Journal of Nature, Life and Applied Sciences (JNSLAS) • Vol 7, Issue 4 (2023) • P: 55 – 37
https://journals.ajsrp.com/index.php/jnslas
ISSN: 2522-3356 (Online) • ISSN: 2522-3356 (Print)

Measurements of trees in the city of Abha using lidar technology by smart phones

Mrs. Eman Saeed Al-Shahrani*[1], Co-Prof. Sulafa Haj Al-Safi[1]

[1] College of Arts | King Saud University | KSA

Received: 13/08/2023

Revised: 25/08/2023

Accepted: 18/09/2023

Published: 30/12/2023

* Corresponding author: emansaeid12@hotmail.com

Citation: Al-Shahrani, E. S., & Al-Safi, S. H. (2023). Measurements of trees in the city of Abha using lidar technology by smart phones. *Journal of natural sciences, life and applied sciences, 7*(4), 37 – 55. https://doi.org/10.26389/AJSRP.V130823

2023 © AISRP • Arab Institute of Sciences & Research Publishing (AISRP), Palestine, all rights reserved.

• **Open Access**

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license

Abstract: The research aims to find an alternative, low-cost method for measuring trees and characterizing their structure using LIDAR technology carried by the iPhone 13 Pro Max, because of its importance in monitoring and inventorying large areas of gardens and providing solutions to many problems that may face those responsible for forests, such as inventorying them and how to monitor and supervise them. on large areas with a small number of employees using this technology. Advancements in smart devices (phone/tablet) and sensor technologies used in applications have paved the way for the use of smart mobile devices in various fields beyond their basic functions. For example, lidar systems are shrinking in size and these sensors are beginning to be integrated into smart communication platforms. The study concluded that this technology can be used easily and without any cost or effort, to identify trees and know all their details and information. The height of the trees in the photography area is about 3 meters, and the area of trees in the area is about 37.42 square meters. The study recommended the need to move towards the use of LIDAR technology for measuring trees and forests in general and characterizing their structures and taking care of trees and knowing the extent of their health and prosperity in the Jabal Al-Souda region, to preserve the environment and climate changes. The study also recommended paying attention to using LIDAR technology and applying it to all parks in the city of Abha and carrying out many studies that use technology and work with it on all phenomena such as roads, streets, houses, etc. in the city of Abha to identify the problems of each phenomenon.

Keywords: smart phones; LIDAR technology; point cloud analysis; LAS files; Souda Mountain.

قياسات الأشجار في مدينة أبها باستخدام تقنية الليدار LIDAR بواسطة الهواتف الذكية

أ. ايمان سعيد الشهراني*[1]، الأستاذ المشارك / سلافة حاج الصافي[1]

[1] كلية الآداب | جامعة الملك سعود | المملكة العربية السعودية

المستخلص: يهدف البحث إلى إيجاد طريقة بديلة منخفضة التكلفة لقياسات الأشجار وتوصيف هيكلها باستخدام تقنية الليدار (LIDAR) المحمولة بواسطة جهاز iPhone 13 Pro Max، لما لها من أهمية في مراقبة وجرد مساحات واسعة من الحدائق وتقديم الحلول للعديد من المشكلات التي قد تواجه المسؤولين عن الغابات كحصرها وكيفية مراقبتها والإشراف على المساحات الشاسعة بعدد قليل من الموظفين باستخدام تلك التقنية. وقد مهدت التطورات في الأجهزة الذكية (الهاتف / الجهاز اللوحي) وتقنيات الاستشعار المستخدمة في التطبيقات الطريق لاستخدام الأجهزة المحمولة الذكية في مجالات مختلفة تتجاوز وظائفها الأساسية. فعلى سبيل المثال، تقلص حجم أنظمة lidar وبدأت هذه المستشعرات في الاندماج في منصات الاتصالات الذكية. وتوصلت الدراسة إلى انه يمكن استخدام هذه التقنية بكل سهولة ويسر بدون أي تكلفه او جهد وذلك للتعرف على الاشجار ومعرفة كل ما يخصها من تفاصيل ومعلومات، وكانت هذه الدراسة قد أخذت في مساحة صغيرة وذلك لمساحة الهاتف والغطاء النباتي الكثيف بين الأشجار، ومن أهم النتائج أن اقصى ارتفاع للأشجار بمنطقة التصوير يصل نحو (3) أمتار، وان مساحة الاشجار بالمنطقة تصل نحو (37,42) متر مربع. وقد أوصت الدراسة بضرورة التوجه نحو استخدام تقنية الليدارLIDAR لقياسات الأشجار والغابات بصفة عامة وتوصيف هياكلها، والاهتمام بالأشجار ومعرفة مدى صحتها وازدهارها في منطقة جبل السودة، وذلك للمحافظة على البيئة وتغيرات المناخ، أيضا أوصت الدراسة بالاهتمام باستخدام تقنية الليدار (LIDAR) وتطبيقها على جميع الحدائق بمدينة أبها، والقيام بالعديد من الدراسات التي تستخدم التقنية والعمل بها على جميع الظاهرات مثل الطرق والشوارع والمنازل وغيرها بمدينة أبها من اجل التعرف على مشكلات كل ظاهرة.

الكلمات المفتاحية: الهواتف الذكية؛ تقنية الليدارLIDAR ؛ تحليل سحابة النقطة؛ ملفات LAS؛ جبل السودة.

1- مقدمة:

يُعرف(LIDAR) Light Detection And Ranging بأنه نظام يكتشف الضوء ويحدد المسافة، آذ ينتج كميات كبيرة من بيانات سحابة نقطية ثلاثية الأبعاد(DİAZ et al., 2022; Yakar et al., 2021).وقد ظهرت هذه التقنية LIDAR في ستينيات القرن الماضي وتم استخدامها لأول مرة في تطبيقات الطيران(YILMAZ & YAKAR, 2006; Zeybek, 2019). في السبعينيات تم استخدام (LIDAR) كمستشعر للاستشعار عن بعد وذلك لرسم خرائط الغابات والبحار والغلاف الجوي والتضاريس(Özdemir et al., 2021). في أواخر الثمانينيات ومع إدخال نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning System (GPS)، ووحدات القياس بالقصور الذاتي (IMU) Inertial Measurement Unit، أصبح استخدام تقنية LIDAR واسعة الانتشار. كما إن شيوع الهواتف الذكية في الوقت الحاضر، جنبًا إلى جنب مع التقدم في تقنيات الاستشعار عن بعد يفتح إمكانات جديدة للتطبيقات العلمية فضلًا عن إلى الملاحظات منخفضة التكلفة والمشتركة من مصادر جماعية من أجل رسم خرائط للظاهرات السطحية.

