، به جۆرێک پلهی لیژی کاریگهری له سه ر سه لامه تی به نداو و مه ودای گونجاوی سه ر روی زهوی بۆ به کاره یانانه جۆربه جۆره کان هه یه. ئەو لیژییه ی که پله که ی زیاتره له (30) نه شیاهه بۆ دامه زراندن و بنیاتنای دامه زراوه ی مرۆپی و هۆکاری سه ره کی هه رهس و دارمانی زهوییه. ههروه ها لیژی کۆنترۆلکه ری سروشتی ئاوی ریکردوی سه ر زهوی و ئاوی ژیرزهوی و خێراییه که یه تی، که وا راده ی گونجاوی راسته وانیه له گه ل لیژیدا، پتوهی په سه ندی نمونه ی لیژی بۆ دروستکردنی به نداو ناوچه نزم و ریکه کان و ئەو ناوچانه یه که لیژییه کی که میان هه یه، به تایبه تی پله ی لیژی که ده که ویته نیوان (0 - 3) پله به پێی پتوهی جیهانی (صالح 2024, 2025).

ناوچه ی لیکۆلینه وه به پێی پۆلێنی زینک دابه شی پینچ پله ی جیاواز له لیژی کراوه، که هه ره یه که یان به های گرینگیان بۆ دیاریکراوه به مه به سستی زانیی رۆل و کاریگه ری ئەم پتوه رانه له سه ر شوێنی دامه زرانندی به ستو به نداو له ناوچه که دا، ههروه ک له نه خشی (D-2) ئاماژه یییکراوه، ناوچه زۆر سه خت و زۆر لیژه کانی ناوچه که ده که ونه ناوچه کانی زنجیره چیاکانی ناوچه که که له باکوری خۆر ئاوا به رهو باشورو باشوری خۆره لاتی ناوچه که درێژبونه ته وه پله کانی (16 - 29.9) تاکو زیاتره له (30) وه رده گرن، که به ناوچه ی نه شیاهه بۆ به نداو دانراوه. بێجگه له ناوچه ی ده شتایی و ده شتی بیتوین که روه یه کی تاراده یه ک ته ختی هه یه که پله کانی که متر له (1.9) تاکو پله کانی (8 - 15.9) وه رده گریت، که شیاون بۆ شوێنی به نداو.

خشته ی (4) پله ی لیژی ئاویژلی رانیه و سروشت و راده ی گونجاویان بۆ دروستکردنی به نداو

پله و بهای گونجاوی	سروشت و راده ی گونجاوی	پله ی لیژی
9	زۆر گونجاو	< 1.9
7	گونجاو	7.9 - 2
5	تاراده یه ک گونجاو	15.9 - 8
3	گونجاوی که م	29.9 - 16
1	به ته واوی نه گونجاو	> 30

تویژه به پشت بهستن به: نه خشه ی (2 - 1, D).

#### 4- پتوهی دابارینی باران: Rainfall Criteria

بری دابارین، به فر و باران به سه رچاوه ی سه ره کی ئاوی سه ره وه ی و هوکاری یه که می دروستبونی دۆله ئاوییه کان داده نریت. زانیاری ده رباره ی بری بارانبارین به پشت بهستن به وه گرگرتنی ته واوی پیکسله کانی وینه ی داتای سه ته لایتی CHIRPS<sup>1</sup>، بۆ ناوچه ی لیکۆئینه وه، پاشان کردنیان به پینج پۆل و دروستکردنی نه خشه بۆی له رینگی کرداری (Interpolation - Kriging) وه ک نه خشه ی (E-2).

له سه ره ئه م بنه مایه، ئه و ناوچه ی که به زرترین بری بارانبارین لێ ده باریت، له نیوان (805 - 883 ملم)، که ناوچه کانی باکوری ناوچه ی لیکۆئینه وه ده گرته وه، به پله ی زۆر گونجاو پۆلین ده کرین، چونکه زۆرترین بری ئاوی بۆ پرپونه وه ی به رده وای ئه مباری به نداوه که دابینه که ن. به دوا ی ئه ودا، پۆلی (745 - 804 ملم) وه ک گونجاو هه لده سه نگینریت، چونکه هیشتا بریکی زۆر باش و دنیاکه ره وه ی ئاوی دابینه که ن. له گه ل که مبنه وه ی بری باران، گونجاویش داده به زیت؛ بۆ نمونه، پۆله کانی (634 - 682 ملم) و (683 - 744 ملم) ئاستی گونجاو بیان له نیوان تاراده یه ک گونجاو و گونجاوی که م دایه، چونکه دنیایی له سه ره دابینه کردنی ئاوی پتویست که م ده بیته وه. له کۆتاییدا، نزمترین ئاستی بارانبارین، که له نیوان (538 - 633 ملم) دایه، که ناوچه کانی باشوری خۆر هه لات و باشوری خۆر ئاوی ئاویژله که ده گرته وه، به که مترین گونجاوی داده نریت، چونکه بری ئاوی دابینه که ن له ئاستیکی نزم و نادنیادایه، که ئه مه ش کاریگه ری له سه ره و کارایی درێژخایه نی پرۆژه که دروستده کات.

خشته ی (5) دابارینی باران ئاویژلی رانیه و سروشت و راده ی گونجاویان بۆ دروستکردنی به نداو

پله و بهای گونجاوی	سروشت و راده ی گونجاوی	دابارینی باران به (ملم)
2	نیوان نه گونجاوی ته واو و گونجاوی که م	633 - 538
4	نیوان گونجاوی که م و تاراده یه ک گونجاو	682 - 634
6	نیوان تاراده یه ک گونجاو و گونجاو	744 - 683
7	گونجاو	804 - 745
9	زۆر گونجاو	883 - 805

تویژه به پشت بهستن به: نه خشه ی (2 - 1, E).

#### 5- کۆمه له ی خای هایدروئۆلۆجی: HSGs Criteria

له چوارچێوه ی هه لسه نگاندنی گونجاوی شوینه کان بۆ پرۆژه کانی دروستکردنی به نداو، پتوهی کۆمه له ی خای هایدروئۆلۆجی (Hydrologic Soil Groups) وه ک یه کینک له فاکتوره کان شیکراوه ته وه، ئه مه ش به پشت بهستن به داتا کانی Global Hydrologic Soil Groups<sup>2</sup> و به به کارهینانی پرۆسه ی شیکاری پله به ندی (AHP). ئه نجامه کان ده ریده خه ن که ئه و ناوچه ی خاکیان له جۆری C پینکدیت، به های 3 یان وه گرگرتوه، که ئاماژه یه بۆ گونجاوییه کی که م.

ئەمەش ئەو دەگەيەنیت کە هەرچەندە توانای داچۆرینیان هیواشە، بەلام بۆ پرۆژەیه کی ستراتیژی وەک بەنداو بە باشترین بژاردە دانانرین. بە هەمان شیوە، خاکی جۆری D بەهای 5 ی پیدراو، کە پۆلیندە کریت وەک تارادەیه ک گونجاو و نیشانی ئەوێه کە تایبەتمەندییه کانی باشترن لە جۆری C. پۆلینکارییه دوانییه کان (Dual Classifications) ئاستیکی بەرزتری گونجاویان نیشان داو؛ بۆ نمونە، خاکی جۆری C/D بەهای 6 ی وەرگرتو، کە بەهایه کی نیوان "تارادەیه ک گونجاو" و "گونجاو" ه، زەمینەیه کی لەبارتر دەرەخسینیت. بەلام بەرزترین ئاستی گونجاوی لەم شیکارییه دا بۆ خاکی جۆری D/D تۆمارکراو، کە بەهای 7 ی پیدراو و بە گونجاو هەژمار دەکریت، چونکە لە دۆخی سروشتیدا توانایه کی بەرزیه بۆ رینگریکردن لە دزەکردنی ئاو. بەم شیوەیه، دەرە کەویت کە ناوچهی لیکۆلینهوه کە پۆلینکارییه کی جیاوازی گونجاوی تیدایه، کە لە "گونجاوی کەم" ه دەست پیدە کات تادەگاتە ئاستی "گونجاو"، ئەمەش زانیاری ورد دەبەخشیت بۆ بریاردان لەسەر شوینی دامەزراندنی بەنداو، وەک لە نەخشە (F-2) دیاریکراو.

خشتهی (6) کۆمەلەهێ خاکی هایدروئۆلۆجی ئاوژێلی رانیه و سروشت و رادهی گونجاویان بۆ دروستکردنی بەنداو

هایدرۆلۆجی خاک	سروشت و رادهی گونجاوی	پلهو بههای گونجاوی
C	گونجاوی کەم	3
D	تارادەیه ک گونجاو	5
C/D	نیوان تارادەیه ک گونجاو و گونجاو	6
D/D	گونجاو	7

تۆژەر بە پشت بەستن بە: نەخشە (F, 1-2).

