Karberg, T., & Eger-Karberg, J. (2026) Interwoven Landscapes. Unveiling Agricultural Innovations and Ironworking in Northern Kordofan. In J. Sigl, & J. Linstädter (ed.), Entangled Africa. Intra-African Relations between Rain Forest and Mediterranean from Around 4,000 BCE to 1,500 CE. Archäologische Forschungen in Afrika 2, 95-112.

الأراضى الطبيعية المتشابكة: الكشف عن الإبتكارات الزراعية وصناعة الحديد في شمال كردفان

تيم كاربيرج و جانا إيجر كاربيرج

المستخلص:

تستكشف هذه الورقة البحثية المشهد التاريخي لشمال كردفان وتفاعلاته التكنولوجية والإجتماعية والإقتصادية ، مع التركيز على دراستىْ حالة: الحفائر، ومرافق صهر الحديد في أماكن زراعة المدرجات . من خلال إستخدام بيانات الأقمار الصناعية والتحليل الإحصائي الجيولوجي . تختبر الدراسة توزيع منشآت حفظ المياه هذه ، والتي تزيد عن الإحتياجات الرعوية الفورية وتقترح سياقاً إجتماعياً وإقتصادياً أوسع . كما تسلط أنشطة صهر الحديد جنباً إلى جنب مع زراعة المدرجات الضوء على تشابك معقد ، مما يعكس التطورات الإقليمية التي ربما تأثرت بها دارفور ، بدلاً عن الإنتقال الثقافي من وادى النيل النوبى . تؤكد النتائج على الحاجة إلى رسم خرائط شاملة للمجمعات الثقافية . قد تسفر الجهود الإضافية لجمع مجموعة بيانات واسعة النطاق عن رؤىً إحصائية جيولوجية مهمة ، مما يوفر فهماً أكثر دقة للممارسات الإقتصادية والثقافية المترابطة التي شكلت كردفان القديمة .

كلمات مفتاحية :

الحفير ، أعمال الحديد ، المدرجات الزراعية ، الرعى ، علم الآثار الجغرافى .

1. مقدمة:

تشكل منطقة كردفان ، الواقعة في الجزء الغربي من السودان الحالي ، تقاطع طرق رئيسي للتواصل والتحولات الثقافية . كمشهد ثقافي قديم ، تعمل كردفان كمنطقة إنتقالية ، تَعرض مجموعة متنوعة من التكوينات البيئية ـ من السافانا المورقة في الجنوب ، مروراً بالسهول القاحلة والأراضى الطبيعية شبه الصحراوية ، إلى حدود الصحراء في الشمال . ثقافياً وجغرافياً ؛ تمثل كردفان منطقة حدودية ثقافية وإدارية بالإضافة إلى محيط إقتصادى ، حيث تربط وادى النيل من الشرق ودول وثقافات الساحل الأوسط من الغرب . هذا الموقع المثالى جعل كردفان تاريخياً ملتقىً مهماً متصلاً بشبكة من طرق التجارة التقليدية .

تُشكل كردفان المناطق النائية الغربية للثقافات القديمة والعصور الوسطى الشهيرة على طول وادى النيل النوبى ، وهي مكانة جذبت إهتماماً متزايداً من العلماء (Eger-Karberg & Karberg ، 2022) . لعبت الجهود البحثية في شمال كردفان ، لا سيما من خلال برنامج Entangled Africa priority programme

(برنامج أولويات إفريقيا المتشابكة) التابع لمجموعة الدفاع الألمانية ، دوراً أساسياً في توضيح الدور المحوري للمنطقة في تسهيل التفاعلات بين الثقافات القديمة والثقافية التي تعود إلى العصور الوسطى في وادي النيل النوبى ونظيراتها في منطقة الساحل في جنوب وغرب كردفان ودارفور وما وراءها في حوض تشاد .

تستعرض هذه الورقة بعض نتائج مشروع أبحاث الروابط الأقليمية في شمال كردفان (InterLINK) ، الذي يدمج الإكتشافات الميدانية وتحليل بيانات الأقمار الصناعية . وينصب التركيز الرئيسي للبحث على فهم شبكات التنقل والتبادل التي تجاوزت القوافل التجارية ، بما في ذلك نقل السلع المادية والأصول غير الملموسة مثل المعرفة التكنولوجية والمفاهيم الثقافية أو الدينية . كما يسعى إلى دراسة كيفية تأثير العوامل البيئية ، وخاصة الظروف المناخية ، تاريخياً على الإستيطان والتكامل الإقتصادي في هذه المناطق الطرفية . من خلال هذه العدسات ، يسعى البحث إلى توفير فهم دقيق لدور كردفان التاريخى كمشارك ديناميكى في النسيج الأوسع للتبادل الثقافى والإقتصادى الأفريقى .

2. خلفية :

يعد مشروع InterLINK ، الذي تنفذه جامعة مونستر كجزء من برنامج (أولويات إفريقيا المعقدة) ، جزءاً لا يتجزأ من السعي العلمى لإعادة تقييم الدور التاريخي لشمال كردفان . يتقصى هذا البحث مدى توسع الدول التاريخى ؛ مثل الإمبراطوريتيْن النبتية والمروية ، أو ولايتي المقرة وعلوة في العصور الوسطى ، مددت نفوذها غرباً . من خلال دراسة التبادلات الثقافية والإقتصادية المحتملة بين هذه الأنظمة السياسية المتمركزة حول النيل والثقافات المبكرة في كردفان ودارفور وحوض تشاد ، يهدف المشروع إلى إعادة وضع الثقافتيْن الكوشية والنوبية ليس فقط كحضارات مرتبطة بالنيل على طول محور الشمال ـ الجنوب ، ولكن ككيانات متكاملة داخل محور التبادل الثقافى بين الشرق ـ الغرب .

منذ إنشائها في جامعة مونستر في عام 2017 ، برعاية في البداية من قبل جائزة بحثية لأنجليكا لوهفاسر (Angelika Lohwasser) ، ومنذ عام 2018 كجزء من برنامج Entangled Africa priority programme (برنامج أولويات إفريقيا المتشابكة) ، نفذت InterLINK حملتيْن ميدانيتيْن (Eger & Karberg ، 2019) ؛ تحليل بيانات الأقمار الصناعية الأساسية (Eger & Karberg ، 2020) والبحوث الجيوإحصائية . وقد مكن ذلك من إكتشاف ودراسة ما يقرب من 1500 موقع أثري ، تم إختبار 25 منها تم مسحها على أرض الواقع .

3. الأهداف :

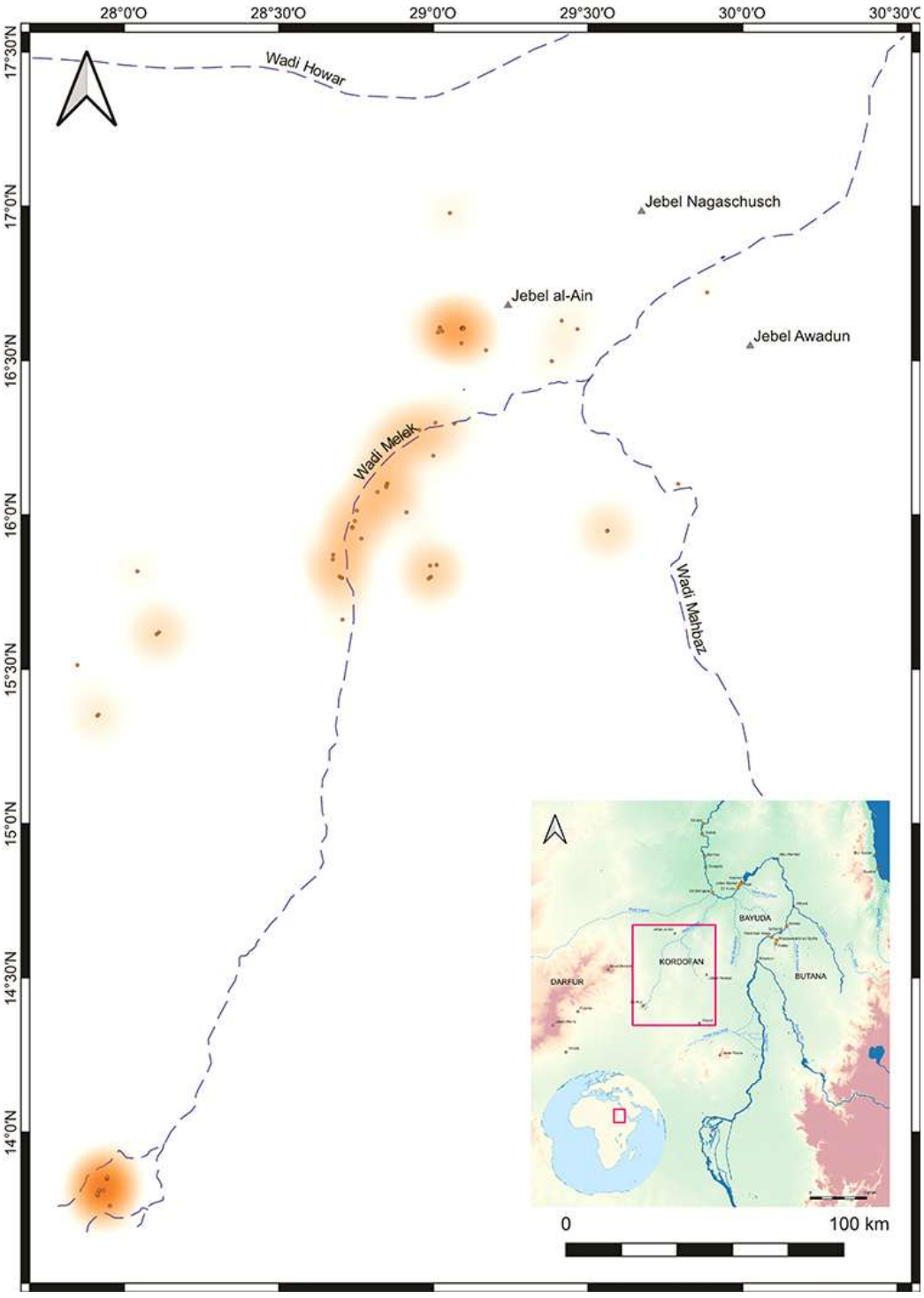
تحاول هذه الورقة فهم آلية وأهمية عمليات النقل المادية والتكنولوجية داخل كردفان ، مع التركيز على الأبعاد البيئية والتكنولوجية . وبصورة خاصة ، تركز على حالتيْ دراسة: الأولى تتناول الحفائر ، وهي منشآت قديمة لحصاد المياه و يعتبر شكلها الدائرى سمة ثقافية وإقتصادية نموذجى لشمال ووسط السودان ، خاصة منتشرة على نطاق واسع في منطقتي البطانة والقربة شرق النيل ، و (على الأقل في هذه المنطقة) مرتبطة إرتباطاً زمنياً بالإمبراطورية المروية (Hinkel ، 2015 ،121-128) أو بفترات سابقة (Scheibner, 2017,S. 356-367). تقدم هذه الورقة عدداً من الحفائر من شمال كردفان بخصائص متشابهة جداً فيما يتعلق بالتخطيط والوضع داخل المناطق الطبيعية للعينات من البطانة و القربة . تتناول دراسة الحالة الثانية الممارسات المشتركة لتشغيل الحديد وإستخدام المدرجات الزراعية ، وتحلل مدى الإختلاف والتشابه بين هذه المنشآت الزراعية مع جهود مماثلة في المرتفعات الإثيوبية والبحر الأبيض المتوسط .