مهدت التطورات في الأجهزة الذكية (الهاتف / الجهاز اللوحي) وتقنيات الاستشعار المستخدمة في التطبيقات الطريق لاستخدام الأجهزة المحمولة الذكية في مجالات مختلفة تتجاوز وظائفها الأساسية. فعلى سبيل المثال، تقلص حجم أنظمة lidar وبدأت هذه المستشعرات في الاندماج في منصات الاتصالات الذكية. وقد أطلقت شركة Apple ، التي لها وزن كبير في قطاع الاتصالات وتكنولوجيا الهاتف المحمول ، جهاز iPad Pro 2020 اللوحي و iPhone 12 Pro / Max الهواتف الذكية المزودة بأجهزة استشعار (LIDAR) في عام 2020(Luetzenburg et al., 2021).

يمكن استخدام نماذج السُحب النقطية والنماذج ثلاثية الابعاد (3D) الناتجة عن القياسات التي تم إجراؤها باستخدام هذه الأجهزة الذكية، والتي تكون أقل تكلفة نسبيًا من الماسحات الضوئية الليزرية الأرضية، في النموذج المعلوماتي للبناء (BIM) Building Information Modeling، والغابات، وعلوم الأرض، والجيولوجيا، توثيق مواقع الحوادث المرورية، توثيق المباني الأثرية، وغيرها. فضلًا عن استخدامه من قبل العديد من التخصصات المهنية في الدراسات مثل إنتاج الخرائط ثلاثية الابعاد (Çakir et al., 2021; Desai et al., 2021; Gollob et al., 2021; Mokroš et al., 2021). وبسبب هذه الاستخدامات التي وفرتها هذه التقنية، هذا سيساعد على استخدام تلك الأجهزة بصورة كبيرة وسيقبل عليها العديد من المستخدمين، وذلك لتميزها بسهولة الاستخدام، والسرعة، والدقة.

وتكمن قدرة المسح بتقنية (LIDAR) على جمع كميات كبيرة من البيانات ثلاثية الابعاد والتي يتوفر بها عامل الارتفاع، وهو ما ينطبق على الدراسة، فضلًا عن إلى التكلفة المنخفضة، كما أن التطورات في الذكاء الاصطناعي حفزت على اعتماد هذه التقنية الجوماتيكية للعديد من التطبيقات المختلفة(Rashidi et al., 2020)، فماسحات الليزر المحمولة جوا توفر معلومات طيفية كبيرة ولكنها باهظة الثمن بعكس المستشعرات الأرضية التي توفر العديد من البيانات بدقة عالية وتكلفة منخفضة (Tagarakis & al, 2018)، فهي تتمتع بقدره على تصوير أسطح كاملة بدقة عالية ومدى عالي وأيضا تغطية عالية(Vicari et al., 2018) ، أيضا تساعد على الحصول على مجموعة كبيرة من القياسات في مجال رؤية زاوية واحدة على النقيض من القياسات التي توفرها أساليب المسح التقليدية(Jia & D. Lichti, 2019).

يمكن اشتقاق سمات الأشجار من السحب النقطية عن طريق العديد من الطرق منها المسح بالليزر الأرضي والصور الجوية والمسح بالليزر المحمول جوا والمسح بالليزر للمركبات الجوية وصور الطائرات بدون طيار، ورغم ذلك لم تكن مناسبة في كثير من الأحيان لقياس معلمات الأشجار الفردية ، مثل موقع الشجرة وقطرها وطول محور الساق باستثناء الطائرات بدون طيار(Pimont & al, 2019)، وبعد استخدام الطرق التقليدية في المسح تستغرق وقتاً طويلاوتتطلب عمالة مكثفة (Çakir & al, 2021) ، لذا كان من المهم تطوير تقنيات جديدة لقياس حجم الأشجار وكثافتها في الغابات آذ يمكن تحليل مقاييسها بسرعة وبدقة (Levick et al., 2016)، آذ يمكن من خلال LIDAR تحديد أنواع مختلفة من الأشجار والنباتات وقياس الغطاء النباتي والتأكد من صحة الغابات مما يساعد علماء البيئة على رصد التنوع البيولوجي للغابات والحفاظ عليه(Topo, 2019).

أخيرا، أصبحت تكنولوجيا الاستشعار عن بعد شائعة بشكل متزايد للحصول على معلومات عن الظاهرات الأرضية بشكل عام والغابات بشكل خاص وذلك على نطاقات كبيرة نظراً لقدرتها على إجراء قياسات دقيقة ثلاثية الأبعاد (Thu Moe & al, 2020)3D ، وتعد تقنية LIDAR المتنقلة أحد الموضوعات الجذابة في مجالات الاستشعار عن بعد والمسح بالليزر ، كما أن إتاحتها في الهواتف الذكية ساعد ذلك على حصد كميات هائلة من البيانات المكانية عالية الكثافة والدقة وذلك في شكل نقاط مرجعية ثلاثية الابعاد(Guan et al., 2016).

الدراسات السابقة:

تطرقت العديد من الدراسات التي تناولت تقنية الليدار(LiDAR) بوجهة عام والمتواجدة في الهواتف الذكية بوجه خاص، وتنوعت تلك الدراسات من آذ تطبيق تلك التقنية على العديد من الظاهرات. وفيما يلي استعراض لأهم الدراسات السابقة التي تناولت

تقنية الليدار(LiDAR) المتواجد في الهواتف الذكية في جردة الغابات وأبرز نتائجها:

- دراسة (Trochta et al., 2017): " 3D Forest: تطبيق لوصف هياكل غابات ثلاثية الأبعاد باستخدام تقنية LiDAR الأرضية" قدمت هذه الدراسة تطبيق برمجي مفتوح المصدر غير خاص بالنظام الأساسي مع واجهة مستخدم رسومية سهلة الاستخدام مع تجميع الخوارزميات التي تركز على بيئة الغابة واستخراج معلمات الأشجار. أظهرت المقارنة مع قياسات البيانات الميدانية عدم وجود فرق كبير في قياس (DBH) أو ارتفاع الشجرة باستخدام 3D Forest، على الرغم من أن خوارزمية Hough Transform العشوائية فقط أثبتت أنها مقاومة بشكل كافٍ للضوضاء وقدمت نتائج مماثلة للقياسات الميدانية التقليدية.
- دراسة (Gollob et al., 2021): " قياس معلمات جرد الغابات باستخدام Apple iPad Pro وتقنية LiDAR المتكاملة" في هذه الدراسة ، تم اختبار جهاز Apple iPad Pro لإنتاج غيوم نقطية ثلاثية الأبعاد ، وتمت مقارنة أدائه بنهج المسح بالليزر الشخصي (PLS) لتقدير معلمات الأشجار الفردية في أنواع وهياكل الغابات المختلفة. تم الحصول على البيانات المرجعية من خلال القياسات التقليدية على (21)قطعة عينة دائرية لحصر الغابات بنصف قطر (7)أمتار. أظهر تخطيط الشجرة باستخدام جهاز iPad معدل اكتشاف (97,3٪)مقارنة بـ (99,5٪) مع مسح (PLS) للأشجار ذات القطر المنخفض عند عتبة ارتفاع الجذع (DBH) 10 سم.
- دراسة (Pace et al., 2021): " قياسات الأشجار في البيئة الحضرية: رؤى من أدوات المجال التقليدية والرقمية لتطبيقات الهواتف الذكية" استخدمت هذه الدراسة ثلاثة أنظمة لقياس أشجار غابة حضرية وهم: مقياس الميل الإلكتروني، وأداة رقمية تدعى Field-Map، LIDAR في iPhone 12 Pro)، تمت المقارنة بين الأنظمة الثالثة من آذ المعلمات القابلة للقياس والدقة والتكلفة وكفاءة الوقت. علاوة على ذلك، كما ناقشت الدراسة إيجابيات وسلبيات كل نهج قياس وكيف يمكن استخدام البيانات الناتجة لتقييم خدمات النظام البيئي للأشجار وتقديم إرشادات حول إدارة الأشجار من أجل تقليل المخاطر أو الأضرار المحتملة.
- دراسة (Borz et al., 2022): " إمكانات تطبيق القياس في تقدير القياسات الحيوية للسجل: مقارنة مع قياس السجل التقليدي" اختبرت هذه الدراسة دقة تطبيق القياس الذي طورته شركة Apple ، والذي يعمل عن طريق الدمج في تقنيات الواقع المعزز وتقنيات LiDAR ، في تقدير القياسات الحيوية الرئيسية للسجلات. في التجربة الأولى (E1)، تم استخدام iPhone 12 Pro Max الذي يشغل تطبيق القياس لقياس القطر عند أحد الأطراف وطول (267) سجلًا من شجرة التنوب باستخدام نهج قياس العين الحرة ، ثم تم الحصول على البيانات المرجعية عن طريق أخذ القياسات التقليدية على نفس السجلات. في تجربة ثانية (E2)، تم استخدام iPhone 13 Pro Max مزودًا بنفس الميزات لقياس القطر عند أحد الأطراف وطول(200)سجل من خشب التنوب باستخدام نهج موجه لوضع العلامات، وتم الحصول على البيانات المرجعية المشابهة لـ (E1).
- دراسة (Costantino et al., 2022): " تقنيات LiDAR للهواتف الذكية للمسح ونمذجة الواقع في السيناريوهات الحضرية: طرق التقييم والأداء والتحديات" كان الهدف من البحث هو تقييم أداء مستشعرات عمق الهاتف الذكي (كاميرا وقت الرحلة (ToF) واكتشاف الضوء والمدى (LiDAR) من أجهزة Android (Huawei P30 Pro) و iOS (iPhone 12 Pro و iPAD 2021 Pro). من أجل بناء سحابة نقطية ثلاثية الأبعاد. على وجه الخصوص، تم اختبار الهواتف الذكية في العديد من دراسات الحالة التي تنطوي على مسح العديد من الأشياء: (10)عينات من مواد البناء، وتمثال، وبيئة غرفة داخلية وبقايا عمود دوريك في موقع أثري رئيسي. تم تقييم جودة السحب النقطية من خلال التحليل المرئي: تباين السطح، والتباين الشامل. بناءً على هذا النهج، تم تسليط الضوء على بعض المشكلات المتعلقة بسحب النقاط التي تم إنشاؤها بواسطة الهواتف الذكية، مثل انقسام السطح وفقدان الاستواء ومشاكل الانجراف في نظام الملاحة بالقصور الذاتي. فضلًا عن ذلك، يمكن أخيرًا استنتاج أنه في حالة عدم وجود مشاكل في المسح، فإن الدقة التي يمكن تحقيقها من هذا النوع من المسح هي حوالي(1-3)سم. لذلك، يهدف هذا البحث إلى وصف طريقة لقياس الحالات الشاذة التي تحدث في عمليات مسح الهاتف الذكي، وبشكل أكثر عمومية، للتحقق من جودة سحابة النقاط التي تم الحصول عليها باستخدام هذه الأجهزة.
- دراسة (Tatsumi et al., 2022): " Forest Scanner: تطبيق محمول لقياس الأشجار ورسم خرائط لها باستخدام أجهزة iPhone و iPad المجهزة بنظام LiDAR" قدمت هذه الدراسة إلى تطبيق محمول مجاني بقوائم جرد الغابات القائمة على LiDAR عن طريق iPhone أو iPad مع مستشعر LiDAR مدمج. لا يتطلب Scanner Forest أي تحليل يدوي لسحب النقاط ثلاثية الأبعاد. أثناء قيام المستخدم بمسح الأشجار باستخدام جهاز iPad / iPhone، يقوم Forest Scanner بتقدير أقطار الجذع والإحداثيات المكانية بناءً على تجزئة المثيل في الوقت الفعلي وتركيب الدائرة. يمكن للمستخدمين تصور نتائج المسح والتحقق منها ومشاركتها في الموقع. أظهر Scanner Forest ونظام المسح التقليدي نتائج متطابقة تقريبًا لرسم خرائط الأشجار (تم تقييمها من خلال المسافات المكانية بين الأشجار ضمن قطع أرض فرعية تبلغ 0,04 هكتار)؛ وبلغت العلاقة Mantel R2 = 0.999 لكل من iPhone وiPad. كما

خفض Forest Scanner ساعات عمل الأشخاص المطلوبة لقياس الأقطار إلى (25,7٪)، ورسم خرائط للأشجار إلى (9,3٪)، والقيام بكل من (6,8٪) من ساعات الشخص التي يستغرقها استخدام شريط ديميتر ونظام المسح التقليدي.