### 6- پێوهری پلهی چری لقه روباره کان Criteria Hydrologic – Stream Density

بۆ دیاریکردنی شوینی گونجاو بۆ دروستکردنی بەنداو، پلهی لقه کانی ئاوژێل (Stream Order) وەک پێوهریکی هایدروئۆلۆجی گرنگ دادەنریت، چونکە پێوهندییه کی راستهوانه لەنیوان پلهی ئاوژێل و گونجاوی شویندا ههیه. بۆ نەخشە ناوچه کە پلهی لقه کانی ئاوژێل چری لقه کانیان بۆ دیارکرا، بەشیوهیه کی گشتی چری لق کان بە ناو سێ دۆله سەرەکی و لە باشوری ناوچهی لیکۆلینهوه کە دەکەوێتە سەر دەشتی بیتوین چریبونهوه، بە مەبەستی ئاسانکردنی زیاتر و زانیی شوینی چری زۆر، مام ناوهند، کەم بۆ ئاوژێله کە. لەسەر بنەمای چری لقه کان و بەیپی ئەنجامه کانی ناوچهی لیکۆلینهوه، رێهوه ئاوییه کانی پله یه ک و دو، کە بە "ناوچهی کۆبونهوهی زۆر کەم" دادەنرین، نزمترین پله (2) وەرگرتو و گونجاوییه کی کهمیان بۆ پرۆژهی بەنداو ههیه. بە بەرزبونهوهی پلهی ئاوژێل، گونجاوی شوینه کەش زیاددە کات؛ بەجۆریک کە رێهوه کانی پله سێ وەک "کەم" (4) و پله چوار وەک "مام ناوهند" (6) پۆلینکارون. گونجاوییه کە زیاتر دەبیت لە پلهی پینجدا کە بە "بەرز" (7) هەژمار کراو. لوتکهی گونجاوی لەم پێوهره دا بۆ رێهوه کانی پله شەش تۆمارکراو، کە بە "ناوچهی کۆبونهوهی زۆر بەرز" دادەنرین و بەرزترین پله (9) یان پیدراو. کەواته، ئەنجامه کان پشترستی دەکاتهوه کە شوینه هه ره گونجاوه کان بۆ بنیاتنانی بەنداو ئەو خالانه کە بەرزترین پلهی ئاوژێلیان هه یه و زۆرترین توانستیان بۆ گلدانهوهی ئاو هه یه.

خشتهی (7) پلهی کۆبونهوهی لقه جۆگه لهی چه م و روباره کانی ئاوژێلی رانیه و سروشت و رادهی گونجاویان بۆ

دروستکردنی بەنداو

چری لقه روبار و دۆله کان	سروشت و رادهی گونجاوی	پلهو بههای گونجاوی
یه ک و دو (ناوچهی کۆبونهوهی زۆر کەم)	نیوان نه گونجاوی تهواو و گونجاوی کەم	2
سێ (ناوچهی کۆبونهوهی کەم)	نیوان گونجاوی کەم و تارادەیه ک گونجاو	4
چوار (ناوچهی کۆبونهوهی مام ناوهند)	نیوان تارادەیه ک گونجاو و گونجاو	6
پینج (ناوچهی کۆبونهوهی بەرز)	گونجاو	7
شەش (ناوچهی کۆبونهوهی زۆر بەرز)	زۆر گونجاو	9

توئزهر به پشت بهستن به: نهخشه ی (2 - 2, G).

### 7- پئوهری روپوش و شئواری به کارهینانی روی زهوی Land Use/Land Cover (LULC) Criteria

پئوهری روپوش و شئواری به کارهینانی روی زهوی (LULC) یه کئیکه له فاکتهره ژینگه یی و ئابوریه گرنه گان له پرۆسه ی دیاریکردنی شوئیی گونجاوی به نداو، چونکه راسته وخو کاریهگری له سهر تیچوی پرۆزه که، کاریهگریه کومه لایه تیه گان، و سه قامگیری حهوزی به نداوه که هه یه. له شیکاری ناوچه ی لیکۆلینه وه، نزمترین ئاستی گونجاوی بۆ نیشینگه ی مرۆی دیاریکراوه و پله ی (1) ی پیدراوه؛ ئەمەش به هۆی ئەوه ی بنیاتنانی به نداو له م ناوچانه دا پئویستی به راگواستی دانیشتون و قهره بوکردنه وه یه کی زۆر هه یه، که له روی ئابوری و کومه لایه تیه وه گونجاو نییه. ههروه ها، زهوی روتنه و روه کی ته نک (پله ی 3) و زهوی شیاو بۆ کشتوکال (پله ی 4) به هه مان شیوه گونجاویان که مه؛ یه که میان به هۆی ئەگه ری به رزی رامائینی خاک (Erosion) و پرپونه وه ی به نداوه که به نیشته نی، و دوه میان به هۆی له ده ستدانی سه رچاوه ی گرنگی ئابوری کشتوکالییه وه.

به لام به رزترین ئاستی گونجاوی بۆ ناوچه ی ئاوی (پله ی 9) دیاریکراوه، چونکه به نداوه گان بری ئاوی پئویستی بۆ مسۆگه ره، وه ک ئاوی که ناره گانی باکوری ده ریاچه ی دوکان، ئاوه گانی سماقوئ و سه روچاوه و روباری هه میشه یی. زهوی شیداری گزۆگیایش (پله ی 8) به هۆی سروشته ئاویه که یه وه به گونجاویه کی زۆر به رز داده نریت. روپوشه سروشتیه گانی وه ک گزۆگی و له وه رگه (پله ی 7) و روپوشی ده رختی (پله ی 6)، به گشتی گونجاو، چونکه رۆئیکی ئەرنییان هه یه له که مکردنه وه ی ریکردنی ئاوی سه رزهوی و ریکردن له رامائینی خاک، که ئەمەش ته مه نی به نداوه که درێژده کاته وه. به م شیوه یه، شیکاریه که ده ریده خات که شوئینه نمونه ییه گان ئەو ناوچانه که دورن له چالاکیه گانی مرۆف و خاوه نی روپوشیکی سروشتی سه قامگیرن. وه ک له نه خشه ی (2 - H) جوړه گانی به کارهینانی زهوی دیاریکراون له ناوچه که دا.

خشته ی (8) روپوش و شئواری به کارهینانی روی زهوی ئاوژئیی رانیه و راده ی گونجاویان بۆ دروستکردنی به نداو

پله و به های گونجاوی	سروشت و راده ی گونجاوی	روپوش و شئواری به کارهینانی روی زهوی
6	نیوان تاراده یه ک گونجاو و گونجاو	روپوشی ده رختی
5	تاراده یه ک گونجاو	دارو ده وه ن
7	گونجاو	گزۆگی و له وه رگه
4	نیوان گونجاوی که م و تاراده یه ک گونجاو	زهوی شیاو بۆ کشتوکال
1	به ته واوی نه گونجاو	نشینگه (نیشته جئ) مرۆی
3	گونجاوی که م	روتنه _ روه کی ته نک
9	زۆر گونجاو	ئاوی هه میشه یی
8	نیوان گونجاو و زۆر گونجاو	زهوی شیداری گزۆگیایی

توئزهر به پشت بهستن به: نهخشه ی (2 - 2, H).

### 8- پئوهری به رزی و نزمی Topographic Criteria

به رزی و نزمی یه کئیکه له هۆکاره سه ره کبیه گان که له کاتی دروستکردنی به نداوه گاندا له به رچاوه ده گیریت، چونکه کۆکردنه وه ی ئاوی پئویستی به ناوچه یه کی ئاوژئیی هه یه که لژبیه که ی ته خت یان مامناوه ند بیت، ئەمەش یارمه تیده ره له که مکردنه وه ی رپژه ی رامائینی خاک و به دوایدا کۆبونه وه ی نیشته نی (Sedimentation) له به نداوه که دا. ئەمه له لایه ک، و له لایه کی تره وه، به رزی و نزمی کاریهگری هه یه له سه ر پله ی لژبی، ئەمەش له رینگه ی جیاوازی نیوان نزمترین و به رزترین خاله وه له ناوچه هه لژبژدراوه گاندا. ههروه ها کاریهگری هه یه له سه ر شوئیی به نداو و کۆگاکانی ئاوی، له رینگه ی کاریهگریه وه له سه ر کۆبونه وه و جو له ی ئاوی حمد، صابر و عزیز 2022، 113. (که واته ده گه یه نه وه ی که به رزی و نزمی زهوی یه کئیکه له فاکتهره گرنه گان بۆ دیاریکردنی شوئیی گونجاوی به نداو. ئەمەش له بهر دو هۆکاری