توفر كردفان ، ملتقى طرق تاريخى للتبادل الثقافي والتجاري ، بيئة رائعة لدراسة هذه الديناميكيات . تجسد الحفائر تكييف ونشر التقنيات الهيدروليكية المصممة خصيصا لتلبية الإحتياجات البيئية للمنطقة ، في حين أن إندماج أعمال الحديد مع زراعة المدرجات يؤكد الإبتكار التكنولوجى في الممارسات الزراعية .

الأهداف الرئيسية:

- لإستكشاف تكوين و تطور الحفائر وتوزيعها الإقليمى في كردفان (الشكل 1) ، وتقييم وظيفتها في تحسين إدارة المياه في هذه المنطقة القاحلة و شبه القاحلة . وهذا يشمل التحقيق في النسب المعمارية والوظيفية للحائر ، وتقييم مصادرها وصلاتها المحتملة بالتقنيات الهيدروليكية المروية القديمة .
- للتحقيق في إلتقاء صناعة الحديد بزراعة المدرجات كمؤشر على التطور التكنولوجي والتكيف البيئي . يسعى هذا الهدف إلى توضيح كيفية إندماج هذه الممارسات لتحسين الإنتاجية الزراعية ودعم سبل العيش المحلية .
- وضع دراسات الحالة هذه ضمن شبكات أوسع للتبادل من خلال تحديد السياقات البيئية والإجتماعية والثقافية التي تدعم عمليات النقل هذه . وسيشمل ذلك تقييم الآثار المناخية على التكيفات التكنولوجية ودورها في طرق التجارة والتنقل القائمة التي تميز المنطقة .

Karberg, T., & Eger-Karberg, J. (2026) Interwoven Landscapes. Unveiling Agricultural Innovations and Ironworking in Northern Kordofan. In J. Sigl, & J. Linstädter (ed.), Entangled Africa. Intra-African Relations between Rain Forest and Mediterranean from Around 4,000 BCE to 1,500 CE. Archäologische Forschungen in Afrika 2, 95-112.



الشكل 1: الحفائر (مكان لتخزين المياه بصورة مكثفة) في منطقة التحقيق.

(Map: (c) Tim Karberg. Topography based on ALOS Global Digital Surface Model (c) JAXA).

من الضروري إستكشاف مجموعة عمليات النقل التي يمكن تحديدها داخل كردفان من أجل تحديد أهداف البحث . ما هو الدور الذي لعبته المنظمات المركزية في تطوير ونشر أنظمة الري مثل الحفائر ، بدلا من نشر الأفكار العامة والنظرية حول التكنولوجيا الهيدروليكية ؟ . هل كان بناء أنظمة حفظ المياه هذه مبادرة من أعلى إلى أسفل ، أم أن المبادرات من الأسفل إلى الأعلى والابتكارات المحلية هي التي دفعت توزيعها ؟. علاوةً على ذلك ، كيف أثرت الظروف المناخية على نقل البضائع والأفكار الثقافية ـ في هذه الحالة كل من منشآت حصاد المياه والمدرجات الزراعية ؟. تثير هذه الروابط المزيد من الأسئلة: هل كانت هذه الديناميكيات المناخية محفزة لزيادة التبادل والتفاعل ، وتعزيز حركة التقنيات والتقاليد في جميع أنحاء الإقليم ؟ .

بالتركيز على أعمال الحديد و زراعة المدرجات ، نحتاج إلى التساؤل: كيف تم ربط هذه الممارسات بالمناطق المجاورة ؟. هل كانت التقنيات والأساليب المتكاملة في كردفان مستمدة من المناطق المجاورة ، أم أنها إبتكارات مستقلة ؟. علاوةً على ذلك ، ما هو الدور الذي لعبته هذه التقنيات في دعم الاقتصاد المحلى والحفاظ على الإنتاجية الزراعية في مواجهة التحديات البيئية الإقليمية ؟.

من خلال هذه الأسئلة ، يسعى البحث إلى الكشف عن التفاعل الدقيق بين العوامل التنظيمية والبيئية والثقافية التي دعمت العمليات التاريخية لنقل المعرفة والتكنولوجيا في كردفان ، وتمهد الطريق للبحث والتحليل الشامل. في هذه الورقة ، يتم تقديم جانبين من المشهد الثقافى لشمال كردفان بشكل مثالى . فيما يتعلق بمقاربة أوسع تشمل التحليل الكمى لمجمعات الثقافة المادية المختلفة لشمال كردفان بشكل عام ، (راجع Eger-Karberg & Karberg قريباً) .

4. الخلفية النظرية والمنهجية

4.1. النظرية والمصطلحات:

يُستخدم مصطلح "التشابك" في هذه الدراسة بشيء من الحذر ، لأنه يرتبط ارتباطاً وثيقاً "بالمادة" أو "التحول الوجودي" (Hodder ، 2012) . أثبت هذا النهج البحثي والتفسيري أنه مفيد في حالات مثل التشابك بين جوانب مختلفة من الثقافة المادية (مثل أعمال الحديد والمنحدرات الزراعية المدرجة) . ومع ذلك ، عندما تهتم الدراسة بتفسير عناصر الثقافة المادية على خلفية الأُطُر الإجتماعية والإقتصادية والبيئية ، يُفَضَّل إتباع مناهج بحثية أخرى (وبالتالي مصطلحات) . إن غياب عدم التناسق ملحوظ في العلاقات السياسية يحول دون إستخدام مصطلحات ما بعد الإستعمار مثل "التهجين" (Boivin, 2022; للعلاقات المصطلحية بين

مصطلحيْ "التهجين" و "التشابك"، (راجع أيضاً [1] Stockhammer, 2013) ومن أجل تفكير نظرى ثقافى أوسع راجع أيضاً (Bhabha, 1994, p. 245-281; 303-337) . لذلك ، يتم إستخدام هذه المصطلحات والمفاهيم بحذر فقط في هذه الورقة . تشير مصطلحات مثل "التهجين" كما تستخدم في دراسات ما بعد الاستعمار إلى ثقافة "مهجنة" إلى حد كبير ومتعدد الوظائف (راجع Matić, 2017, pp. 100-102; Matić, 2023, pp. 63-65) ، والتي لا يمكن إستخلاصها من التحويلات الثقافية والتكنولوجية والاقتصادية.

في المقابل ، فإن المفاهيم المتجذرة بشكل أعمق في النماذج البنيوية للمجتمع ، مثل "النقل" (المادى والفكرى) ، "الإنتقال الثقافي" (Eerkens & Lipo, 2007; Walsh, Riede, & O'Neill, 2019) . ولذلك يعتبر "تحول" العناصر الفردية للثقافة المادية (Lévi-Strauss, 1973, p. 83) مناسباً. تَلتقِط هذه المصطلحات بدقة طبيعة التفاعلات والتبادلات في السجل الأثارى للمنطقة ، مما يسلط الضوء على التفاعل الدقيق بين الظروف البيئية والوكالة البشرية . لذلك ، تبدو هذه المقاربات البنيوية أكثر ملاءمةً لتحليل البيانات لمؤلِفِى هذه الورقة ، وبالتالي تُشكل تمركز مصطلحاتها (ومنهجيتها) .

2.4 المنهاج :

تم تصميم التقارب المنهجى في هذه الورقة البحثية للوصول لتحليل شامل للتوزيع والسياق البيئي للحفائر والمنشآت الزراعية في شمال كردفان . وإختبار الحيز المكانى للأحجام المختلفة للحفير عبر الأراضى الطبيعية ، تم تطبيق مقاييس إحصائية مثل Moran's I مثل (Conolly & Lake ، 2010 ، 158-162) و Getis-Ord G (Conolly & Lake ، 2010 ، 177-179) . سهلت هذه الإحصاءات المكانية تحديد أنماط التجميع والنقاط الساخنة ، على التوالي ، مما يوفر رؤىً حول العوامل البيئية أو البشرية الأساسية التي تؤثر على توزيع الحفائر. من أجل السياق البيئى القديم ومصادر التأريخ ، تم إنشاء علاقة متبادلة بين أحجام الحفير ومناطق الصرف بإستخدام كل من طرق إرتباط Pearson و Spearman من خلال برنامج البيئة R (R software environment) ، تم توسيع هذه الإرتباطات لتشمل بيانات هطول الأمطار الخاصة بكل حوض تصريف ، مشتقة من تجربة TRaCE21ka (Liu, et al., 2014; Otto-Bliesner، et al.، 2014)

[1] يستخدم Stockhammer مصطلح "التشابك" ، عكس رأى Hodder ، حصرياً للإدراك البشرى والإستيلاء على جزء من ثقافة مادية "أجنبية" (Stockhammer 2013 ، 16). على أية حال ؛ نظراً لأن الأشياء مثل حفائر هي من ناحية منشآت مادية "متشابكة" مع الظروف البيئية وكذلك الإقتصاد المادى الإقليمى والثقافة المادية التي تعتمد عليها ، ومن ناحية أخرى ، المفاهيم الثقافية والتكنولوجية التي يتم إدراكها وتخصيصها من خلال النقل الثقافي ، فإن الروبوت الذي تم التعامل معه يبدو ـ بشكل عام ـ ذا صلة بهذه الدراسة ، لكن إستخدامها يبدو إشكالياً لأنه من المشكوك فيه جداً ما إذا كانت الإبتكارات التكنولوجية مثل الحفائر والمدرجات الزراعية ينظر إليها على إنها علامات ثقافية "خارجية" (راجع أيضا Matić 2023: 66-67).

بإستخدام مخرجات النموذج المناخى المجتمعى موديل (CCSM) version 3 ، (Collins, et al., 2006) وتم تصورها باستخدام PalaeoView 1.5.1 ، (Fordham، et al.، 2017) .