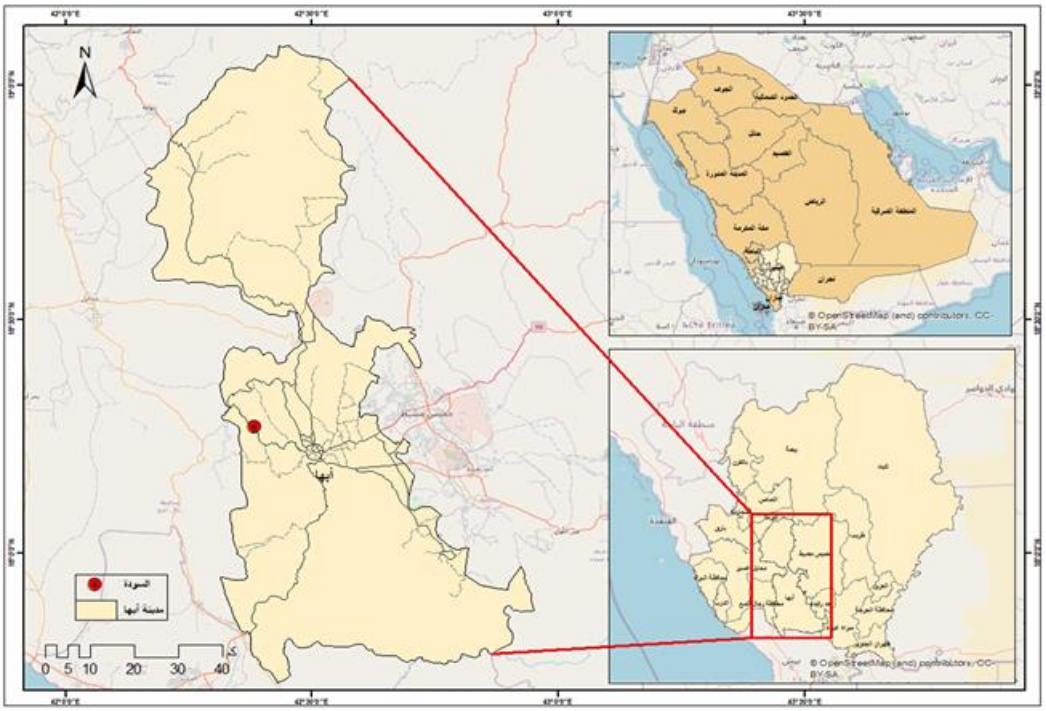
- دراسة (Uzor et al., 2022): " مسح ضوئي منخفض التكلفة لجذوع الأشجار للتحليل والتصور في الواقع المعزز باستخدام الهاتف الذكي LiDAR والتوائم الرقمية" بحث هذا العمل في تصميم وتنفيذ تطبيق هاتف ذكي لمسح جذوع الأشجار لإنشاء نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد للتصور والتقييم لاحقًا. يستخدم التطبيق تقنية LiDAR، والتي أصبحت متوفرة مؤخرًا في الأجهزة الذكية، على سبيل المثال، Apple iPhone 12+ وiPad Pro. وهدفت إلى الاعتماد على نهج تكامل البيانات ودمجها مع بعضها، مثل بيانات GPR ومسح (LiDAR) الخارجي للحصول على "صورة" كاملة ثلاثية الأبعاد لجذوع الأشجار.
- دراسة (Bobrowski et al., 2023): " أفضل الممارسات لاستخدام iPad Pro LiDAR في بعض إجراءات الحصول على البيانات في الغابة الحضرية" هدف البحث عن وسائل لتحسين قوائم جرد الغابات الحضرية تحديًا للمجتمعات الصغيرة والمدن ذات الميزانية المحدودة. يبدو أن تطبيقات الهاتف المحمول على iPad أو iPhone معدات واعدة لجعل بعض ممارسات المخزون أرخص وأسرع، على الرغم من أن إجراءات الاستخدام لا تزال محدودة. لذلك، تم اختبار تطبيق الماسح الضوئي LiDAR على iPad Pro 2020 لقياس محيط الجذع وموقع (10) مجموعات مختلفة من الأنواع في حديقة Airmen Park البولندية، Kraków كراكوف (بولندا). لكل مجموعة، في (10) أشجار، وتم قياس المحيط عند ارتفاع قلب الشجرة (PBH) وموضع جذع الشجرة النسبي. تم عمل ثلاث إجراءات. أظهرت النتائج أنه كلما كانت المسافة أقصر من iPad Pro إلى سطح الصندوق، زادت دقة تقدير (PBH)، ولم يختلف اختلافًا كبيرًا ($p > 0.01$) عن قيم TLS.

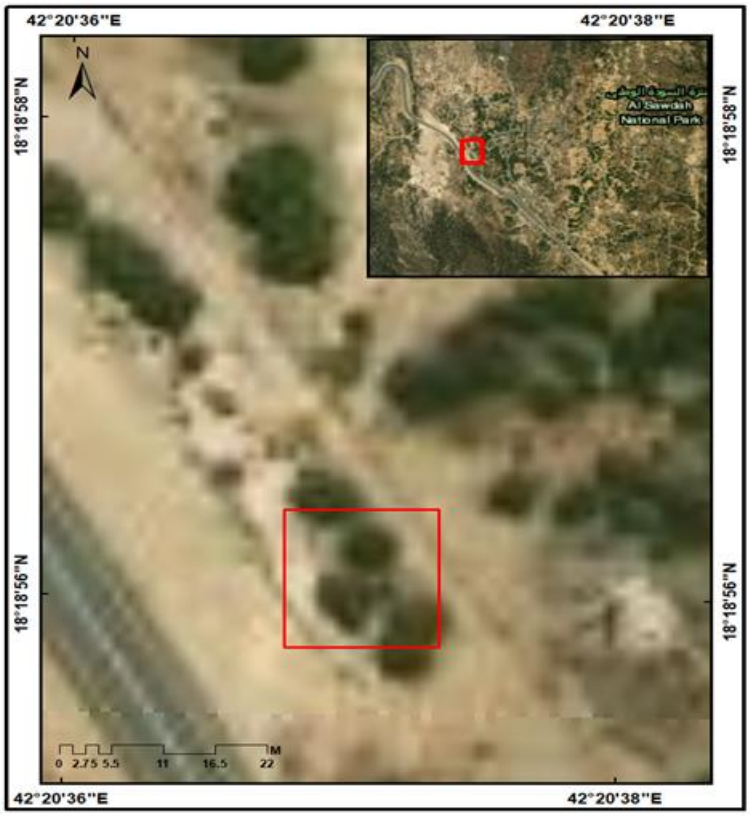
وبعد الاطلاع على الدراسات السابقة، نجد أن معظمه اعتمد على أسلوب الاقمار الصناعية، ولكن هذه الدراسة في صدد جزء تفصيلي مثل الاشجار، فاستخدام الاقمار الصناعية سيجعل دراستنا ضعيفة ولن نستطيع ان نوضح المنطقة تفصيليا. ويمكن من خلال تلك الأجهزة عمل مساحي ميداني بأشعة (LIDAR) ومن ثم عرض الاشجار بشكل صور مرئية بالوضعية المجسمة والتي تمكن المستخدم من عمل القياسات واستخلاص المعلومات التي تدعم متخذ القرار مثل حساب مساحة الاشجار، وكثافتها، وصحتها، واطوالها. فضلًا عن أن الدراسات العربية تخلو من مثل هذا الموضوع، وأن الباحثان لم يجدا أي دراسة عربية تناولت هذا الموضوع بشكل تفصيلي وتوظيف ذلك مع برامج نظم المعلومات الجغرافية وهما ArcGIS، Global Mapper.