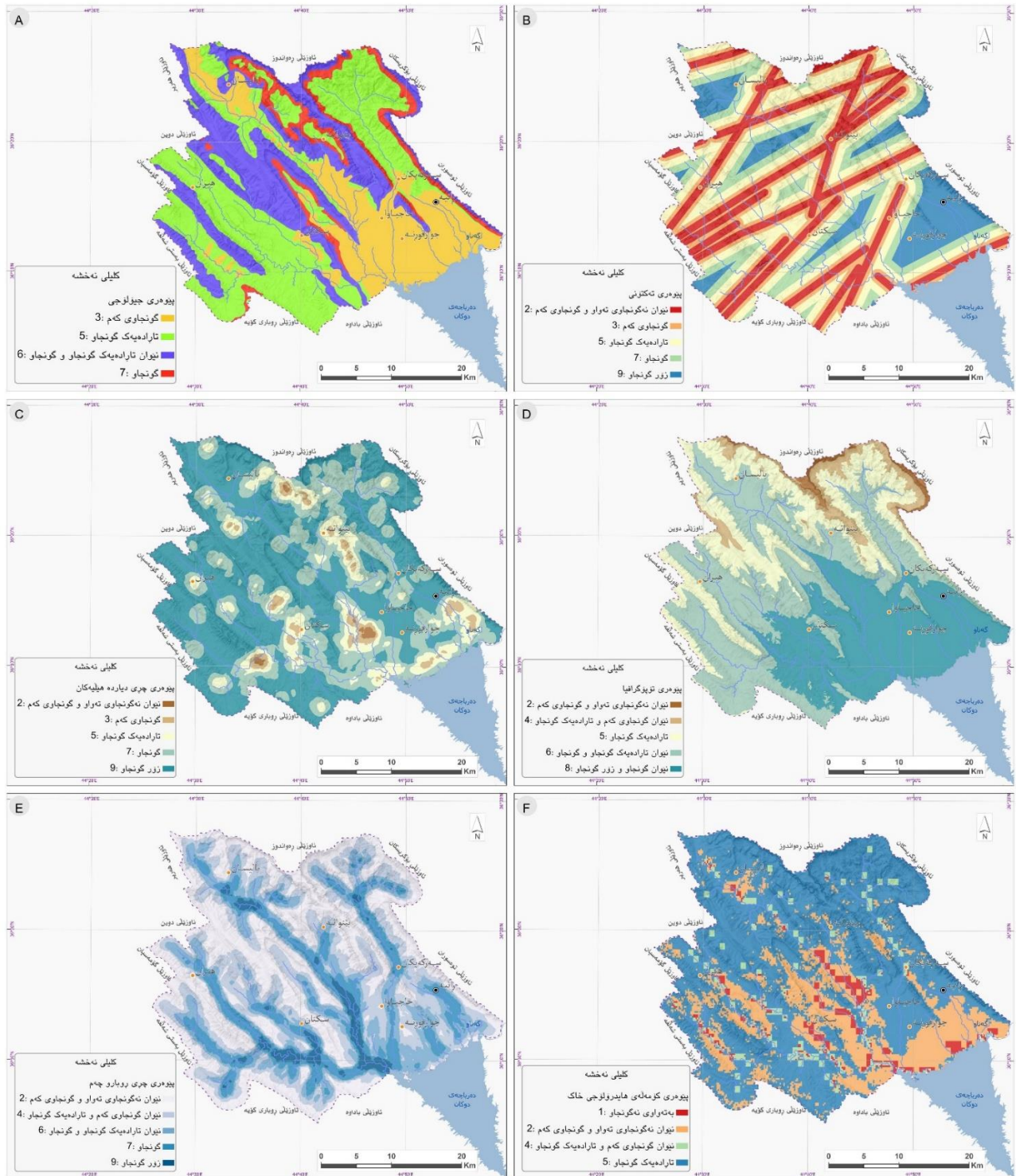


سه ره کیه بو دورکه و تنه وه له ناوچه ههستیاره کان و دۆزینه وهی شوئینیکی هاوسهنگ که هه م سه لامه تی دانیشه توان بپاریزیت و هه م تیچوی پروژه که له ئاستیکی گونجاودا بهیلتیه وه. خشته ی (10) دوری له نشینگه مرۆیه کان ئاوزیلی رانیه و سروشت و راده ی گونجاویان بو دروستکردنی به نداو

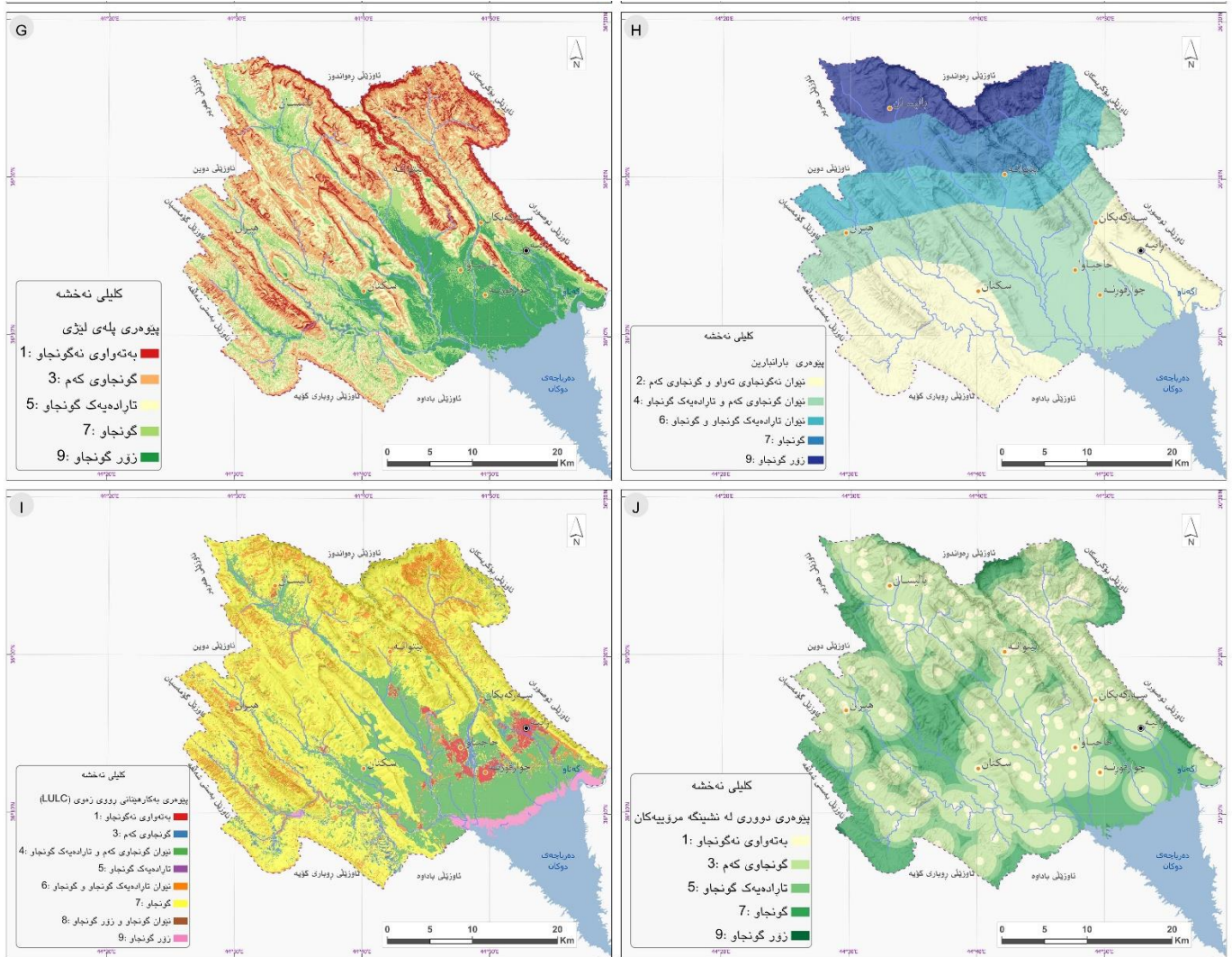
پله و به های گونجاوی	سروشت و راده ی گونجاوی	دوری له نشینگه مرۆیه کان
1	به ته واوی نه گونجاو	< 500
3	گونجاوی که م	2000 - 501
5	تاراده به ک گونجاو	4000 - 2001
7	گونجاو	6000 - 4001
9	زۆر گونجاو	> 6000

تۆنژهر به پشت به ستن به: نه خشه ی (2 - 2, ل).

( F ، خاکی هایدرۆلۆجی =E، بارانبارین =D، لێژی =C، جیۆلۆجی =B هێنێهکان =، دیاردە =A) که هه‌ریه‌ که له (ته‌کتۆنی =2-1 نه‌خشی ) له‌خۆده‌گرت.



نەخشە (2-2) کە هەریەکە لە (چرئ لقه روبارەکان = G، بە کارهێنانی زهوی = H، تۆپۆگرافیا = I، نشینگە مرۆپیه‌کان = J) لە خۆدەگرت.