علاوةً على ذلك ، تم حساب تحديد تراكم التدفق وتحديد أحواض الصرف للحفير والمدرجات الزراعية المرتبطة به باستخدام نموذج (D8) 8 تراكم الصرف والتدفق الحتمى موديل (Fairfield & Leymarie, 1991; O'Callaghan & Mark, 1984)، المطبق على نموذج التضاريس الرقمية TerraSAR-X/TanDEM-X القائم على الرادار. وتضمن هذا النهج حساب تراكم التدفق بدرجات إستبانة مكانية متفاوتة ، تتراوح بين 250 متراً و16 متراً . في حين أن الدقة العالية كشفت عن المزيد من تراكمات التدفق ، قللت الشبكات الخشنة من التفسيرات الخاطئة للتقاطعات حيث لا يوجد أي شيء في التضاريس . والجدير بالذكر أن الدقة الأكثر خشونة أسفرت عن نتائج أفضل في التضاريس المسطحة ، في حين أن الدقة العالية أظهرت تدفقاً كانت أكثر فاعلية في المناظر الطبيعية الوعرة . يضمن هذا الإطار المنهجى تحليلاً دقيقاً وموثوقاً به ، مما يدعم إستكشاف العلاقة بين المتغيرات البيئية والإستخدام التاريخي للحفائر والبنى التحتية الزراعية .

ولإستخراج كثافات الغطاء النباتي وتصنيفه من بيانات الأقمار الصناعية المتعددة الأطياف ، إستخدم مؤشر الإختلاف النباتى المعيارى (NDVI) (Tucker, 1979; Tucker, et al., 2005) راجع أيضاً وكالة الفضاء الأوروبية (ESA SUHET, 2013). للكشف عن خبث الحديد المرافق لتعدين الحديد ، تم إستخدام مؤشر تحليل متعدد الأطياف للفرق الطبيعي مصمم للكشف عن Fayalite (Fe_2SiO_4) كمكون معدني تشخيصى لخبث الحديد القديم من المواقع المروية و فترة المقرة (للحصول على وصف مفصل ، راجع: Karberg & Eger-Karberg, 2024, p. 111-113) .

5. البيانات:

تشتمل مواد البيانات المستخدمة في هذه الدراسة على مجموعة متنوعة من صور الأقمار الصناعية عالية الدقة وتقنيات الإستشعار عن بعد الحديثة ، والتي تسهل مجتمعة فهماً شاملاً لتضاريس شمال كردفان ومعالمها الأثرية . في صميم هذه التحاليل نجد مهام TerraSAR-X [2] و TanDEM-X التي توفر نموذج إرتفاع رقمى عالى الدقة مع إمكانية مطلقة تبلغ 12 متراً ، ودقة نسبية تبلغ مترين [3] (Airbus SE, 2022). يوفر هذا دقة لا مثيل لها في إلتقاط الفروق الدقيقة الطبوغرافية في المنطقة وتمكين خلق نماذج دقيقة للتضاريس الحقيقية لدراسة أنظمة إدارة المياه القديمة مثل الحفائر . وإستكمالاً لذلك ؛ توفر صور الأقمار

[2] وقدم المركز الألماني للفضاء الجوى البيانات إلى مشروع InterLINK.

[3] The DEM tiles used for this study are TDM1_DEM__04_N14E030_DEM; TDM1_DEM__04_N15E028_DEM; TDM1_DEM__04_N15E029_DEM; TDM1_DEM__04_N15E030_DEM; TDM1_DEM__04_N16E028_DEM; TDM1_DEM__04_N16E029_DEM; TDM1_DEM__04_N16E030_DEM; TDM1_DEM__04_N17E029_DEM.

الصناعية المتعددة الأطياف من نوع Sentinel-2 ، وهي جزء من برنامج Copernicus الأوروبى لرصد الأرض ، الذى يقدم رؤىً لا تُقدر بثمن حول أنماط الغطاء النباتى الحالية وخصائص سطح الأرض الأوسع نطاقاً من خلال قدراتها الطيفية . تسهل صور Sentinel-2 إعادة بناء السمات الهيدرولوجية القديمة من خلال إستغلال مؤشرات الغطاء النباتى التي تكشف عن المجارى المائية التاريخية التي قد يتم حجبها بسبب الترسيب ، وتُظهر إمكانية المراعى الطبيعية للرعاة . يجب أن تسترشد الصور الأولية بالحاجة إلى تحسين الظروف لأسئلة وطرق بحثية محددة: لتحديد خبث الحديد بدقة ، تم إختيار البيانات بشكل استراتيجى من فترات الجفاف الأقصى ، وبالتالي تقليل التداخل الناجم عن بخار الماء في الغلاف الجوي[4]. تعمل مستويات الرطوبة المنخفضة في الغلاف الجوي خلال فترات الجفاف هذه ، على تعزيز رؤية التركيب الكيميائى للعناصر على سطح الأرض بشكل كبير ، مما يسمح بتحديد أكثر دقة لرواسب خبث الحديد . وعلى النقيض من ذلك ؛ إعتبرت البيانات المستمدة من فترات الرطوبة المتزايدة ، الأنسب لتطبيق مؤشرات الغطاء النباتي[5] ، مثل مؤشر الاختلاف الطبيعي للنباتات (NDVI). تعزز هذه الظروف الأكثر رطوبة النمو الخُضَرى الواضح ، مما يوفر قيماً قوية وذات مغزى لـ NDVI ، يمكن مقارنتها إلى حدٍ ما بالفترات الزمنية لزيادة هطول الأمطار بشكل عام . يضمن هذا النهج المزدوج لإختيار البيانات أن صور Sentinel-2 MSI المستخدمة في الدراسة مصممة وفقاً للإحتياجات التحليلية المحددة ، وبالتالي زيادة دقة وموثوقية كل التقييمات المعدنية والخُضَرية .

بالإضافة إلى ذلك ، تستخدم الدراسة صوراً لأقمار صناعية عالية الدقة من WorldView-3 ، مقدمة من Maxar Technologies ، والأقمار الصناعية Pléjades-Neo ، التي طورتها Airbus و CNES ، بالاقتران مع بيانات المسح الأثري من الأرض[6] لتحديد الميزات ورسم الخرائط التفصيلية.

6. دراسات الحالة ونتائجها

6.1 دراسة حالة: 1: منشآت إدارة المياه:

[4] شريط صور Sentinel-2 MSI المستخدم:
S2A_MSIL2A_20170414T083011_N0500_R021_T35QQU_20231113T152320
[5] شريط صور Sentinel-2 MSI المستخدم:
S2A_MSIL2A_20200905T082611_N0500_R021_T35QQU_20230419T091326.
[6] تتم إدارة البيانات الأولية للبحث من قبل النظام البيئي لإدارة بيانات البحث iDAI.world الذي يوفره المعهد الألماني للآثار (iDAI.chronontology و iDAI.gazetteer و iDAI.geoserver).

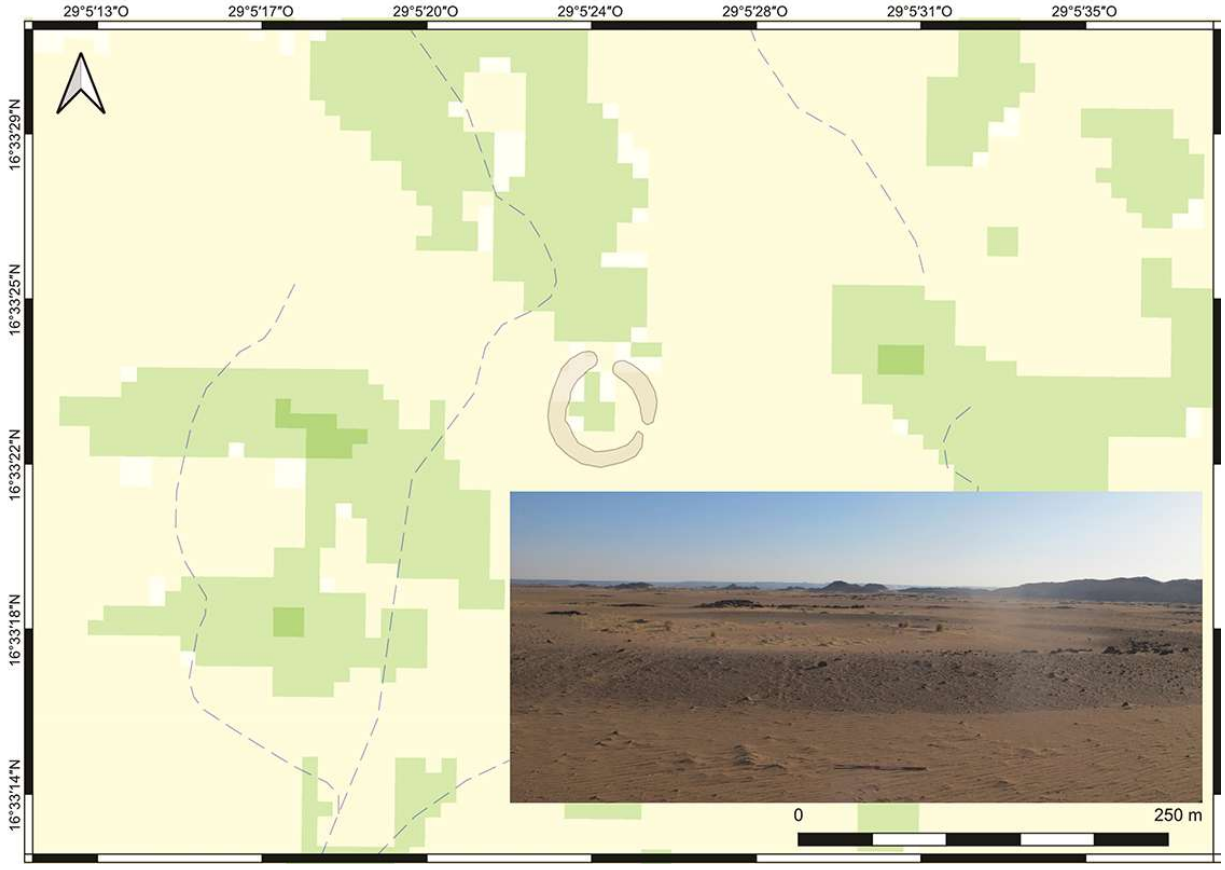
تسمح الشبكة المعقدة من الحفائر ، أو أحواض حصاد المياه القديمة ، في شمال كردفان بالإستكشاف المتعمق لممارسات إدارة المياه التاريخية ، في منطقة تتميز بأقصى حدودها البيئية عند إلتقاء الصحراء والساحل[7]، وجزءاً لا يتجزأ من الإستغلال الإقتصادي لهذه المنطقة الهامشية شبه الإستوائية القاحلة ، لهذا تعكس الحفائر تكيفاً متطوراً مع المتطلبات البيئية لشمال كردفان ، وبوجه خاص مع الاراضى الطبيعية شبه القاحلة التي تقع فيها (الشكل 2) . أدت الإكتشافات الحديثة تحت رعاية مشروع InterLINK إلى تسليط الضوء على هذه التركيبات غير الموثقة سابقاً (راجع Hinkel ، 2015) ، والتي تماثل شكلها الدائري ، حجمها العام ، وضعها وبنائها والمقدار المأخوذ منها بالإضافة إلى موقعها في الاراضى الطبيعية بالقرب من العدد الكبير من المنشآت المماثلة في البطانة والقربة شرق نهر النيل . نظراً لأن هذا العدد المحدد من منشآت حصاد المياه يُنظر إليه على أنه مستوطن في وسط السودان القديم وتم تطويره بشكل مستقل في هذه المنطقة (Hinkel, 2015, pp. 5-6) ، فإن اكتشاف عدد كبير من الإنشاءات المتشابهة جدا في غرب السودان يثير مسألة الإنتقال الثقافي. ومع ذلك ، فإنه يتحدى الرواية التي تتمحور في الغالب حول البطانة عن توزيع الحفائر وتؤكد إستراتيجيتها تحديد المواقع على طول مسارات الصرف الطبيعي أو "الخيران" ، ولكن على أرض مرتفعة قليلاً بحيث تمتلئ بفيضانات المياه السطحية العالية ، ولكنها لا تعترض مسار الخيران في مجراها الرئيسي[8].