3 منطقة التصوير:

السودة هي منطقة جبلية تقع في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية على ارتفاع (3015) متر فوق مستوى سطح البحر، كما أنها تشتهر بجبالها الكثيفة المغطاة بشجرة العرعر(Azaiez et al., 2020). وتتميز أجواءها بالبرودة صيفاً وتتساقط عليها الثلوج في فصل الشتاء ويغطيها الضباب طوال العام، وهي مغطاة من الأعلى بأشجار العرعر الكثيفة مكونة غابات طبيعية. تم تحديد منطقة تبلغ مساحتها نحو ما يقرب من (40)متر مربع تحتوي على أشجار العرعر حتى نتمكن من دراستها بشكل تفصيلي، وتقع هذه المنطقة المحددة للدراسة فلكيا بين خطي طول ″36 ′20 °42 و ″38 ′20 °42ودائرتي عرض ″56 ′18 °18 و″58 ′18 °18. كما يوضح شكل (1).

شكل (1): منطقة التصوير.





تكمن أهمية هذه المنطقة في وجود منتزه السودة السياحي الذي يضم مجموعة من القرى التي تشكل مواقع سياحية متميزة وهي مواقع بكر وقرى باحة ربيعة التي تضم منتزه المحتطبة الذي يتميز بوجود شلالات طبيعية تكونت نتيجة الجريان الدائم للمياه نتيجة لهطول الامطار، وأيضا منتزه الملك عبد العزيز شمال السودة والذي يحتوي على مناظر طبيعية وخدمات متنوعة للزائرين.

يجذب جبل السودة السياح من داخل المملكة ومن خارجها لعدة أسباب منها توافر أشجار العرعر ووجود المساحات الخضراء الشاسعة مكونة غابات طبيعة. كما أن التنوع البيئي الكبير إذ يحتوي على مجموعة كبيرة من أصناف النباتات، والأزهار، والحيوانات التي تجذب الزوار للمكان من أجل الترفيه، وتقديم مجموعة متنوعة من الفعاليات والأنشطة التي تُثير اهتمامات الزوار، وهو مكان جذب للمصورين المهتمين بالمناظر الطبيعية من كافة أنحاء العالم.

تعد شجرة العرعر من الأشجار المعمرة والنادرة، تنمو في أعالي الجبال وتزيد كثافتها كلما ارتفعت المنطقة، وهي من الأشجار القصيرة والمتوسطة الطول، والتي لها رائحة عبقة وجذابة وذلك بسبب انها تفرز باستمرار زيوتاً طيارة وافرة. ومن الغريب في شجرة العرعر أن أوراقها يتغير شكلها مع تقدمها في العمر، فالأوراق تكون إبرية في بداية عمرها ثم تتخذ شكلاً حرشفياً في مرحلة البلوغ كما يوضح شكل (2).

شكل (2): أشجار منطقة التصوير.

4 البيانات وأسلوب الدراسة:

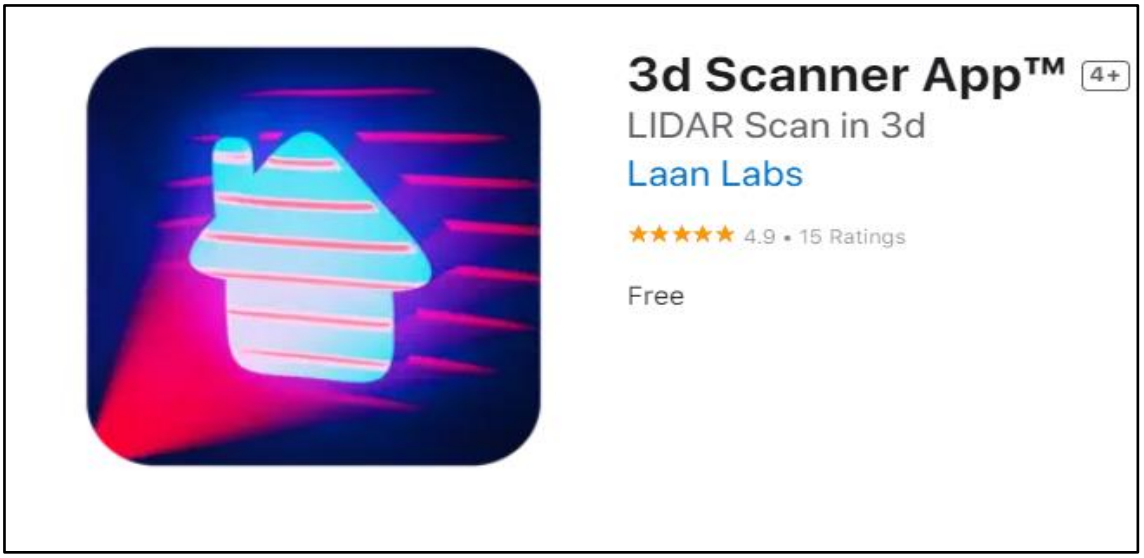
اعتمدت الدراسة على الملفات المنتجة بواسطة LIDAR المتوفرة في الهاتف المحمول (iPhone 13 Pro Max)، وذلك بالاعتماد على برنامج 3d Scanner App، وتم تصوير الاشجار كملف واحد لجزء من المنطقة، ثم استخراج هذه الملفات في صورة point cloud بصيغة LAS حتى تتم قراءتها على البرامج المستخدمة.