**4- شیکاری و مۆدیلکردنی گونجاوی (Suitability Analysis and Modeling)**

**4-1- پرۆسه‌ی شیکاری پله‌بەندی (AHP Analysis)**

بۆ دیاریکردنی کێشی پێژەپی هەر یەک لە 10 پێوه‌ره‌که، میتۆدی AHP بەم هه‌نگاوانه‌ی خواره‌وه جێبه‌جێکرا که له‌شێوه‌ی (1) رۆنکراوه‌ته‌وه:



به های گونجاوی	به های AHP	پنجاهه تهمی جیولۆجی	بونیادی جیولۆجی (دوری بهنداوه کان له درزو کرانه وه کان ژیروهه) (م)	چری دیاره هینه کان Lineaments	پلهی لژی	دابیرنی بارنی کارا به (ملم)	کومه لهی هایدرو لۆجی خاک	پلهی ناوژیل و کوبونه وهی لقه جۆگه کان چهم و روباره کان Streams	به کارهینانی زهوی و روپوشی روهکی (LU LC)	نه خشه ی به رزو و نهی (Topographic Map)	دوری له نیشیگه موزیه کان (Settlements)
به تهواوی کاریگه ری نییه	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
کاریگه ری که می هه یه	3	0	0	1	1	1	3	0	4	2	2
تاراده به ک کاریگه ری هه یه	5	0	3	2	1	2	3	0	3	2	6
کاریگه ری زۆری هه یه	7	2	3	4	3	4	3	3	2	3	1
به تهواوی کاریگه ری هه یه	9	8	4	2	5	3	1	7	1	3	0
کۆی گشتی	AHP	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
ناوه ندی وه لاهه کان بۆ به های AHP <sup>3</sup>		8.5	7.0	6.4	7.5	6.8	5.3	8.3	4.5	6.6	4.4
<b>به های AHP</b>		<b>9</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>4</b>

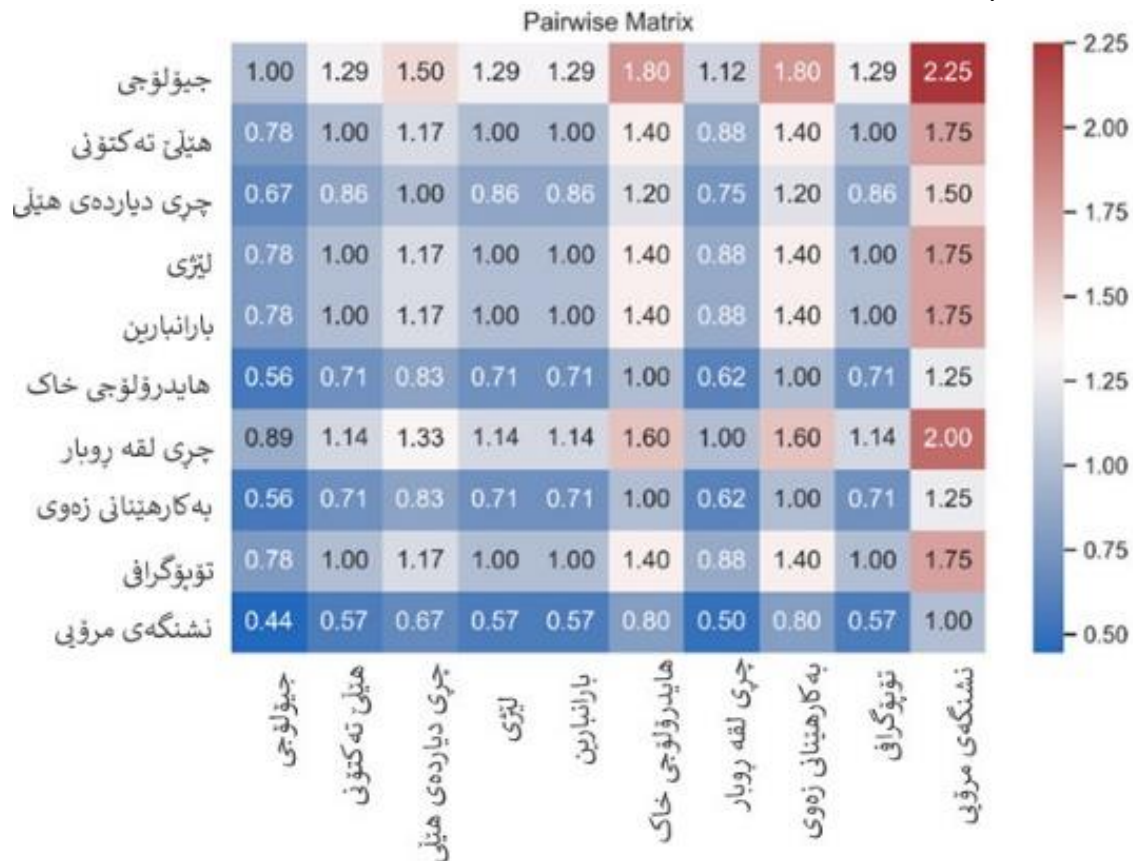
تۆنهر به پشت به ستن به راوبۆچونی شاره زایانی پسپۆرو نه کادیمی بواری جوگرافیا، جیۆمۆرفۆلۆجی، جیۆلۆجی و نه اندازیاری، هایدرو لۆجی.

خشته‌ی (12) به‌های پۆلینی به‌راوردکردنی دوانی (Pairwise Comparison Matrix) نیوان پیوره‌کان (Criteria)

Criteria	پیکهاته‌ی جیولۆجی	بونیادی جیولۆجی	چری دیارده هینلیه‌کان	پله‌ی لێژی	دابارینی باران به (ملم)	خاکی هایدروئۆلۆجی	چری پله‌ی ناوژێل و کۆبوونه‌وی لقه‌کانی	به‌کارهینانی روی زه‌وی	به‌رزى و نزمى (تۆبۆگرافیا)	نشینگه مرۆپیه‌کان
پیکهاته‌ی جیولۆجی	1	1.2857	1.5	1.2857	1.2857	1.8	1.125	1.8	1.2857	2.25
بونیادی جیولۆجی	0.7778	1	1.1667	1	1	1.4	0.875	1.4	1	1.75
چری دیارده هینلیه‌کان	0.6667	0.8571	1	0.8571	0.8571	1.2	0.75	1.2	0.8571	1.5
پله‌ی لێژی	0.7778	1	1.1667	1	1	1.4	0.875	1.4	1	1.75
دابارینی باران به (ملم)	0.7778	1	1.1667	1	1	1.4	0.875	1.4	1	1.75
خاکی هایدروئۆلۆجی	0.5556	0.7143	0.8333	0.7143	0.7143	1	0.625	1	0.7143	1.25
چری پله‌ی ناوژێل و کۆبوونه‌وی لقه‌کانی	0.8889	1.1429	1.3333	1.1429	1.1429	1.6	1	1.6	1.1429	2
به‌کارهینانی روی زه‌وی	0.5556	0.7143	0.8333	0.7143	0.7143	1	0.625	1	0.7143	1.25
به‌رزى و نزمى (تۆبۆگرافیا)	0.7778	1	1.1667	1	1	1.4	0.875	1.4	1	1.75
نشینگه مرۆپیه‌کان	0.4444	0.5714	0.6667	0.5714	0.5714	0.8	0.5	0.8	0.5714	1

تۆنێهر پشت به‌ست به‌نامه‌ی (AHP tool).

شیوه‌ی (2) چری مه‌تریکسی به‌راوردکردنی دوانی (Pairwise Comparison Matrix- Heatmap)



تۆنێهر پشت به‌ست به‌ پرۆگرامسازی (Python) و خشته‌ی (12).