تم تصميم هذه المنشآت بدقة لإلتقاط وتخزين الأمطار خلال مواسم الأمطار القصيرة ولكنها غزيرة ، مما يوفر مورداً مهماً في المناطق التي تندر فيها المياه السطحية . المعرفة المعمارية والبيئية المستخدمة في تصميمها ـ تحسين الإحتفاظ بالمياه من خلال أحواض مستديرة مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالتضاريس الحالية ـ توضح براعة المجتمعات السابقة في تسخير الموارد المحدودة للحفاظ على النظم الاجتماعية والاقتصادية المعقدة . تشير حفائر شمال كردفان ، التي تتركز بشكل رئيسى حول وادى الملك الأوسط وبالقرب من جبل العين ، إلى إمكانية هذا المشهد لدعم أنشطة بشرية أكثر شمولاً مما تسمح به الظروف القاحلة الحالية .

توفر أنماط توزيع الحفائر في شمال كردفان ، لا سيما تلك الواقعة على طول وادي الملك الأسفل وحول مناطق مثل جبل العين وجبل نجشوش، رؤىً عميقة حول الظروف الإجتماعية والإقتصادية والبيئية القديمة

[7] ومن المثير للإهتمام أن هذا النوع المحدد من منشآت حصاد المياه يبدو متوطناً في ثقافات الحوض الأكبر لنهر النيل الأوسط وبالتالي السودان الحديث (Scheibner 2017: 65-66).

[8] وهذا يتناقض مع العديد من منشآت الحفائر الحديثة ، والتي تم بناؤها في كثير من الحالات بالقرب من الوادى الرئيسى وبطن الخور.



الشكل 2: حفير فى شمال وادى الملك .

(Photo: (c) Jana Eger-Karberg; Map: (c) Jana Eger-Karberg, Vegetation cover derived from: S2A_MSIL2A_20200905T082611_N0500_R021_T35QQU_20230419T091326).

في المنطقة . تشير الملاحظات النوعية بالفعل إلى أن مبانى حبس الماء هذه ؛ مرتبطة بشكل ملحوظ بحالات مناخية أكثر رطوبة (Eger & Karberg, 2019, p. 134-135). هذه الفرضية مدعومة بالبيانات الكمية المستمدة من كل من صور الأقمار الصناعية والبحث الميداني على أرض الواقع (لمناقشة شاملة للطرق والنتائج ، راجع (Eger-Karberg & Karberg, 2024, pp. 40-42). من الناحية المكانية ، تظهر الحفائر نمطاً مميزاً: تسود المنشآت الأصغر في الشمال ، بينما توجد المنشآت الأكبر في الغالب في الجنوب . عدد قليل من الحفائر الأصغر من المتوقع تَظهر في الجنوب ، ومع ذلك لم يلاحظ وجود حفير كبير بشكل غير طبيعي في الشمال . يشير هذا إلى أن المتغير الأساسي الذي يفسر هذا التوزيع هو هطول الأمطار المحلية خلال الفترة التي تم فيها تخطيط وبناء هذه الحفائر ، هذا مع إستبعاد تأثير تدفق المياه السطحية لمسافات طويلة من الجنوب إلى الشمال .

هذا التوزيع ، على الرغم من أنه ليس خطياً ، إلا أنه كما يتضح من تحليل (Moran's I [9]) ذو دلالة إحصائية . أسفر تحليل (Getis-Ord G) الإضافي حول التجميع منخفض القيمة عن إرتباطات كبيرة ، وإن كانت أقل قليلاً ، والتي تظهر حدوث حفائر أكبر إلى جانب المجموعات الأصغر ، بينما غالباً ما توجد مجموعات أصغر بشكل مستقل .

يكشف تحليل العلاقة بين أحجام الحفائر ومناطق أحواض الصرف الخاصة بها ؛ عن عدم وجود علاقة ذات أهمية[10]. يشير هذا إلى أن إستخدام الحفائر كان مرتبطاً على الأرجح بالسياق البيئى المحدد لكل موقع . يتم إستخدام إستكمال هذه النتائج بنماذج المناخ القديم لوضع أنماط التوزيع هذه في سياقها مع أنماط الإنتقال والتحول الثقافى بالإضافة إلى مناهج التأريخ (Karberg & Eger-Karberg) (تحت الطبع) .

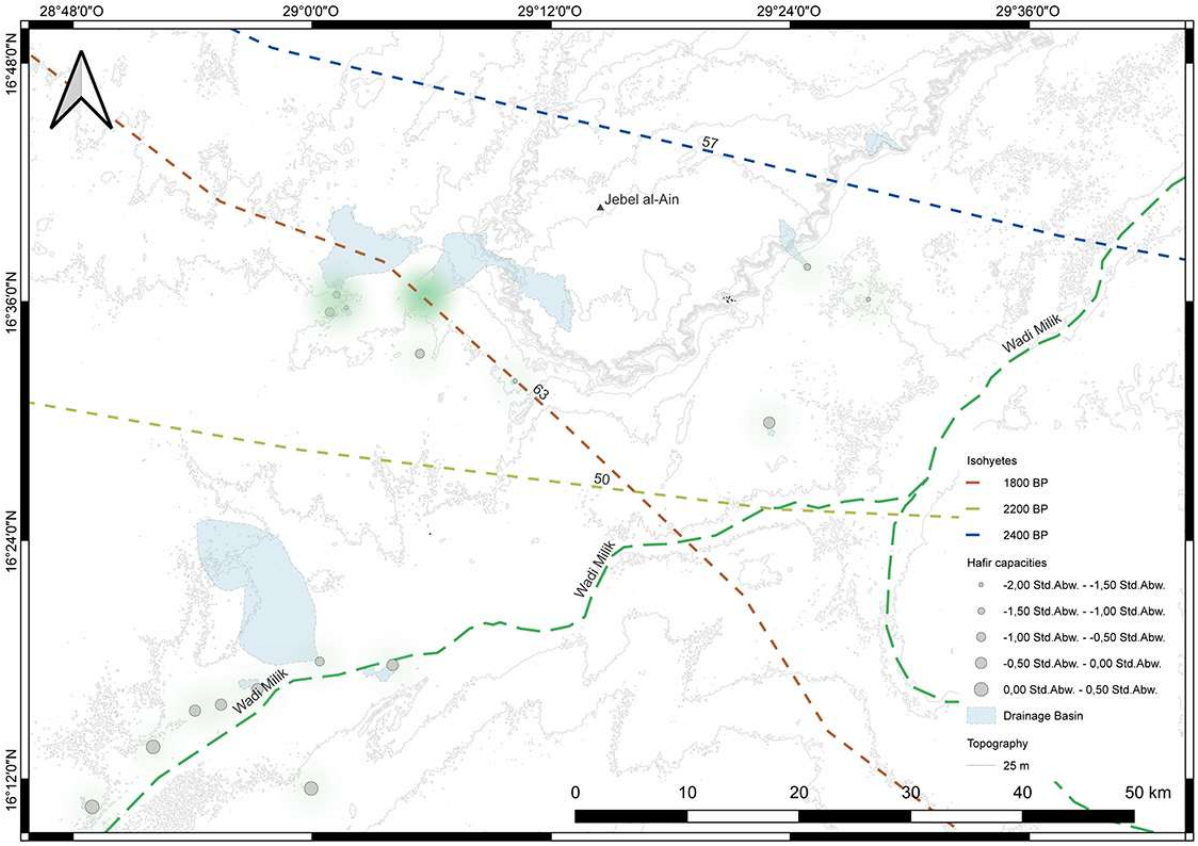
هنا ؛ يمكن إستخدام الحفائر المتصلة بأصغر أحواض الصرف على وجه التحديد كأنموذج للسعة الحدية بالنسبة للمياه السطحية المتاحة . تقع الحفائر التي شيدت عند السعة الهامشية أو بالقرب منها حول جبل العين (الشكل 3) . يُظهر أحدها حجماً يقدر ب 2311 متر مكعب ، في حين أن الحد الأقصى لتراكم المياه السطحية لحوض تصريف المياه المجمعة هو 2532 متر مكعب ؛ حوالى 1800 BP ، و 2026 متر مكعب حوالي 2200 BP ، و 2448 متر مكعب حوالي 2400 BP . لذلك ؛ من خلال الوسائل الوظيفية ، سيكون هذا الحجم المحدد للحفير مفيداً تماماً فقط في الفترات الزمنية حتى 400 قبل الميلاد ، بالإضافة إلى فترة قصيرة (حوالي 50-100 سنة) حوالي 200 م . نظراً لذروة هطول الأمطار في الفترة الأخيرة ، يبدو أن التاريخ المقدر لمجموعة الحفائر الشمالية هذه على الأقل في هذه الشريحة الزمنية هو الأكثر احتمالاً .

---

[9] أسفر التحليل عن مؤشر إرتباط مكانى قدره 0.7525049 مع قيمة p تبلغ 0.000007 ، مما يدل على إرتباط مكانى إيجابى قوى.

[10] يؤدي إرتباط Spearman rank (Drennan, 2009, S. 223-228) وإرتباط Pearson product-moment (Drennan ، 2009 ، S. 209-212) ؛ في هذه الحالة إلى نتائج مختلفة إلى حد ما: بينما يرجع تحليل Spearman rank إلى rho قدره 0.4058129 (أقرب إلى 0 من 1 ، ولكن لا يزال ضمن نطاق غير محدد إلى حد ما) ، ولكن أقل من significance threshold(p = 0.003132). والعكس صحيح ، فإن إرتباط Spearman المتدرج متزياً بين لحظة المنتج يرجع قيمة إرشادية قوية لعدم الارتباط (t = 0.047615) ، ولكن بمستوى دلالة أعلى بكثير من significance threshold عموماً (p = 0.9622). تم حساب التحليلات باستخدام R (R 4.4.2 Core Team ، 2020 ؛ راجع Carlson ، 2017 ، S. 190-203). يمكن تفسير ذلك أن رتبة Pearson rank تقع ضمن نطاق قيم غير محددة بسبب بعض القيم المتساوية بين أحجام الحفائر ، لكن النطاق العام الواسع للقيم ينتج أهمية عالية للرتب ، بينما يظهر ارتباط Pearson عدم إرتباط محدد للقيم ، والتى لا يمكن تقدير أهميتها بوضوح بسبب النطاق العالي للسمات . باختصار ؛ يؤدي كلا التفسيرين معاً إلى إفتراض أن أحجام الحفائر ومناطق أحواض الصرف الطبوغرافي غير مرتبطة ببعضها البعض ، بحيث تؤثر المتغيرات الأخرى (أي القضايا المناخية) أيضا على نمط التوزيع (غير العشوائي) .