4-1أسلوب الدراسة:

سعت الدراسة إلى استخدام تقنية (LIDAR) الموجودة بجهاز (iPhone 13 Pro Max) شكل (3)، في دراسة تطبيقية لحالة الأشجار في مدينة ابها في جبل السودة، ومدى امكانية تلك التقنية المتاحة في الأجهزة الذكية من تطبيقها في الواقع واستخدامها في الدراسة، بدلا من الاعتماد على الأقمار الصناعي في ذلك المجال.

شكل (3): تقنية الليدار LIDAR بجهاز iPhone 13 Pro Max.

بعد أن يتم تحديد منطقة التصوير وتحديد الاحداثيات الجغرافية لها ثم جمع البيانات وإعداد الملفات التصويرية المنتجة من برنامج 3d Scanner App شكل (4)، ويجب التأكد من تشغيل الموقع (GPS) فضلًا عن بيانات الانترنت، ثم البدا في عملية التصوير، ثم نقل البيانات إلى جهاز الحاسب الالي على برنامج Arc GIS وعمل Create LAS Dataset للملف ثم تحويلها إلى ملف (TIN)، وأخيرا القيام بالتحليل وذلك عن طريق التطبيق.



المصدر: https://apps.apple.com/us/app/3d-scanner-app/id1419913995

شكل (4): برنامج 3d Scanner App من على موقع App Store.

2-4 مراحل الدراسة

اعتمدت الدراسة على أسلوب المسح بتقنية (LIDAR) عن طريق مراحل متسلسلة يمكن تقسيمها إلى ثلاث مراحل كما في شكل (5):

- **المرحلة الأولى**: تشمل عملية جمع البيانات الازمة لتحقيق أهداف البحث وهي :
  - تحديد منطقة التصوير وأطوالها وعرضها بالإحداثيات الجغرافية ونظام جيود يسي (WGS84).
  - تجهيز الهاتف وذلك من خلال تنزيل برنامج 3d Scanner App ولابد من تشغيل الموقع GPS فضلًا عن التأكد من بيانات الانترنت ومن ثم البدا في عملية التصوير.
  - كما في الشكل (6) يجب تحريك الهاتف ببطيء حتى يتم التقاط جميع النقاط المطلوبة.

- تحديد نقطة البداية لكل منطقة وتصويرها في أجزاء متتالية حسب حجم الملف لجهاز الهاتف الذكي.

المرحلة الثانية: تحتوي على عملية نقل البيانات ومعالجتها:

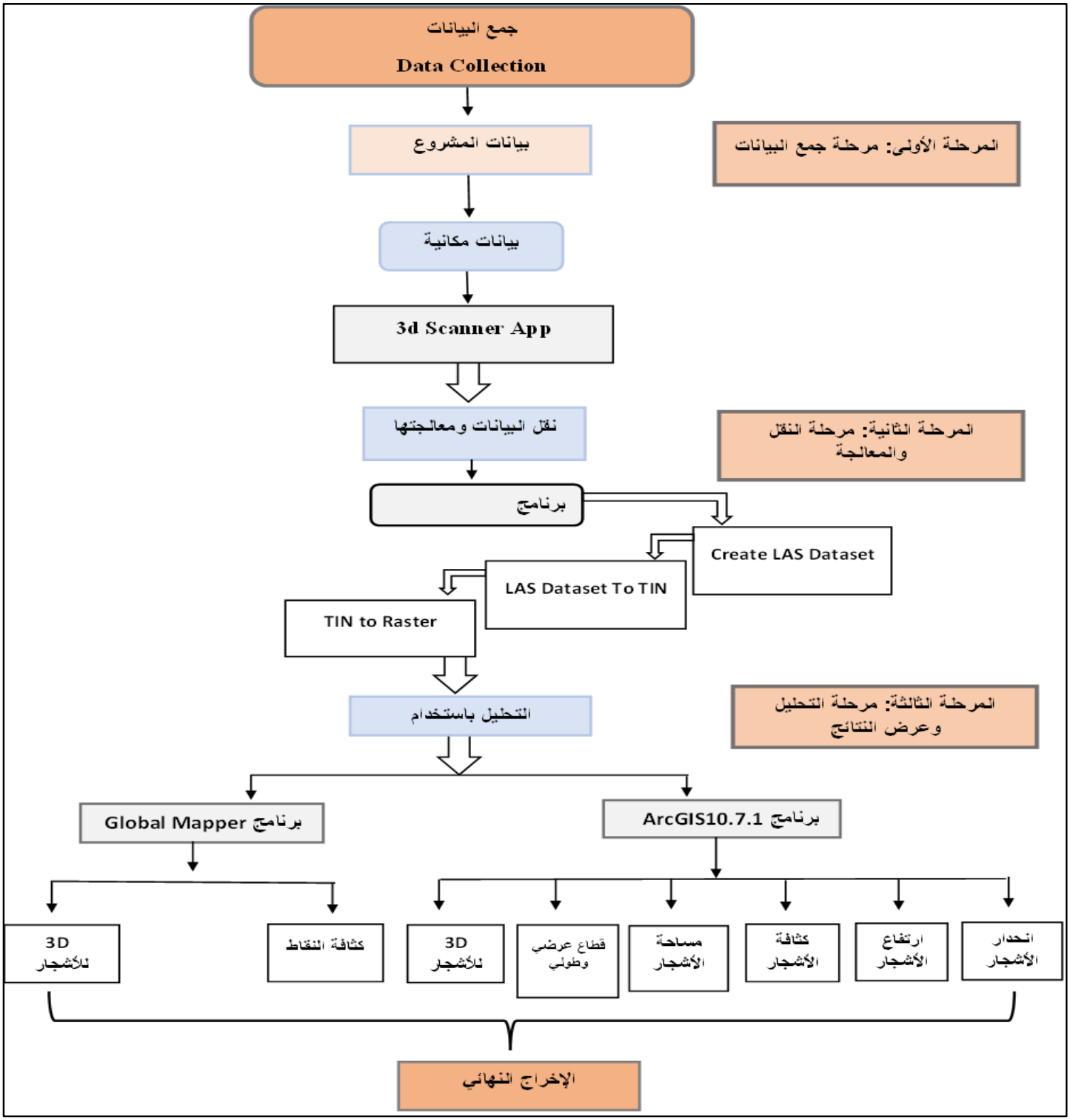
- تخزين البيانات على جهاز الحاسب الآلي.
- فتح البيانات على البرامج التي تعمل على نظام ملفات المسح الليداري والتي منها (LAS)، ومن أهمها برامج (arcgis, Global Mapper).
- تحويل البيانات ل Raster ليتم عمل تحليلات عليها.