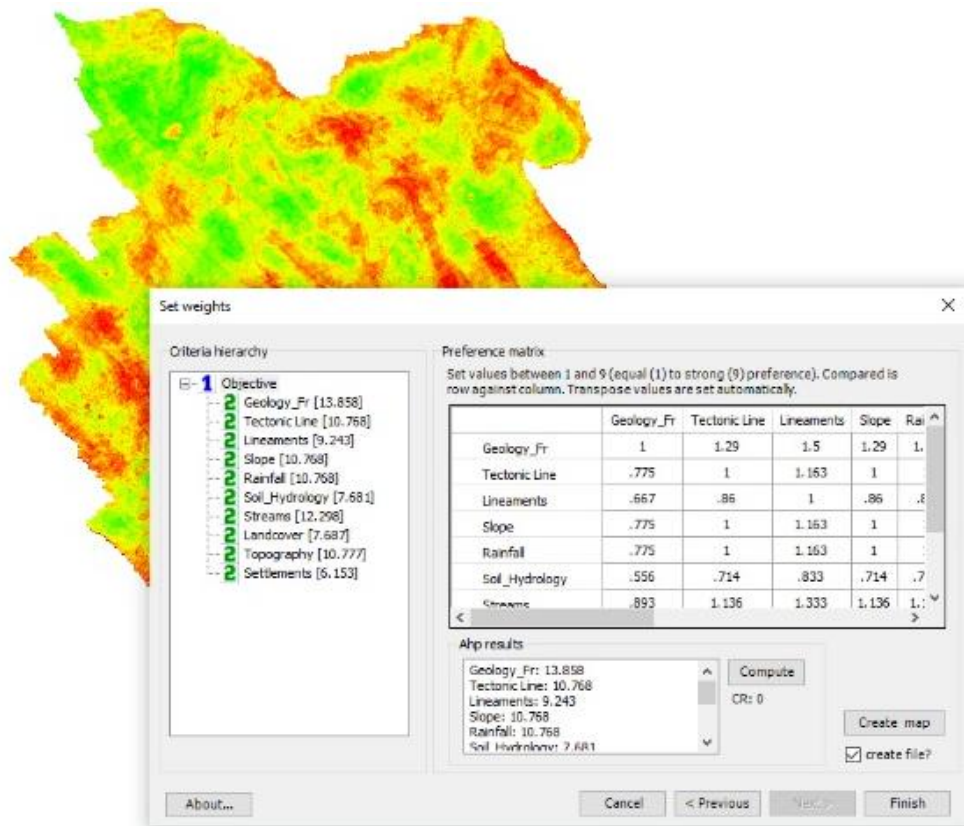
#### 4-1-2 حسابکردنی کیشی پتوره‌کان:

به به کاره‌ینانی مؤدیلی AHP، کیشی کوتایی هه‌ر پتوره‌نیک له ماتریکسه‌که‌وه به شیوه‌ی بیرکاریانه هه‌ژمارکرا بروانه شیوه‌ی (3). گرنگی ریژه‌ی هه‌ر پتوره‌نیک به‌ی پتوره‌ری ژماره‌ی ساتی (1-9) دیاریکرا (بروانه خشته‌ی (13)). خشته‌ی (13) پتوره‌کانی به‌های پله‌ی گونجاوی پتوره‌کان و راده‌ی گونجاوی به‌ی پۆلینی (Saaty1980) ژماره‌ی به‌های پله‌ی گونجاوی پتوره‌کان

به‌ته‌واوی نه‌گونجاو	1
گونجاوی که‌م	3
تاراده‌یه‌ک گونجاو	5
گونجاو	7
زۆر زۆر گونجاو (به‌ته‌واوی گونجاو)	9
به‌های ناوه‌راست له‌نیوان دوه‌های دراوسید ا	2, 4, 6, 8

Saaty, T.L. and Vargas, L.G., 1980. Hierarchical analysis of behavior in competition: Prediction in chess. Behavioral science, 25(3), pp.180-191.

شیوه‌ی (3) به‌کاره‌ینانی تۆلی (AHP) بۆ پروسه‌ بیرکاریه‌کانی گونجاوی شوینی به‌ستو به‌نداوه‌کان له ناوچه‌ی لیکۆلینه‌وه



تۆیژه‌ر به‌پشت به‌ستن به‌خشته‌ی (2) و به‌کاره‌ینانی ئامراز (AHP) و به‌نامه‌ی (GIS)

#### 4-1-3 پشکنینی جیگیریی بریاره‌کان: (Consistency Analysis)

بۆ دنیابون له لۆژیکی بریاره کانی پسیوران، پشکنینی جیگیری ئه نجامدرا. ئه م پرۆسه یه له ریگه ی هه ژمارکردنی پیوه ری جیگیری (CI) و ریژه ی جیگیری (CR) ئه نجام درا) بروانه هاوکیشه کانی CI و (CR). ئه نجامی شیکارییه که نیشانیدا که  $CR = 0$ ، که زۆر له خوار سنوری قبولکراوی ستانداردهویه ( $CR \leq 0.10$ ) و جیگیری تهواوی بریاره کان دهسه لمینیت بروانه خسته ی 14 بۆ به های (RI).

خسته ی (14) به ها ستاندارده کانی پیوه ری هه ره مه کی (RI)

ژماره ی پیوه ره کان (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
به های پیوه ری هه ره مه کی (RI)	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

جیبه جیکردن و ده ره نجامی کۆتایی، له بهر ئه وه ی له م لیکۆلینه وه یه دا (10) پیوه ره به کارهینراوه ( $n=10$ )، به پیی خسته ی ستانداردی سه ره وه، به های پیوه ری هه ره مه کی یه کسانه به 1.49.

2-4 شیکاری جوگرافی و مۆدیلکردن له ژینگه ی GIS (Geospatial Analysis and Modeling in GIS) دوا ی دیاریکردنی کیشه کان، پرۆسه ی شیکاری جوگرافی بۆ به ره مه پینانی نه خشه ی کۆتایی به م هه نگاوانه ئه نجام درا:

#### 1-2-4. ستانداردکردنی نه خشه کان: (Map Standardization - Reclassification)

هه مو نه خشه ی پیوه ره کان (که یه که ی پیوانه ی جیاوازیان هه یه) کران به یه ک پیوه ری هاوبه ش له 1 (که مه ترین گونجاوی) تا 9 (به رزترین گونجاوی).

#### 2-2-4. تیکه لکردنی قورسای و به ره مه پینانی نه خشه ی کۆتایی (Weighted Overlay and Final Map

Generation):

به به کاره پینانی ئامرازی تایبه تمه ندرکراوی MyAHP له ناو به رنامه ی ArcGIS Pro (v3.4.1)، هه مو چینه ستانداردکراوه کان به پیی کیشه به ده سه تهاته وه کانی AHP تیکه لکران. ئه م کرداره له سه ر بنه مای هاوکیشه ی تیکه لکردنی قورسای (WLC) ئه نجام درا.

$$S = \sum_{i=1}^n W_i * Z_i$$

$S$  = نهمه ی کۆتایی گونجاوی: (Final Suitability Score) ئه نجامی کۆتایی که دیاری ده کات شوپینیک چه نده گونجاوه.

$\Sigma$  = هیمای کۆکردنه وه: (Summation Symbol) واته کۆی گشتی ئه نجامی لیکدانی هه مو پیوه ره کان.

$w_i$  = کیشی پیوه ره: (Weight of Criterion) گرنگی ریژه یی هه ر پیوه ریک (بۆ نمونه، جیولوجی یان لیژی) که له AHP به ده سه ت هاته.

$c_i$  = به های پۆلینکراوی پیوه ره: (Classified Value of Criterion) نهمه یه ک (بۆ نمونه له 1 بۆ 9) که به شوپینیک دراوه بۆ پیوه ریکی دیاریکراو.

$i$  = ئیندیکسی پیوه ره: (Criterion Index) ژماره ی هه ر پیوه ریکه له 1 هه تا  $n$ .

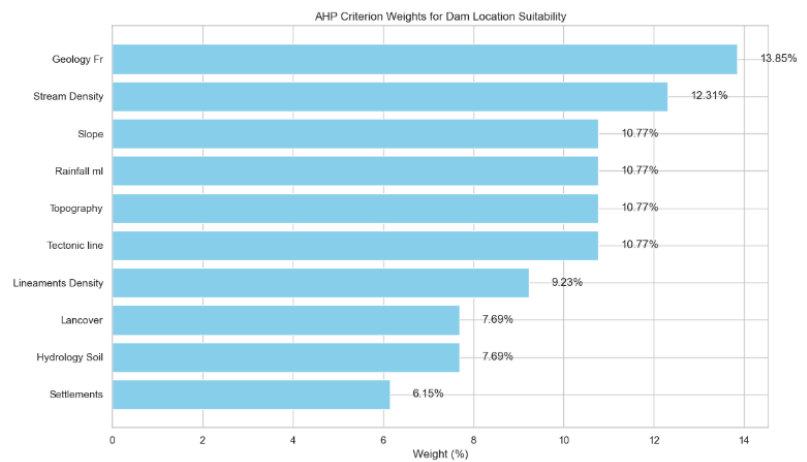
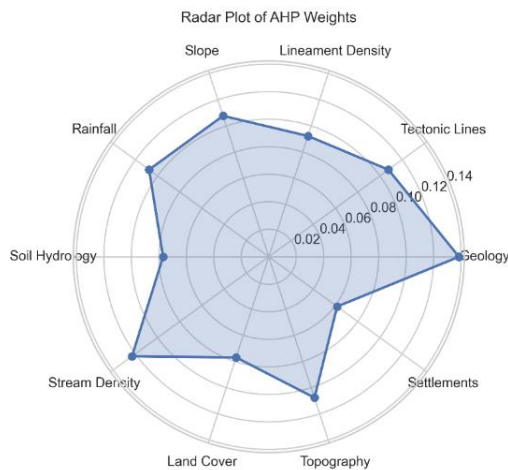
$n$  = کۆی ژماره ی پیوه ره کان: (Total Number of Criteria) هه مو ئه و پیوه رانه ی له لیکۆلینه وه که دا به کاره اتون.