Karberg, T., & Eger-Karberg, J. (2026) Interwoven Landscapes. Unveiling Agricultural Innovations and Ironworking in Northern Kordofan. In J. Sigl, & J. Linstädter (ed.), Entangled Africa. Intra-African Relations between Rain Forest and Mediterranean from Around 4,000 BCE to 1,500 CE. Archäologische Forschungen in Afrika 2, 95-112.



الشكل 3: التضاريس وأحواض الصرف ، الحفائر في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة .

(Map: (c) Tim Karberg, Topography and drainage basins derived from TerraSAR-X/TanDEM-X Tiles TDM1_DEM__04_N16E028_DEM and TDM1_DEM__04_N16E029_DEM (c) DLR)

تشير هذه التواريخ المحتملة إلى أن الحفائر الشمالية على الأقل قد يعود تاريخها إلى القرن الثاني الميلادي ، مما يعني نقل تكنولوجيا الحفائر من قلب مروى في البطانة خلال العصر المروى . يؤكد غياب الأدلة التى تشير إلى السيطرة الإدارية المروية المباشرة على غرب السودان على عملية إنتقال ثقافى تشكلت من خلال العوامل البيئية والإجتماعية والإقتصادية ، مما يدل على التكيُف الانتقائى لممارسات إدارة المياه إستجابة للظروف البيئية المحلية (راجع Eger-Karberg & Karberg ، قريباً).

2.6. دراسة حالة 2: المدرجات الزراعية وأعمال الحديد:

ومن السمات المحددة الأخرى التي تهم منطقة الدراسة ؛ مرافق صهر الحديد والمدرجات الزراعية في المنطقة الواقعة بين جبل الحرازة وجبل أبو حديد . فكرة أن التكثيف الزراعي يرتبط إرتباطاً وثيقاً بأعمال الحديد ناتجة

عن الملاحظات الأثارية العرقية في دارفور التي قامت بها مشاريع الراحل إبراهيم موسى (موسى ، إتصال شخصى) . حيث أن وضع سياقى طوبوغرافى قريب لمرافق صهر الحديد والمدرجات الزراعية في دارفور لوحظ في منطقة جبل مرة (Hale, 1966) ، (Ali, 2019) . وكذلك خلال مسح أثاري غير منشور حتى الآن بالقرب من بوغوس في غرب دارفور (موسى ، إتصال شخصى) . على الرغم من حقيقة أن هذه الملاحظات تم توثيقها نوعياً فقط ، وفي حالة البحث الحالية ، لا يمكن تحليلها بشكل جغرافي إحصائى ، إلا أنها تُظهر تشابهاً ملحوظاً مع الملاحظات التي أجراها مشروع InterLINK في جبل الحرازة وجبل أبو حديد وجبل أم دراج في شمال كردفان .

يسمح السجل الأثاري لممارسة الزراعة المدرجة في منطقة حرازة على الأقل إلى حدٍ ما بإعادة بناء الإستراتيجيات المحلية لتحسين الموارد والإدارة البيئية والتنظيم المجتمعى . تمتد المدرجات لمسافات رأسية محدودة فقط (الشكل 4) ـ تصل إلى 215 متراً في جبل الحرازة و 235 متراً في جبل أبو حديد . يشير هذا الأمر إلى أن هذا العامل لعب على الأرجح دوراً ضئيلاً في تشكيل إستراتيجيات الزراعة على سفوح التلال . نظراً لعدم وجود أية تربة صالحة للإستخدام زراعياً في المنطقة وفوق المدرجات ، يمكن أيضاً إستبعاد وظيفة الحماية من التعرية أو نظام حفظ التربة الخصبة حتى لا يتم جرفها إلى أسفل المنحدر .

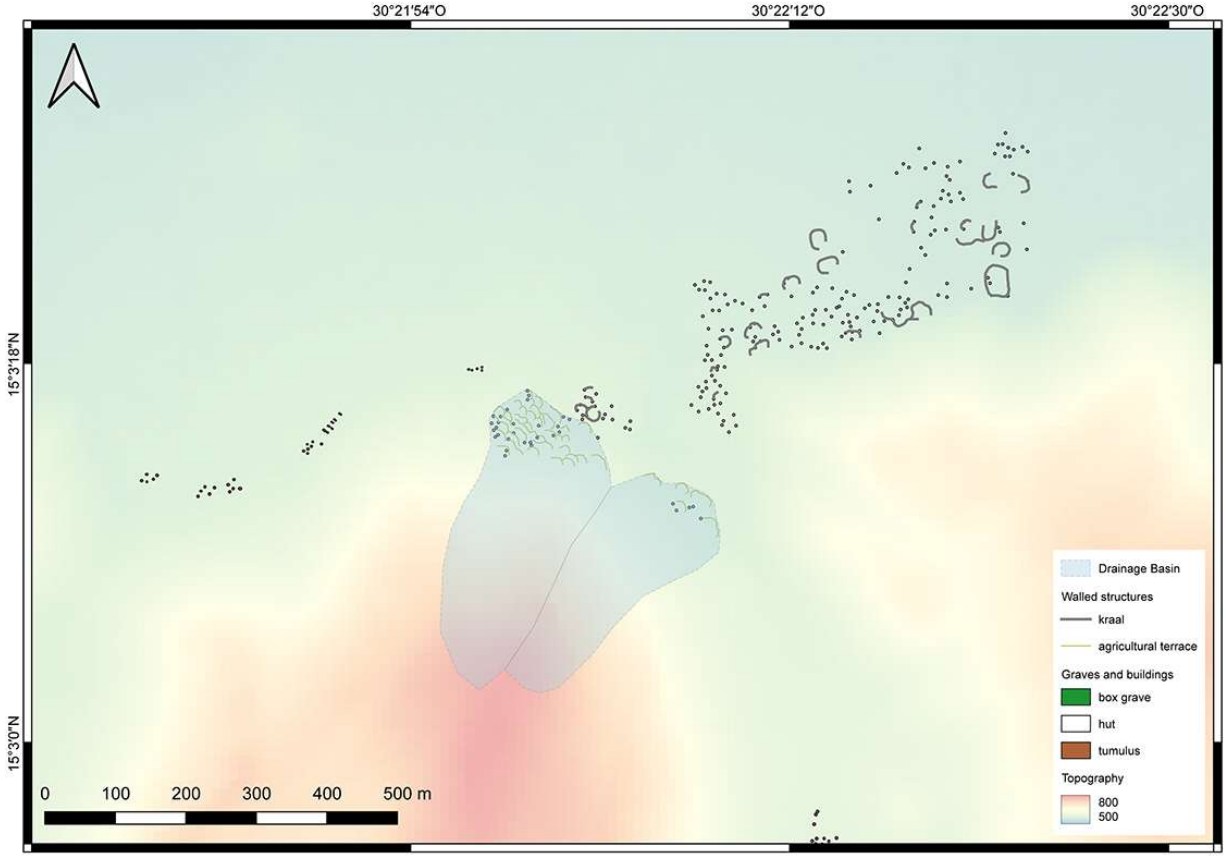
من حيث عمليات النقل الثقافى والتكنولوجى ، ستكون المرتفعات الإثيوبية القريبة نسبياً هي الشريك التبادلى الأكثر ترجيحاً . ومع ذلك ؛ فإن المدرجات في المنطقة المحيطة بجبل الحرازة تختلف في نواح مختلفة عن تلك الموجودة في المنطقة الثقافية الإثيوبية الإريترية . على عكس الزراعة المدرجة التي شُوهدت في هذه المناطق ، حيث يمكن أن يؤثر الإرتفاع المختلف للأجزاء العلوية والسفلية من مجمع المدرجات الزراعية بشكل كبير على المناخ والغطاء النباتي (Amborn, 1994, pp. 170-171) ، فإن الاختلافات الرأسية في جبل الحرازة لها تأثير ضئيل على هذه العوامل.

تظهر ظروف التربة فوق المدرجات أنه حتى المقارنات الهيكلية مع المدرجات الأوروبية الغربية والجنوبية التي يرجع تاريخها للفترة من العصر البرونزى إلى العصور الوسطى ، حيث لعبت الحماية من تآكل التربة الموجودة على المنحدرات وإعتراض مكونات التربة المنجرفة إلى أسفل المنحدرات دوراً مهماً في فهم المدرجات

الشكل 4: المدرجات الزراعية في جبل الحرازة . الصورة : *(c) Tim Karberg*)

الزراعية في منطقة جبل الحرازة (Brown, et al., 2025, pp. 12-15, esp. Fig. 7ci-cii).

تؤكد هذه الفروق على نهج زراعة المدرجات في الحرازة ، حيث تم تطوير إستراتيجيات خاصة بالموقع بشكل مستقل عن التغييرات الإرتفاعية الكبيرة التي تؤثر على الممارسات الزراعية في مناطق المرتفعات الأخرى. ومع ذلك ، فإنهم يظهرون قدرات كبيرة على جمع المياه . على سبيل المثال ، في جبل حرازة ، تتوافق مساحة 14,557 متراً مربعاً من مستجمعات المياه التي تبلغ مساحتها 105,111 متراً مربعاً، مما يشير إلى الإستخدام الماهر للتضاريس المحلية لإدارة المياه بشكل فعال . في هذه الحالة ، وبإفتراض أن هطول أمطار موسمية يعادل 400 ملم كهطول هامشى لتوزيع مشاريع الذرة الرفيعة غير المرْوية ، (أنظر Born, 1965 وكذلك Frankenberg, 1985) ، فإن مشاريع المدرجات الزراعية في جبل حرازة ستمكن من الزراعة المكثفة بكميات هطول أمطار تتراوح بين 60 و65 ملم / موسم الأمطار (الشكل 5) ، كما كان الحال خلال فترة العصور الوسطى ، خاصة خلال ذروة هطول الأمطار الإقليمية حول 1060 BP و 920 BP و 820-860 BP (Otto-Bliesner, et al., 2014; Liu, et al., 2014) ، تم الوصول إليه وتصوره بواسطة PalaeoView 1.5.1 (Fordham, et al., 2017).



الشكل 5: المدرجات الزراعية ومنطقة مستجمعاتها في جبل الحرازة.