المرحلة الثالثة: تمثل عملية التحليل والحصول على النتائج من هذه العملية:

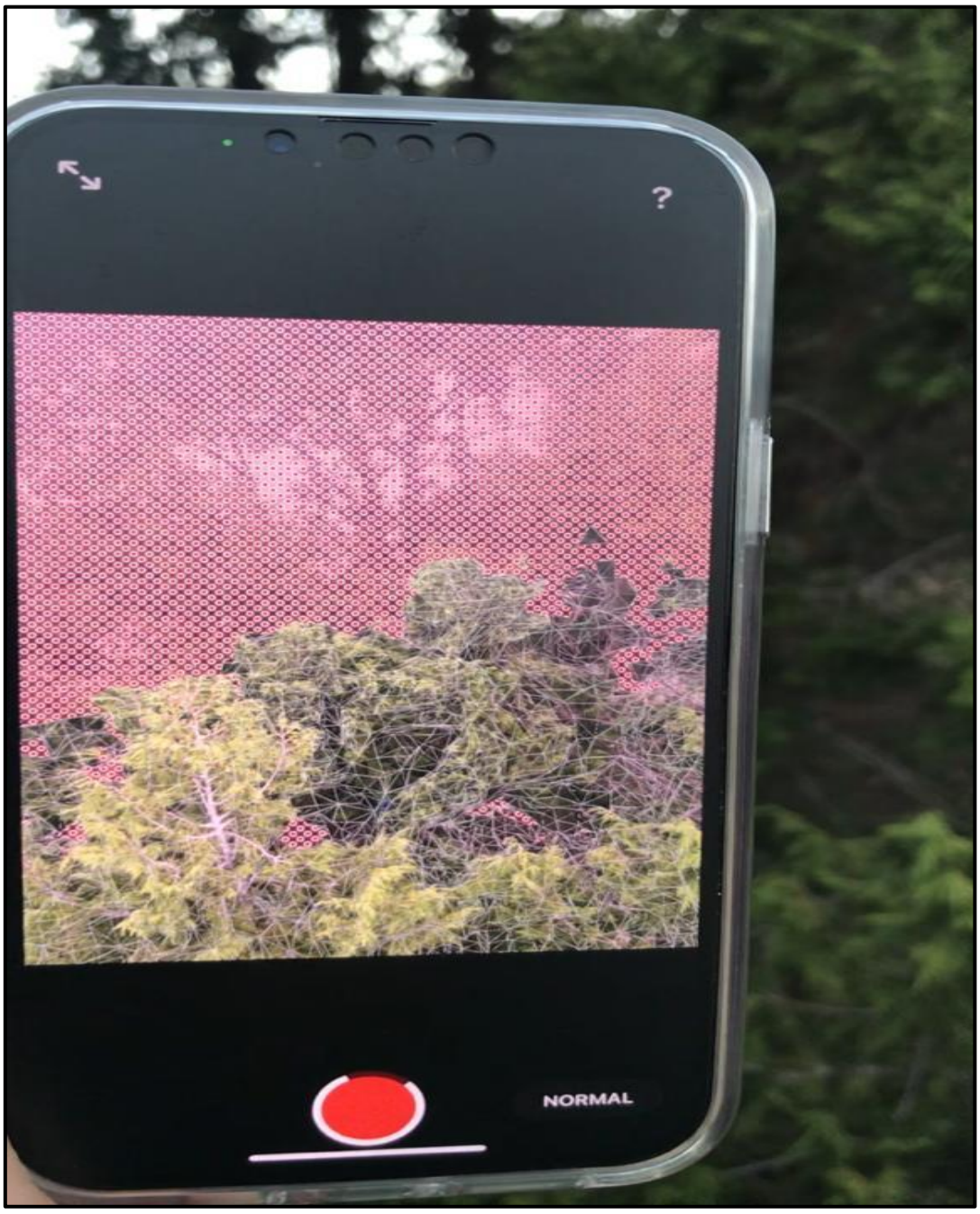
- مرحلة التحليل وهي مرحلة تتم فيها عملية المعالجة على نقاط المسح الليداري والتي تسمى (Point Cloud).
- مرحلة استخلاص المعلومات آذ يمكن من هذه الملفات تحديد أطوال الاشجار، وتحديد كثافتها، عمل مجسمات ثلاثية الأبعاد للأشجار وعرضها في شكل ثلاثي الأبعاد وخرائط حديثة وذلك عن طريق برنامج (ArcGIS10.3)
- وعن طريق برنامج (Global Mapper) تم عمل مرحلة الحساب وفيها يتم حساب مساحة كثافة الأشجار ومتابعتها ومن ثم يمكن عمل التقارير المختلفة لدعم متخذ القرار.

3-4 الأجهزة والبرامج المستخدمة:

تستخدم لمعالجة ملفات التصوير الليداري بأجهزة الهاتف المحمول من نوع (iPhone 13 Pro Max) وغيرها من كاميرات المسح والتصوير الليداري برامج متخصصة في معالجة واستخلاص المعلومات من الملفات التي تحفظ بامتداد (LAS) ومن ذلك يمكن تحويل نقاط المسح (Point Cloud) إلى بيانات خلوية تظهر الارتفاعات أو تظهر الطرق والأجسام الأرضية بنظام التصوير المرئي البرامج (arcgis, Erdas Imagine, Global Mapper).



شكل (5): مراحل العمل للدراسة.