## 5- نهنجامه كان (Results)

شيكاريه كانى ئەم توژينه وهيه دو دهره نجامى سه ره كى به ره مهينا: يه كه م، ديارى كردنى كيشى ريزه ي پيوهره كان له رينگه ي AHP، و دوهم، به ره مهينانى نه خشه ي گونجاوى كو تا ي.

### 1-5 كيشى پيوهره كان (Criteria Weights)

به ينى ئە نجامى شيكاريه ي AHP وه ك له شيوه ي (4) خراوه ته رو، پيوهرى "پيكهاته ي جيولوجى" به رزترين كيشى (13.85%) وه رگرت، له كاتيكدا پيوهرى "دورى له نشينگه ي مروپى" كه م ترين كيشى (6.15%) پيدرا. شيوه ي (4) رادارى ديارى كردن و پيدانى كيش و به ها به هر ئە و (10) پيوهره به كارها توه كان (Criteria)



### 2-5 نه خشه ي گونجاوى شوپن (Final Suitability Map)

دواى كردارى تيكه لكردى قورسا ي (Weighted Overlay)، نه خشه ي كو تا يى گونجاوى شوپن به ره م هات وه ك له نه خسه ي (3) و (4) دا دياره. شيكاريه ئەم نه خشه يه ده ريده خات كه ئاو زى لى رانيه بو پينچ پولى نى گونجاوى دابه ش بوه (خسته ي 15):

- زور گونجاو 193.0 كم<sup>2</sup> (15.0%)
- گونجاو 343.1 كم<sup>2</sup> (26.7%)
- تاراده يه ك گونجاو 365.5 كم<sup>2</sup> (28.4%)
- كه م گونجاو 277.1 كم<sup>2</sup> (21.6%)
- به ته واوى نه گونجاو 106.5 كم<sup>2</sup> (8.3%)

كو ي روبه رى پولى نه كانى "گونجاو" و "زور گونجاو" پيكه وه ده كاته 536.1 كم<sup>2</sup>، كه ريزه ي (41.7%) ي كو ي روبه رى ئاو زى لئه كه پيكده هينيت.

خسته ي (15) روبه رو ريزه ي سه دى راده ي گونجاوى هه لباردى شوپنى به ندا وه كان له ئاو زى لى روبارى رانيه

ريزه ي سه دى (%)	روبه ر/كم <sup>2</sup>	را ده ي گونجاوى
8.3	106.5	به ته واوى نه گونجاو
21.6	277.1	گونجاوى كه م
28.4	365.5	تاراده يه ك گونجاو

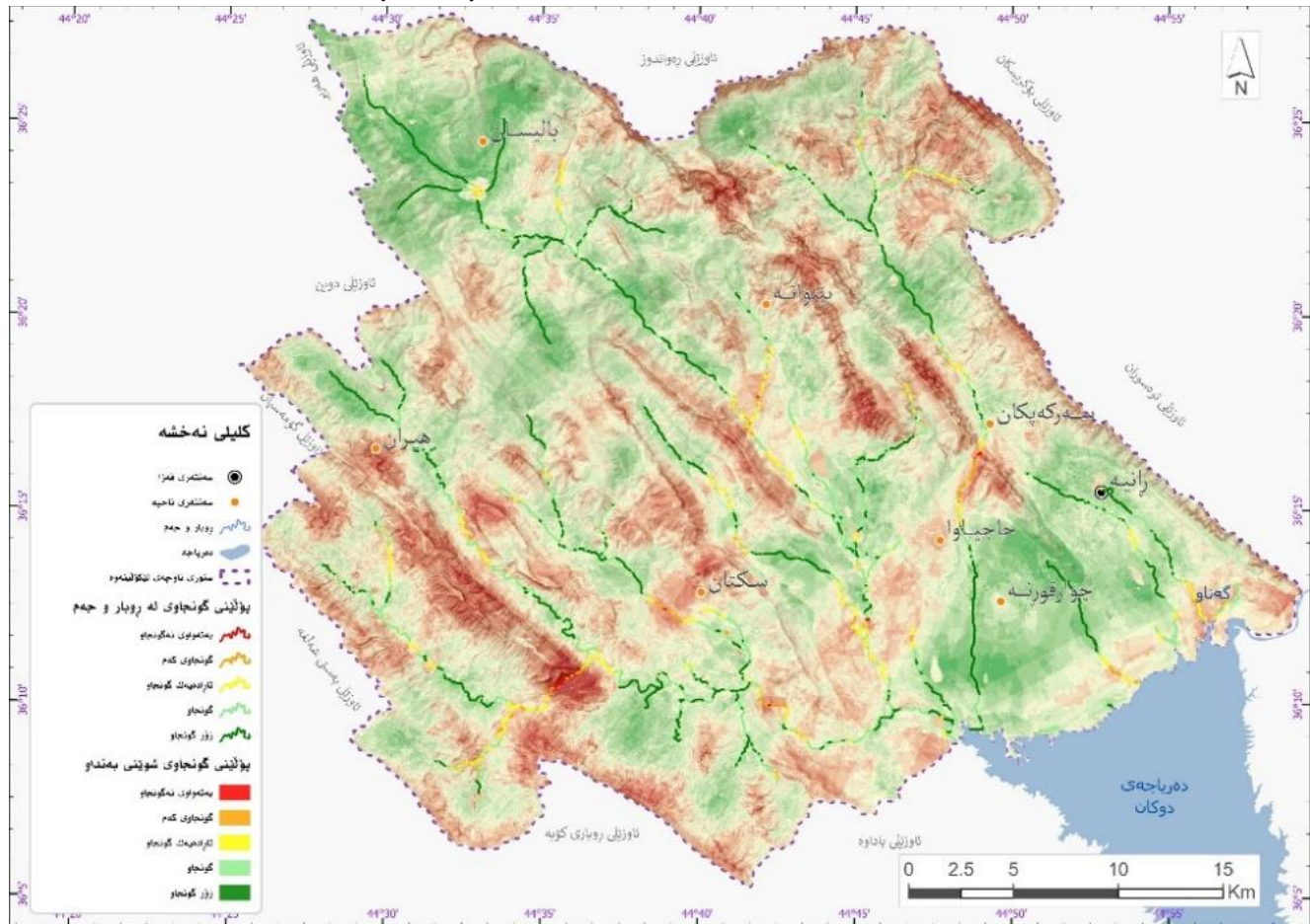
26.7	343.1	گونجاو
15.0	193.0	زۆر گونجاو
100	1,285	کۆی گشتی

توێژهر پشتهبهست به نهخشه ی (3) و (4).

کۆی روبهري پۆلینه کانی "گونجاو" و "زۆر گونجاو" پیکه وه ده کاته 536.1 کم<sup>2</sup>، که رێژه ی (41.7%) ی کۆی روبهري ئاو زێله که پیکه ده یینیت.