(Map: (c) Tim Karberg, Topography and drainage basins derived from TerraSAR-X/TanDEM-X Tiles TDM1_DEM__04_N15E030_DEM (c) DLR)

إن وجود مستوطنات ومقابر كبيرة في المنطقة المجاورة مباشرة لتجمعات المدرجات الزراعية في جبل الحرازة وجبل أبو حديد ، مثال ؛ موقع كبير يضم 192 كوخاً و 256 مقبرة في الناحية الشمالية الغربية لجبل الحرازة ، يشير إلى توفر العمالة الكافية ، مما ييسر بناء وصيانة مثل هذه النظم الزراعية المعقدة (راجع Amborn, 1994, p. 163) . يتم وضع هذا في سياق إضافي من خلال التقاليد الشفوية التي تشير إلى أنه ، بصرف النظر عن المخاوف الهيدرولوجية ، ربما تكون المدرجات قد عملت أيضاً على تحديد الأراضي الزراعية عن المراعي المفتوحة (Hesse, 2002, p. 116-130).

توجد بقايا أنشطة صهر الحديد في المنطقة المجاورة مباشرة (Karberg & Eger-Karberg ، 2024). يوفر فحص بعض أكوام خبث الحديد ، التي يرجع تاريخها إلى القرن الحادي عشر (Fiedler-Volmer, 1998, p. 36) ، قاعدة تسلسل زمانى ، في حين أن بعض مبانى المقابر الفوقية القابلة للمقارنة من ناحية الأسلوب بموقع الزانكور يرجع تاريخها إلى القرن الثالث عشر القرن (Gratien, et al., 2013, p. 66-69) يوفر مؤشراً

إضافياً على تأريخ المستوطنة ومجمع المقابر. على الرغم من أن مناهج التأريخ هذه ترتبط تقريباً بزيادة بناء المدرجات الزراعية في شمال البحر الأبيض المتوسط في الفترة ما بين أوائل القرنين الحادي عشر والرابع عشر الميلادي (Turner, et al., 2021, pp. 785-786; Srivastava, et al., 2022; Srivastava, Kinnaird, Sevara, Holcomb, & Turner, 2023, pp. 13-14)، وهي تختلف عن المدرجات في كردفان ودارفور من حيث بنائها ووضعها في الأراضي الطبيعية والوظائف: مدرجات البحر الأبيض المتوسط أكثر إستطالة وتمتد على وديان أكبر ذات تركيزات هيدرولوجية محددة للجريان السطحي (Turner, et al., 2021, pp. 780-781; Stavi, et al., 2024, Sp. 6 Fig. 5)[11], يتم توجيه وضعها في الأراضي الطبيعية داخل الوديان الأكبر من أجل جمع جريان مياه السوفراسيوم المركز بالفعل (Stavi, et al., 2024, p. 8 ، الشكل 7) [12] ، علاوة على ذلك ، غالبا ما تشمل وظيفتها ـ إلى جانب حصاد المياه ـ الحماية من التعرية و "حصاد التربة" (Brown, et al., 2025, S. 12-15) لذلك ، قد تكون مقاربات التأريخ المماثلة بين المدرجات الزراعية من كردفان والبحر الأبيض المتوسط مصادفة أيضاً ، أو على الأرجح إعتماداً على التطورات المناخية واسعة النطاق كمتغير ثالث تابع .

لا يزال التأريخ الدقيق للمدرجات والمستوطنة المجاورة في الجبل حرازة بعيد المنال . علاوةً على ذلك ، لا يمكن إشتقاق السياق المباشر بين منشآت صهر الحديد والمدرجات الزراعية بشكل كبير من البيانات . الأفكار القائلة بأن بناء وصيانة مثل هذه المدرجات تتطلب إنتاجاً محلياً للحديد بسبب التآكل الشديد للأدوات الضرورية التي لا يوفر الاستيراد إمدادات كافية لها مدعومة ببعض الملاحظات الأثارية العرقية (إبراهيم موسى ، غير منشور) ، لكنها لا تزال تخمينية في الوقت الحالي .

لم يكشف تحليل بيانات الأقمار الصناعية عن أي أثر للمدرجات الزراعية المماثلة أو أنشطة الصهر في الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة ، حيث تشير الثقافة المادية المحلية إلى تشابك أوثق مع ثقافات وادى النيل في النوبة في العصور الوسطى . يشير هذا إلى أن أي إنتقال ثقافي و/أو تكنولوجى من/أو عبر ثقافة العصور الوسطى النوبية (بما في ذلك التشابك مع المخططات الزراعية المدرجات في المرتفعات الإثيوبية) قد لا يكون ملحوظاً ، على الرغم من أنه لا يتم دحضه بنفس القدر ، مما يسلط الضوء فقط على "غياب الأدلة".

---

[11] بالنسبة لشرق البحر الأبيض المتوسط ، راجع أيضاً (Ackermann et al. 2018: 116-117) ، والتي تميز بين "زراعة الجريان السطحي" على نطاق صغير في العصر الرومانى والبيزنطي والإسلامي المبكر، و "المدرجات الزراعية" ذات النطاق الأكبر التي يرجع تاريخها إلى الفترة العثمانية . ضدهم ، يؤرخ (Stavi et al.) ستافي وآخرون بشكل خاص بعض مبانى الشرفات الأكبر والأكثر تفصيلاً في النقب إلى العصر البيزنطي ، وعينات أقل تفصيلاً إلى فترات لاحقة (Stavi et al. 2024: 11-12).

[12] أيضا ، تم إنشاء أمثلة سابقة من البتراء داخل خيران الصرف المركزة بالفعل (Beckers et al. 2013: 335-337).

7. مناقشة:

تعكس الورقة البحثية وجهات النظر المتطورة حول علم الآثار في كردفان ودارفور ، وتتناول العديد من التعقيدات النظرية والمصطلحية . في البداية ؛ تأثرت دراسات هذه المناطق بشدة بالإنتشار الجذرى ، والذى غالبا ما يتضمن نماذج إستعمارية تشير إلى أن مواقع مثل الزانكور (Monneret de Villard, 1935, p. 178-179) و عين فرح (Arkell A. J., 1936; Arkell A. J., 1959) عمِلت كبؤر إستيطانية للدول النوبية في العصور الوسطى. وشمل ذلك النظريات المرَوية المتأخرة "الهجرة الغربية" (Arkell & MacMichael, 1961, p. 175-177). ومع ذلك ؛ بمرور الوقت ، كان هناك تحول ملحوظ نحو مناهج أكثر تفسيرية وإنعزالية تُؤكد على الإستقلالية الثقافية وتُميز المجمعات في كردفان (Gratien, et al., 2013). ومع ذلك ، تشير الأبحاث الحديثة إلى عودة الروابط القوية مع وادي النيل ، والتي تتجلى في كل من السياقات المسيحية في العصور الوسطى (Eger, 2019) والعصر الحديدى الكوشي ، مثل توزيع منشآت الحفائر كما هو موضح في هذه الورقة (راجع أدناه § 6.1) . ومع ذلك ؛ فإن الأدلة قليلاً ما توحى بطبيعة غير متماثلة في هذه التفاعلات ، بصرف النظر عن بعض العناصر الثقافية المسيحية والعصور الوسطى المحددة حول جبل العين (Eger, 2011) والتي ليست جزءاً من دراستىْ الحالة اللتيْن تمت مناقشتُهما في هذه الورقة .

يؤكد إختبار الإنتقال الثقافى والتكنولوجى (Walsh, Riede, & O'Neill, 2019, p. 58) على ضرورة الطلب الإجتماعى والإقتصادى لتحفيز التبني الفعال للتقنيات الجديدة. يتضح هذا المبدأ بوضوح في تحليل الحفائر في شمال كردفان ، حيث تكشف المقارنات الهيكلية مع منشآت حصاد المياه المماثلة في مناطق أخرى عن أوجه تشابه كبيرة فيما يتعلق بإطارها الإجتماعى والإقتصادى والبيئى . تتجاوز السعة الحجمية لمجموعات الحفير أو الحفائر على سبيل المثال ؛ مثل تلك الموجودة في الناحية الغربية بسعة تخزين متراكمة تبلغ 47,640 متراً مكعباً، بشكل كبير المتطلبات الرعوية الفورية للمراعي المحيطة التي يقيسها NDVI في ظل الظروف الرطبة . هذه المراعى ، التي تمتد على مساحة 1,054,379 متراً مربعاً ، تدعم فقط 19 إلى 23 وحدة للماشية الإستوائية [13] (Wickens، 1991، p. 58) حتى مع الأخذ في الإعتبار مسافة تجوال من مصدر المياه يبلغ 25 كم (راجع أيضاً Gabriel، 1977، p. 22) . عند تقييم الطلب على المياه في ظل درجات حرارة عالية تصل إلى 200 لتر في اليوم (Kononoff, Snow, & Christensen, 2017)، تتجاوز قدرات الحفائر هذه الإحتياجات ، حتى في ظل السيناريوهات التي يكون فيها ما يقرب من ثلثى حجم المياه قابلاً

[13] حتى عندما تؤخذ التقديرات الأعلى لمنطقة البطانة كأساس (Pflaumbaum 1994: 73-75) ، لا تزال المراعى تمثل العامل الأكثر تقييداً للتربية مقارنة بالطلب على المياه ليتم دعمه من خلال السعة التخزينية للحفير.

للإستخدام بسبب التبخر والترسيب (Scheibner, 2017, p. 112-113). هذا يعني أن وظيفة هذه الحفائر تمتد إلى ما هو أبعد من مجرد خدمة الإحتياجات الرعوية ، بما يتماشى مع ملاحظات البطانة حيث شكل سياق إجتماعى وإقتصادى مختلط إستخدامها دون إحداث تحول جذري في المفهوم الأصلي (Karberg, 2015; Karberg, 2017) . يتناقض تصميمها الرامى للإحتفاظ بالفائضة بدلا من وضعها فى بطن الوادى مع مبانى الحفير الحديثة ، مما يشير إلى الإنتقال الثقافى والتكنولوجى من البطانة دون تحول إجتماعي وثقافي بعيد المدى . يؤدي عدم وجود أية مؤشرات على السيطرة المرَوية الإدارية على كردفان إلى إفتراض أن بناء الحفائر في هذه المنطقة إتبع النموذج المجتمعى المقدر أيضا للمناطق النائية في البطانة (Scheibner، 2014) ، وليس مقاربات إحصائية تفترض "برنامج بناء حفير" منظم ومخطط مركزياً (Weschenfelder ، 2014).

في المقابل ، تقدم تكنولوجيا الحديد وزراعة المدرجات سرداً مختلفاً . ويعكس وجودها صدى الملاحظات في دارفور ولكنه غائب في منطقة الدراسة الشمالية حيث يمكن أن تدعم الظروف نظرياً صهر الحديد نظراً للموارد المحلية من خام الحديد والحطب . هذا الغياب ؛ على الرغم من تشابك الموقع مع ثقافات وادي النيل، يُلمِّح إلى تطورات محلية متميزة (لدراسة حالة أخرى ذات تطورات مماثلة، راجع Holl, 1997, p. 25-28). لا تُظهر المنطقة الواقعة في أقصى الشمال من منطقة التحقيق تشابكاً ثقافياً وثيقاً مع الدول المسيحية في العصور الوسطى في وادى النيل وربما يتم تحديدها بـ "أرض تارى" في المصادر الإسلامية في العصور الوسطى (Eger, 2019) لا تُظهر بقايا أعمال الحديد أو المدرجات الزراعية ، بينما في مواقع مثل الغزالى في وادى أبودوم توجد منشآت لتشغيل الحديد بالقرب من المستوطنات المسيحية الرهبانية . هذا يتناقض (مع Spaulding, 1998, p. 47-50) إلى حدٍ ما مع فكرة أن تكنولوجيا تشغيل الحديد في منطقة الحرازة قد تكون مرتبطة بطريقةٍ ما بالإتصالات الثقافية بولايات النوبة المسيحية في وادي النيل.

وبالمثل ، تختلف زراعة المدرجات في الحرازة عن النماذج الإثيوبية والبحر الأبيض المتوسط التي كانت لا تزال مرتبطة بها في بداية البحث . على عكس مدرجات البحر الأبيض المتوسط ، فإن موقعها في الأراضى الطبيعية خارج أنظمة الجريان السطحى الأكبر (التي توجد بالفعل في مكان قريب ، ولكن بدون منشآت مدرجة مماثلة) وتراكمات التربة الطبيعية الشاقة تشير إلى وظيفة مختلفة ، على الرغم من أنه قد يكون هناك نهج تأريخ مماثل قابل للمقارنة تقريباً مع المدرجات الزراعية الإثيوبية ، فإنها تفتقر إلى ميزات مثل الترحيل عبر مسافات رأسية أكبر، مع الإستفادة من تقسيم الغطاء النباتى القائم على الإرتفاع بسبب القيود البيئية والإجتماعية والإقتصادية المحلية . بالإضافة إلى ذلك ، لا ترتبط المدرجات الزراعية في منطقة جبل الحرازة وجبل أبو حديد بالمراعي المرتفعة الموسمية (مقارنة بنقل المراعي في جبال الألب في أوروبا) ، وهي أيضاً سمة مميزة للمخططات المدرجات في المرتفعات الإثيوبية (Amborn, 1994, p. 170-171).

بالمقارنة مع الأمثلة الإثيوبية والبحر الأبيض المتوسط ، تفتقر مدرجات منحدرات جبل الحرازة إلى إمكانية التحول البشرى على نطاق واسع للمناظر الطبيعية البشرية (راجع Ackermann, et al., 2018, pp. 126-129) نظراً لصغر حجمها نسبياً وعامل تأثيرها ، ولكن بشكل خاص وأن مساحة الأراضي الصالحة للزراعة لا تزداد بشكل كبير بسبب سهول الهباء الجوى الكبيرة في المنطقة المجاورة مباشرة (Born, 1965). لذلك ، أشارت المدرجات في هذه المنطقة إلى تكثيف الزراعة المنفردة عن طريق حصاد المياه والتسميد الخاضع للرقابة ، بدلاً من إعادة تصميم مناطق الأراضى الطبيعية الواسعة للإستخدام الزراعى .

ولأنه (بخلاف الفكرة العامة للمدرجات الزراعية) لا يمكن إستخلاص أي روابط محددة أخرى بالثقافات القديمة والعصور الوسطى في المرتفعات الإثيوبية أو حوض شرق البحر الأبيض المتوسط من النتائج التي توصلت إليها الثقافة المادية في كردفان ، فإن هذا يشير إلى مسار تنموى منعزل إلى حدٍ ما في غرب السودان ، ربما تأثر بالتفاعلات مع دارفور أكثر من الروابط المباشرة مع الممارسات الثقافية الراسخة في المناطق المجاورة إلى الشرق . مما يؤكد تطوراً إقليمياً مستقلاً بدلاً من إنتقال ثقافى واسع النطاق .

8. الاستنتاجات:

في الختام، يُؤكد مثال دراستىْ الحالة في هذه الورقة على الأشكال المتنوعة للتشابك ، فضلاً عن الإنتقال الثقافى والإقتصادى والإجتماعى الذي شكل المشهد التاريخي لشمال كردفان (راجع Eger-Karberg & Karberg، 2024) . تسلط هذه النتائج الضوء على الإتجاهات المحتملة لمزيد من البحث ، لا سيما الحاجة إلى التأريخ الدقيق للمدرجات الزراعية والحفائر ، وهي المناطق التي تُوفِر فيها الأدلة الحالية رؤىً أولية ولكنها تترك مجالاً لفهم أعمق . كما يظهر رسم خرائط المجمعات الثقافية الأوسع نطاقاً ، الذي يمكن تحقيقه في المقام الأول من خلال الإستخدام الاستراتيجى لبيانات مراقبة الأرض ، كهدف بحثي مهم .

وبشكل أكثر تحديداً ، فإن إرتباط صهر الحديد بالزراعة المدرجة ، وكلاهما تم تحليله على نطاق واسع باستخدام صور الأقمار الصناعية الشاملة ومتعددة الأطياف ، يدل على قدرة تكنولوجيات الإستشعار عن بعد على توفير مجموعة بيانات قوية بما فيه الكفاية . تبشر مجموعات البيانات هذه بتحقيق نتائج ذات دلالة إحصائية من خلال التحليلات الجيوإحصائية ، وبالتالي تعزيز فهمنا للممارسات الإقتصادية والتكنولوجية المترابطة في الماضي . يمكن أن تركز الأبحاث المستقبلية على تسخير مجموعة أوسع من هذه البيانات عالية الدقة عبر مناطق جغرافية واسعة ، مما يضمن فهما أكثر شمولاً ودقة للديناميكيات المعقدة التي ميزت المجتمعات القديمة في هذه المنطقة . ومن خلال هذه الجهود ، من المتوقع أن تظهر صورة أوضح للتشابكات الإجتماعية والإقتصادية والتكنولوجية في منطقة أوسع .

شكر و تقدير :

يُعرب المؤلفان عن إمتنانهما لأنجليكا لوهفاسر، مديرة معهد علم المصريات والقبطيات في جامعة مونستر، على دعمها المتعدد لمشروع InterLINK. العديد من المناقشات المثمرة ، نشكر توماس شيبنر ، وبيترا ويشنفيلدر ، وبالدور غابرييل ، وأليكسا هون ، وفريدريكا جيسي ، بالإضافة إلى الفريق بأكمله لبرنامج DFG ذى الأولوية "إفريقيا المتشابكة". تم تمويل عمل مشروع InterLINK من قبل Deutsche Forschungsgemeinschaft (مؤسسة الأبحاث الألمانية DFG) ـ المشروع رقم 404296411 – كجزء من برنامج ("DFG 2143 "Entangled Africa) .

المراجع :

Alsdorf – Beighley – Laraque et al. 2016 Alsdorf, D. – Beighley, E. – Laraque, A., Opportunities for hydrologic research in the Congo Basin. In: *Reviews of Geophysics 54: 378–409. https://doi. org/10.1002/2016RG000517*

Airbus SE. (2022). *WorldDEM*. accessed at 07. 05 2022 from https://www.intelligence-airbusds.com/imagery/reference-layers/worlddem/

Ali, I. M. (2019). The influence of Islam on Darfur Architecture. *Der antike Sudan. MittSAG, 30*, 159-174.

Ackermann, O., Maeir, A. M., Frumin, S., Svoray, T., Weiss, E., Zhevelev, H., . . . Horwitz, L. K. (2018). The Paleo-Anthropocene and the Genesis of the Current Landscape of Israel. *Journal of Landscape Ecology, 10*(3), 109-140. doi:10.1515/jlecol-2017-0029

Amborn, H. (1994). Wirtschaftliche und soziale Stabilisierungsstrategien südäthiopischer Feldbauern. In M. Bollig, & F. Klees (Hrsg.), *Überlebensstrategien in Afrika* (p. 159-178). Köln: Heinrich-Barth-Institut.

Arkell, A. J. (1936). Darfur Antiquities - I. Ain Farah, with Plates. *Sudan Notes and Records, 19.2*, p. 301-311.

Arkell, A. J. (1959). The Medieval History of Darfur in its Relation to other Cultures and to the Nilotic Sudan. *Sudan Notes and Records, 40*, p. 44-47.

Arkell, A., & MacMichael, H. (1961). *A History of the Sudan: from the earliest times to 1821.* London: Athlone Press.

Beckers, B., Schütt, B., Tsukamoto, S., & Frechen, M. (2013). Age determination of Petra's engineered landscape – optically stimulated luminescence (OSL) and radiocarbon ages of runoff terrace systems in the Eastern Highlands of Jordan. *Journal of Archaeological Science, 40*, 333-348.

Bhabha, H. K. (1994). *Location of Culture.* (H. K. Bhabha, ed.) London: Routledge.

Boivin, N. (2022). The Domestication of Difference: Globalization, Hybridity, and Material Culture in Archaeological Perspective. In T. Clack, & M. Brittain (eds.), *Archaeologies of Cultural Contact: At the Interface* (p. 25-43). Oxford: Oxford University Press.

Born, M. (1965). *Zentralkordofan. Bauern und Nomaden in Savannengebieten des Sudan.* Marburg: Selbstverlag des Geographischen Institutes der Universität Marburg.

Brown, A. G., Pears, B., Cucchiaro, S., Tarolli, P., Lang, A., Zhao, P., . . . Fallu, D. (2025). The Geoarchaeology of Agricultural Terraces in Europe: Construction, Resilience and Implications for Sediment Delivery. *Geoarchaeology, 40*(2), 1-21.

Carlson, D. L. (2017). *Quantitative Methods in Archaeology Using R.* Cambridge/New York: Cambridge University Press.

Collins, W. D., Bitz, C. M., Blackmon, M. L., Bonan, G. B., Bretherton, C. S., Carton, J. A., . . . Smith, R. D. (2006). The Community Climate System Model Version 3 (CCSM3). *Journal of Climate, 19*, p. 2122-2143.

Conolly, J., & Lake, M. (2010). *Geographical Information Systems in Archaeology* (4 ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Drennan, R. D. (2009). *Statistics for Archaeologists. A Commonsense Approach* (2 ed.). Berlin/Heidelberg: Springer.

Eerkens, J. W., & Lipo, C. P. (2007). Cultural Transmission Theory and the Archaeological Record: Providing Context to Understanding Variation and Temporal Changes in Material Culture. *Journal of Archaeological Research, 15*, 239-274.

Eger, J. (2011). Ein mittelalterliches Kloster am Gebel al-Ain? *Der antike Sudan. MittSAG, 22*, p. 115-120.