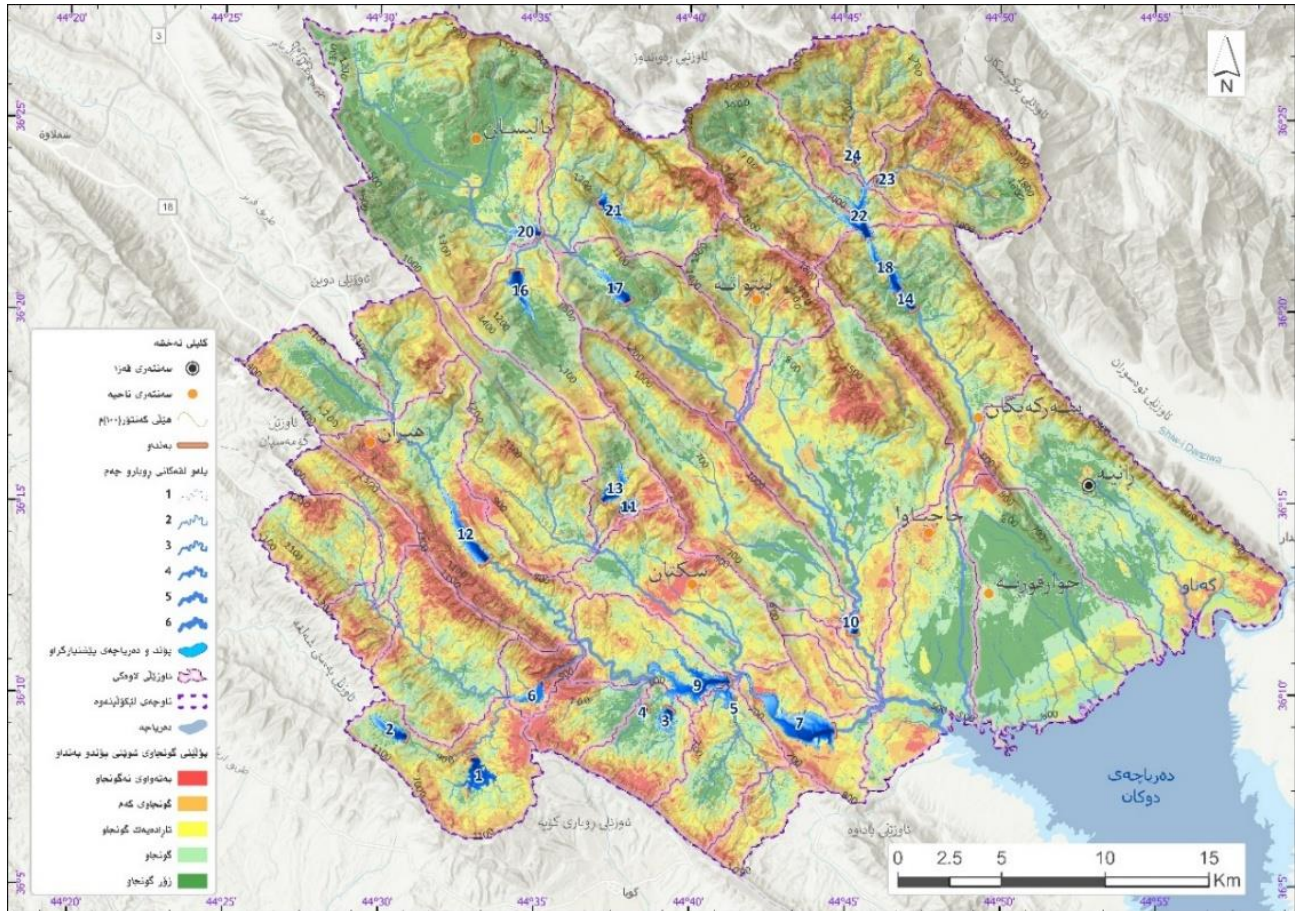
له ئه نجامدا، نهخشه ی گونجاوی کۆتای به ره مهات که ناوچه که ی بۆ پینچ پۆلینی گونجاوی دابه شکرده وه ک نهخشه کانی (3) و (4).

نهخشه ی (3) گونجاوی شوینی به نداوه پینشیا رکراوه کان له ئاو زێلی روباری رانیه له سه ربنه مای (AHP)



توێژهر به پشت بهست به خسته ی (14) وه کارهینانی به رنامه ی (GIS Pro v3.4.1) و له رینگ ی ئامراز ی، (AHP tool).

### نەخشەى (4) شوئىي بەنداو پۆندە پيشنياركراوه كاني روبارى ئاوزىلى رانيه



تۆيزەر به پشنت بهستن به به كارهيناني پرۆگرامه كاني (ArcGIS Pro 3.4.1 and HEC-RAS)

### 6- گفتوگو (Discussion)

ئەنجامە كاني ئەم توئزىنەوہیە بە رونی دەریدەخەن كە تیکەلکردنی سیستمی زانیاری جوغرافی (GIS) و پرۆسەى شیکاری پلەبەندی (AHP) چوارچۆهەى كى بههیز و بابەتیانە بۆ بریاردانی ئالۆزی وهك دیاریکردنی شوئىي بەنداو دابین دەكات. كیشی بهرزى پتۆهره جیۆلۆجی و هایدرولۆجییه كان، وهك "پیکهاتەى جیۆلۆجی" و "چرى تۆرى ئاو"، نیشانەى ئەوہیە كە سهقامگیرى فیزیكى زهوى و بهردەستونى ئاو، مهرجى بنچینهیین بۆ سهركهوتنى هەر پرۆژیه كى لهم شیوهیه، كە ئەمەش له گەل دەرەنجامی توئزىنەوہ كانی پيشودا هاوتایه.

یه كىك له گرنگترین دۆزىنەوہ كانی ئەم لیكۆلینهوہیه ئەوہیه كە ریزهیه كى بهرچاوى ئاوزىلى روبارى رانيه، كە دەكاتە 41.7% (یان 536.1 كم<sup>2</sup>)، به "گونجاو" یان "زۆر گونجاو" پۆلین كراوه. ئەم دەرئەنجامه پۆتەنشیهلێكى ستراتېژى گهوره بۆ په ره پیدانی سهراوه كانی ئاو له ناوچه كەدا دەردهخات. شیکاریه جوغرافییه كە دەریدەخات كە ئەم ناوچه گونجاوانه به شیوهیه كى سهره كى له دۆله تهسكه كان و ناوچه نزمه كانی باشور و ناوه راستى ئاوزیله كەدا چربونهتوه، كە تیاندا لێژى زهوى كه مه و تۆرى ئاو چره. ئەمەش وا دەكات نەخشەى كۆتایى تهنه وهك "ئامرازىكى پالۆتن" كارنەكات، بهلكو وهك "نەخشه رێگایه كى وه به رهینان" كاریكات؛ واته رێگه به بریاره دهستان دەدات كە سهرنج و سهراوه كانیان له سه ره ئه و ناوچانه چر بکه نهوه كە زۆرترین ئەگهرى سهركهوتنیان ههیه.

سەبارەت بە سنوردارتىيە كانى لىكۆلئىنەۋەكە، يەككىيان برىتتە لە پىشت بەستەن بە داتاي جىۋلۇجى و خاكى بەردەستى گىشتى، كە رەنگە وردىبىنىيەكەى لە ئاستى ناوخۇيدا جىاواز بىت. ھەرۋەھا، ھەرچەندە مېتۇدى AHP پروسەيەكى سىستىماتىكە، بەلام ھىشتا پىشت بە برىارى بابەتتەيانەى پىسپوران دەبەستتەت. بۇيە، ئەنجامەكانى ئەم توپۇنەۋەيە ۋەك بىنەمايەكى ستراتىژىيە بەھىز بۇ قۇناغى يەكەمى برىاردان دادەنرېن، كە پىۋىستىيان بە لىكۆلئىنەۋەى مەيدانى ورد و پىشكىنى جىۋتەكنىكى ھەيە بۇ پىشتراستكردەنەۋەيان.

## 7-دەرئەنجام و پىشنىياز (Conclusion and Recommendations) 1-7 دەرئەنجام (Conclusion)

ئەم توپۇنەۋەيە بە سەركەوتوبى مېتۇدى تىكەلكراوى (GIS) و (AHP) ى بۇ دىارىكردى شوتتە گونجاۋەكانى بەنداۋ لە ئاۋزىلى روبرارى پانە جىبەجى كرىد. دەرەنجامەكان دەرىدەخەن كە رېژەى (41.7%) ى روبرارى ئاۋزىلەكە توانايەكى بەرزى بۇ پروسەكانى گلدانەۋەى ئاۋ ھەيە، كە ئەمەش دەرفەتتىكى ستراتىژىيە گىرنگە بۇ بەھىزكردى ئاسائىشى ئاۋى ناۋچەكە. نەخشەى گونجاۋى بەرھەمھاتو ۋەك ئامرازىكى زانستى بابەتتەيانە، دەتوانت يارمەتتەدەرېكى كارىگەر بىت بۇ برىاردان لەسەر پروسەكانى داھاتوى ئاۋ لە قۇناغى پلانناندا.

## 2-7 پىشنىيازەكان (Recommendations)

لەسەر بىنەماى دەرەنجامەكانى ئەم توپۇنەۋەيە، ئەم پىشنىيازەنەى خوارەۋە دەخىنەرۋو:

1. ئەنجامدانى لىكۆلئىنەۋەى مەيدانى و جىۋتەكنىكى: پىشنىياز دەكرىت بۇ ئەۋ ناۋچانەى كە بە "زۆر گونجاۋ" دىارىكران، لىكۆلئىنەۋەى مەيدانى ورد و پىشكىنى جىۋتەكنىكى ئەنجام بىرېت بۇ دىنباۋن لە سەقامگىرى بىنچىنەى بەنداۋەكە.
2. بەكارھىنەى داتاي وردىبىنى-بەرز: (High-Resolution Data) بۇ قۇناغى دىزىبىنى وردى ئەندازىارى، پىشنىياز دەكرىت سود لە تەكەنەلۇژىيە LiDAR ۋەرېگىرېت بۇ بەرھەمھىنەى مۇدېللىكى سى رەھەندى زۆر وردى زەۋى.
3. تىكەلكردى مۇدېلەكانى گۇرپانى ئاۋوھەۋا: بۇ دىنباۋن لە بەردەۋامى دىرېخايەنى پروسەكان، پىشنىياز دەكرىت مۇدېلەكانى پىشنىبىنى گۇرپانى ئاۋوھەۋا تىكەل بە شىكارىيەكە بىكرىن.
4. دامەزراندنى سىستەمىكى پىشنىياز برىاردانى جۇگرافى پىشنىياز دەكرىت حىكومەتى ھەرېم دەرەنجامەكانى ئەم كارە بىكەتە بىنەمايەك بۇ دروستكردى سىستەمىكى زىرەك (SDSS) كە يارمەتى پلاننانەران بىدات لە تاقىكردەنەۋەى سىنارىۋ جىاۋازەكانى بەرېۋەبىردى ئاۋ.