Eger, J. (2019). The Land of Ṭarī' and Some New Thoughts on Its Location. In A. A. Eger (ed.), *The Archaeology of Medieval Islamic Frontiers - From the Mediterranean to the Caspian Sea* (p. 119-136). Louisville: University Press of Colorado.

Eger, J., & Karberg, T. (2019). Neue Forschungen in Nord-Kordofan. Vorbericht über die Feldkampagnen des InterLINK-Projektes der Jahre 2017 und 2018. *Der antike Sudan. MittSAG, 30*, p. 131-146.

Eger, J., & Karberg, T. (2020). Nord-Kordofan im Satellitenbild. Vorbericht über die Forschungen des InterLINK-Projektes 2020. *Der antike Sudan. MittSAG, 31*, p. 87-98.

Eger-Karberg, J., & Karberg, T. (2022). Interregional Linkage Investigations in Northern Kordofan (InterLINK). Report on the first project phase (2017-2022). *Sudan & Nubia, 26*, p. 82-93.

Eger-Karberg, J., & Karberg, T. (2024). The management of resources in remote desert areas: Bayuda and North Kordofan. In R. Lemos, & J. Budka (eds.), *Landscape and resource management in Bronze Age Nubia: Archaeological perspectives on the exploitation of natural resources and the circulation of commodities in the Middle Nile* (p. 34-45). Wiesbaden: Harrassowitz.

Eger-Karberg, J., & Karberg, T. (2024). Transfer von Waren und Ideen - Kordofan als Wegekreuz. *Antike Welt, 3/24*, 24-29.

Eger-Karberg, J., & Karberg, T. (forthcoming). Mapping Cultural Interlinkage: A Comprehensive Analysis of Cultural Complexes in Northern Kordofan. In A. Lohwasser, & T. Karberg (eds.), *Proceedings of the 13th International Conference for Meroitic Studies.* Wiesbaden: Harrassowitz.

ESA SUHET. (2013). *Sentinel-2 User Handbook.* ESA.

Fairfield, J., & Leymarie, P. (1991). Drainage networks from grid digital elevation models. *Water Resources Research, 27*(5), p. 709-717.

Fiedler-Volmer, R. (1998). *Der Es Safya-Graben im Nordsudan - Geologie und Tektonik.* Berlin: FB Bauingenieurwesen und Angewandte Geowissenschaften der TU Berlin (Dissertation).

Fordham, D. A., Saltré, F., Haythorne, S., Wigley, T. M., Otto-Bliesner, B. L., Ka, C. C., & Brook, B. W. (2017). PaleoView: a tool for generating continuous climate projections spanning the last 21 000 years at regional and global scales. *Ecography, 40*(11), p. 1348-1358.

Frankenberg, P. (1985). Zum Problem der Trockengrenze. *Geographische Rundschau, 37*, 350-358.

Gabriel, B. (1977). *Zum ökologischen Wandel im Neolithikum der östlichen Zentralsahara.* Berlin: Institut für Physische Geographie der Freien Universität.

Gratien, B., Dissaux, R.-P., Evrard, J., Marchi, S., Nogara, G., & Usai, D. (2013). *Abou Sofyan et Zankor. Prospections dans le Kordofan occidental (Soudan).* Villeneuve d'Ascq: Presses Universitaires du Septentrion.

Hale, G. A. (1966). *Cultivation Terraces in Western Darfur, Sudan: A Study in an Agricultural Form and Practice.* Los Angeles: University of California.

Hesse, G. (2002). *Die Jallaba und die Nuba Nordkordofans. Händler, Soziale Distinktion und Sudanisierung.* Hamburg: Lit.

Hinkel, M. (2015). *Die Hafire im Sudan. The archaeological map of the Sudan Supplement 2.* (W. F. Reineke, ed.) Bonn: Habelt.

Hodder, I. (2012). *Entangled. An Archaeology of the Relationships between Humans and Things.* Hoboken: Wiley-Blackwell.

Holl, A. (1997). Metallurgy, iron technology and African Late Holocene societies. In R. Klein-Arendt (ed.), *Traditionelles Eisenhandwerk in Afrika* (p. 13-54). Köln: Heinrich-Barth-Institut.

Karberg, T. (2015). Culture, Crops, and Cattle. Aspects of Environmental Assessment, seen through an Archaeologist's Eye. In M. Zach (ed.), *The Kushite World. Proceedings of the 11th International Conference for Meroitic Studies* (p. 69-76). Wien: Verein der Förderer der Sudanforschung.

Karberg, T. (2017). Cattle in the Meroitic Hinterland Exemplified by Archaeological Record from Musawwarat es Sufra. In E. Fantusani, & M. Baldi (eds.), *The Fifth Day for Nubian Studies* (p. 105-116). Rom: Scienze e Lettre.

Karberg, T., & Eger-Karberg, J. (2024). A View on the "Father of Iron" from Space. The potential of multi-spectral earth observation data analysis for the detection of iron smelting facilities in between Jebel Haraza and Jebel Abu Hadid, Northern Kordofan. *Der antike Sudan. MittSAG, 35*, 103-114.

Karberg, T., & Eger-Karberg, J. (in print). Water harvesting and utilization in iron age Northern Kordofan. In J. Runge, & A. Raharimalala (eds.), *Paleoecology of Africa* (Bd. 36). Leiden: CRC.

Kononoff, P. J., Snow, D. D., & Christensen, D. A. (2017). Drinking water for dairy cattle. In D. K. Beede (ed.), *Large Dairy Herd Management* (3rd Ausg., p. 611-624). American Dairy Science Association.

Lévi-Strauss, C. (1973). *Anthropologie structurale II* (vol. II). Paris: Plon.

Liu, Z., Lu, Z., Wen, X., Otto-Bliesner, B. L., Timmerman, A., & Cobb, K. M. (2014). Evolution and forcing mechanisms of El Niño over the past 21,000 years. *Nature, 515*, 550-553.

Matić, U. (2017). Der 'dritte Raum', Hybridität und das Niltal: Das epistemologische Potenzial der postkolonialen Theorie in der Ägyptologie. In A. Verbovsek (Hrsg.), *Beiträge des sechsten Berliner Arbeitskreises Junge Ägyptologie (BAJA 6)* (S. 93-111).

Matić, U. (2023). Postcolonialism as a Reverse Discourse in Egyptology: De-colonizing Historiography and Archaeology of Ancient Egypt and Nubia Part 2. *Archaeologies, 19*, 60-82.

Monneret de Villard, U. (1935). *La Nubia Medioevale 1: Inventario dei Monumenti.* Cairo: Imprimerie De L'Institut Francais.

O'Callaghan, J. F., & Mark, D. M. (1984). The extraction of drainage networks from digital elevation data. *Computer Vision, Graphics and Image Processing, 28*, p. 323-344.

Otto-Bliesner, B. L., Russel, J. M., Clark, P. U., Liu, Z., Overpeck, J. T., Konecky, B., . . . Lu, Z. (2014). Coherent changes of southeastern equatorial and northern African rainfall during the last deglaciation. *Science, 346*(6214), 1223-1227.

Pflaumbaum, H. (1994). Futterressourcen in der Butana (Rep. Sudan): Zur Problematik der Dynamik ökologischer Tragfähigkeit. In M. Bollig, & F. Klees (eds.), *Überlebensstrategien in Afrika* (p. 67-80). Köln: Heinrich-Barth-Institut.

R Core Team. (2020). *R: A Language and environment for statistical computing 4.0*. Von https://cran.r-project.org abgerufen

Scheibner, T. (2014). Entstehung, Ursprung und Nutzung – Die Hafire in Musawwarat es-Sufra und in der Keraba als Wirtschaftsbauten. In A. Lohwasser, & P. Wolf (eds.), *Ein Forscherleben zwischen den Welten. Zum 80. Geburtstag von Steffen Wenig* (p. 299-322). Berlin: Sudanarchäologische Gesellschaft zu Berlin e.V.

Scheibner, T. (2017). *Wasserbauliche Infrastruktur und Wassermanagement in Musawwarat es-Sufra in kuschitischer Zeit.* Wien: Universität Wien (Dissertation).

Spaulding, J. (1998). Early Kordofan. In E. Stiansen, & M. Kevane (eds.), *Kordofan Invaded. Peripheral Incorporation and Social Transformation in Islamic Africa* (p. 46-59). Leiden: Brill.

Srivastava, A., Kinnaird, T., Sevara, C., Holcomb, J. A., & Turner, S. (2023). Dating Agricultural Terraces in the Mediterranean Using Luminescence: Recent Progress and Challenges. *land, 12*(3), 716.

Srivastava, A., Kinnaird, T., Turner, S., Sevara, C., Holcomb, J., Lekakis, S., & Shillito, L.-M. (2022). Agricultural terraces in the Mediterranean: a multidisciplinary approach to understanding human-landscape interactions. *EGU General Assembly 2022, Vienna, Austria, 23–27 May 2022, EGU22-580.* Vienna. doi:https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-580

Stavi, I., Eldad, S., Xu, C., Xu, Z., Gusarov, Y., Haiman, M., & Argaman, E. (2024). Ancient agricultural terrace walls control floods and regulate the distribution of Asphodelus ramosus geophytes in the Israeli arid Negev. *Catena*, 1-12.

Stockhammer, P. W. (2013). From Hybridity to Entanglement, From Essentialism to Practice. In W. van Pelt (ed.), *Archaeology and Cultural Mixture* (p. 11-28). Cambridge.

Tucker, C. J. (1979). Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation. *Remote Sensing of Environment, 8*(2), p. 127-150.

Tucker, C. J., Pinzon, J. E., Brown, M. E., Slayback, D. A., Pak, E. W., Mahoney, R., . . . El Saleous, N. (2005). An extended AVHRR 8-km NDVI dataset compatible with MODIS and SPOT vegetation NDVI data. *International Journal of Remote Sensing, 26*(20), p. 4485-4498.

Turner, S., Kinnaird, T., Varinlioğlu, G., Şerifoğlu, T. E., Koparal, E., Demirciler, V., . . . Turner, A. (2021). Agricultural terraces in the Mediterranean: medieval intensification revealed by OSL profiling and dating. *Antiquity, 95*(381), 773-790.

Walsh, M. J., Riede, F., & O'Neill, p. (2019). Cultural Transmission and Innovation in Archaeology. In A. M. Prentiss (ed.), *Handbook of Evolutionary Research in Archaeology* (p. 49-70). Berlin: Springer.

Weschenfelder, P. (2014). Who gets the lion's share? Thoughts on Meroitic water management and its role in royal legitimization. In A. Lohwasser, & P. Wolf (eds.), *Ein Forscherleben zwischen den Welten. Zum 80. Geburtstag von Steffen Wenig* (p. 335-350). Berlin: Sudanarchäologische Gesellschaft zu Berlin e.V.

Wickens, G. E. (1991). Natural Vegetation. In G. M. Craig (ed.), *The Agriculture of the Sudan* (p. 54-67). London: Oxford University Press.