### ليستی سهراچاوه كان:

- حداد، هاشم ياسين و الرحمن، سردار محمد، 2009 تهلهسى ههريمي كوردستاني عيراق (عيراق و جيهان)، بلاوكراوه كانى كوهمپانيى تينوس بو چاپو بلاوكردنه وه، ههولير.
- رسولى، داود، (2024) سامانى ئاو له ههريمي كوردستان. ههولير كتيبخانهى ئه ندازه، ههولير.
- صالح، صمد عبدالله، (2024) دهرامه تي ئاو له ئاوه زلي روبرارى رۆخانه و چۆنيه تي به ره پيدانى. تيزيكي دكتورايه پيشكهش به فاكه لتي به روه رده له زانكۆى كوئيه كراوه، وهك به شينك له پيداويستيه كانى به دهسته هينانى بروانامه ي دوكتورا له فهلسه فهى جوگرافيا، 39.
- حمد، نالي جواد، صابر، سلام صابر و عزيز، جوانرو آزاد، (2022) 'تحديد مواقع مستجمعات المياه السطحية في ناحية شورش (قضاء كوية - محافظة أربيل) باستخدام نموذج (AHP)'، مجلة جامعة حلبجة (Halabja University Journal)، (3)7، ص ص. 97-107. متاح على: <http://www.huj.uoh.edu.iq>
- حمزة جاسم عباس الغراي، (2021). (GIS) التحليل الهيدرولوجي لشبكة الأودية وتحديد مواقع انشاء السدود واستثماراتها الأقتصادية شرق محافظة واسط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. اطروحة دكتورا (غ.م)، كلية الأداب، جامعة بغداد، 135.
- العمرى، فاروق صنع الله و الرضواني، محمد ماهر، (1993) الجيولوجيا التاريخية. الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
- الغراي، حمزة جاسم عباس، (2021) التحليل الهيدرولوجي لشبكة الأودية وتحديد مواقع انشاء السدود واستثماراتها الأقتصادية شرق محافظة واسط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS). أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة بغداد.
- Ahmad, B.A., Salar, S.G. and Shareef, A.J., 2024. An integrated new approach for optimizing rainwater harvesting system with dams site selection in the Dewana Watershed, Kurdistan Region, Iraq. *Heliyon*, 10(6). [doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27273](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27273)
- Climate Hazards Group (2024) CHIRPS Daily: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data, 1981-2024 [Dataset]. Available at: <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>
- Dai, X., 2016. Dam site selection using an integrated method of AHP and GIS for decision making support in Bortala, Northwest China. Lund University GEM thesis series. [https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers\\_2016/msc/gem/dai.pdf](https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers_2016/msc/gem/dai.pdf)  
DOI: 10.13140/RG.2.2.23902.10568
- European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (2024) ERA5-Land hourly data from 2000 to 2024 [Dataset]. Available on Google Earth Engine at: [https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/ECMWF\\_ERA5\\_LAND\\_HOURLY](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/ECMWF_ERA5_LAND_HOURLY) (Accessed: 27 December 2024).
- European Space Agency (2024) Sentinel-2 imagery: NDVI analysis for May and August 2024 [Satellite imagery]. Copernicus Programme.
- Funk, C.C., Peterson, P.J., Landsfeld, M.F., Pedreros, D.H., Verdin, J.P., Rowland, J.D., Romero, B.E., Husak, G.J., Michaelsen, J.C. and Verdin, A.P., 2014. A quasi-global precipitation time series for drought monitoring (No. 832). US Geological Survey, p.4. <https://pubs.usgs.gov/ds/832/pdf/ds832.pdf>
- Hawkins, R.H., Ward, T.J., Woodward, D.E. and Van Mullem, J.A. eds., 2008, November. Curve number hydrology: State of the practice. American Society of Civil Engineers.
- Hengl, T. (2018) Soil texture classes (USDA system) for 6 soil depths (0, 10, 30, 60, 100 and 200 cm) at 250 m (Version v02) [Dataset]. Zenodo. doi: 10.5281/zenodo.1475451.

- Ilunga, M. (2015).- Analytic Hierarchy Process (AHP) in Ranking Non-Parametric Stochastic Rainfall and Streamflow Models. *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 13(4), 74–81. [http://www.iiisci.org/journal/CV\\$/sci/pdfs/SA564FD15.pdf](http://www.iiisci.org/journal/CV$/sci/pdfs/SA564FD15.pdf)
- Land cover classification based on ESA WorldCover 10 m 2022 v200 (2022). Contains modified Copernicus Sentinel data (2021) processed by ESA WorldCover consortium..
- Saaty, T., & Vargas, L. (1980). Hierarchical analysis of behavior in competition: Prediction in chess. *Behavioral Science*, 25(3), 180–191. <https://doi.org/10.1002/bs.3830250303>
- Saeed, F.H., 2022. Climate Change Adaptation Multi-Criteria Decision-Making Model for Conflict Resolution of Water Resources Allocation in Iraq. University of Technology.
- Sissakian, V.K. and Fouda, S.F. (2014) Geological Map of Arbeel and Mahabad Quadrangles, Sheet NJ-38-14 & Sheet NJ-38-15, 2nd edn, scale 1:250,000. GEOSURV, Baghdad, Iraq.
- Stevanovic, Z. (2004) Hydrogeology of northern Iraq: General hydrogeology and aquifer system, Volume 2. FAO Coordination Office for northern Iraq, pp. 201-203.
- United Nations, UNESCO & World Water Assessment Programme, 2021. The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Available at: <https://digitallibrary.un.org/record/3927787> [Accessed 2025].
- Wang, Y., Tian, Y. and Cao, Y., 2021. Dam siting: a review. *Water*, 13(15), p.2080. <https://doi.org/10.3390/w13152080>
- World Bank Group. (2022). Iraq Country Climate and Development Report. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. Retrieved September 2025, from <https://www.worldbank.org/en/country/iraq/publication/iraq-country-climate-and-development-report>.
- Yasser, M., Jahangir, K. and Mohmmad, A., 2013. Earth dam site selection using the analytic hierarchy process (AHP): a case study in the west of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(9), pp.3417-3426. [DOI 10.1007/s12517-012-0602-](https://doi.org/10.1007/s12517-012-0602-)

1. CHIRPS. کورتکراوهی وشهکانی (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data). ئەمه بنکەیهکی داتای جیهانی بارانبارینه که پشت به داتای سه ته لایتی و ویتسنگهکانی سه زهوی ده به ستیت و به شتیهیهکی به ریللو بو شیکارییهکانی که شوههوا و چاودتیریکردنی دیاردهی وشکهسانی به کاردههینریت.

2. \* تیبینی داتا که وه رگیراوه له ئوپن سۆرسی له به شی (Global Hydrologic Soil Groups (HYSOGs250m)، که له لایه ن توئزه رانه وه له (Ross et al., 2018) یان (Hannes et al., 2016) په ره ی پیدراوه. ئەم پۆلینکارییه خاک دابه ش ده کات بو چوار کۆمه له ی سه ره کی (A, B, C, D) له سه ر بنه مای تایبه تمه ندییه کانێ خاک وه ک پیکهاته و قولایی، که کاریگه رییان له سه ر توانای داچۆرینی ئاو و دروستبونی لیشاوی ریکردنی ئاوی سه رزه وی هه یه. داتا که وه رگیراوه له: (GEE) و به کارهینانی به رنامه ی (ArcGIS Pro).

3. کیشی سه ره تایی هه ر پتوه ریک له ریکه ی حیسابکردنی **ناوهندی ژمیره ی کیشدار (Weighted Arithmetic Mean)** بو وه لامی پسپۆرانه وه به ده سه تها ته وه، که له سه ر بنه مای راپرسییه ک بو ه که (10) شاره زای بو ره که تییدا به شدار بون. هاوکیشه ی به کارهاتو بریتیه له:

$$\bar{x} = (\sum f_i * x_i) / N$$

$\bar{x}$  = ناوهندی ژمیره ی خاله کان

$f_i$  = ژماره ی ئەو پسپۆرانه ی که خالکی دیاریکراویان داوه (فریکوتنسی)

$x_i$  = به های خالی پیدراو (بو نمونه، 7، 9، هتد.)

$N$  = کۆی ژماره ی پسپۆره کان (لپره دا 10)

$$86 = (1 \times 0) + (3 \times 0) + (7 \times 0) + (7 \times 2) + (9 \times 8) = 10/86 = 8.6 \approx 9$$

ناوهندی کیشی پیکهاته ی جیۆلۆجی = 8.6 ≈ 9