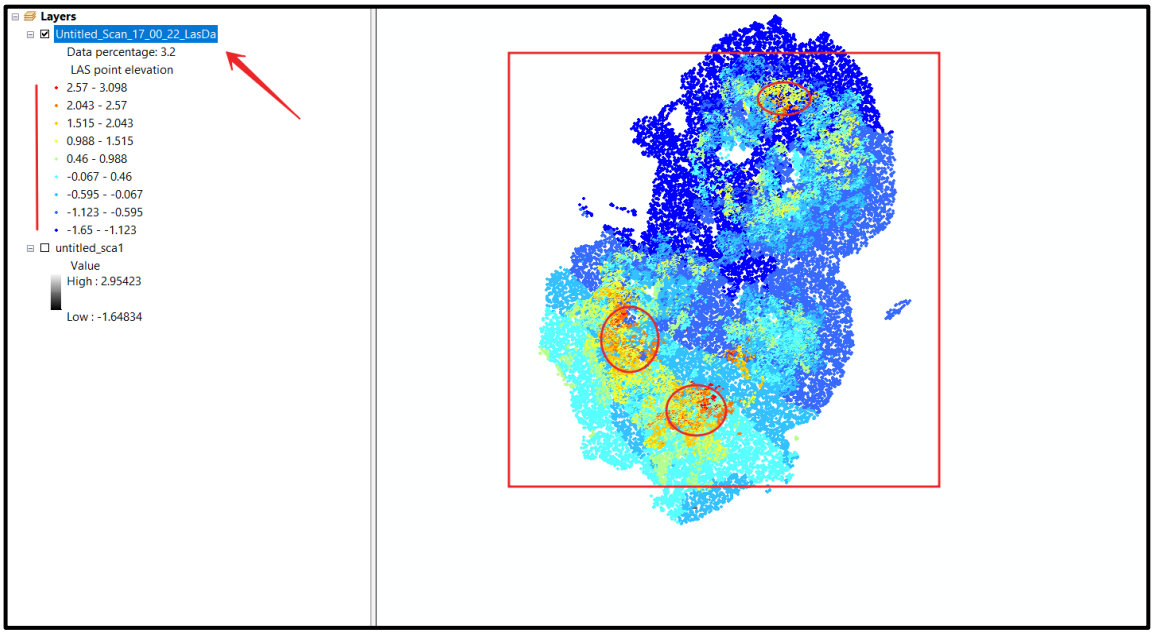
الشكل (6) التقاط البيانات عن طريق برنامج 3d Scanner App.

5- النتائج والمناقشة:

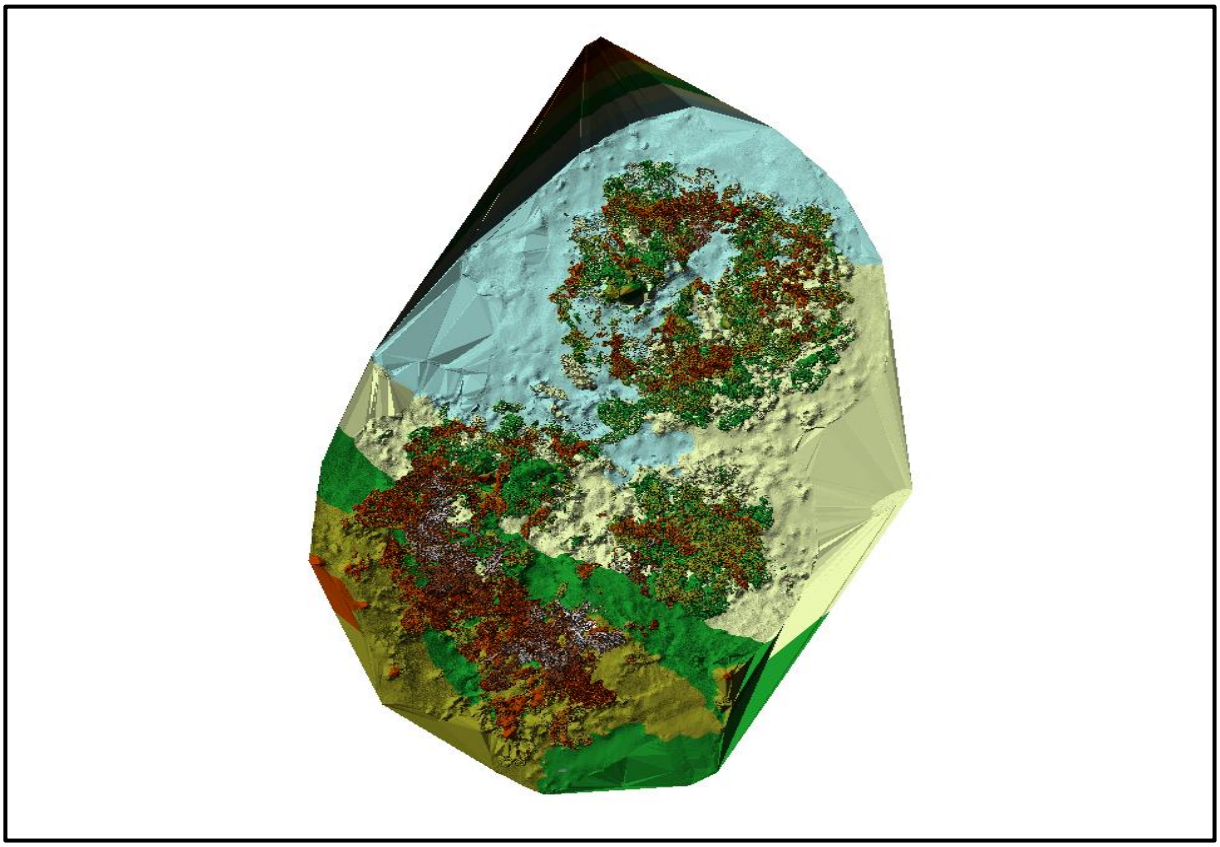
5-1 إنشاء قاعة بيانات جغرافية لملفات الليدار (LIDAR).

يسمح برنامج ArcMap بالتعامل مع الملفات المنتجة من تصوير الليدار، ولابد من أن تكون مرجعة جغرافيًا لكي تظهر في موقعها الصحيح على البرنامج، فضلًا عن هذه البيانات ما هي إلا نقاط إحداثية مضاف لها المنسوب أي الارتفاع طبقا للمنطقة ذاتها كما يوضح شكل (7).

وفرت أداة Create LAS Dataset من إنشاء نموج لملفات الليدار يمكن من خلاله إنشاء ملف راستر Raster وذلك عن طريق تحويل ملفات (LAS) المنتجة إلى ملف (TIN)، مع الأخذ في الاعتبار بتحديد أن يكون المسقط متري وليس جغرافي، ومن ثم تحويل ملف (TIN) إلى ملف Raster كما في الشكل (8).



شكل (7) إنشاء ملفات LAS على برنامج ArcGIS.



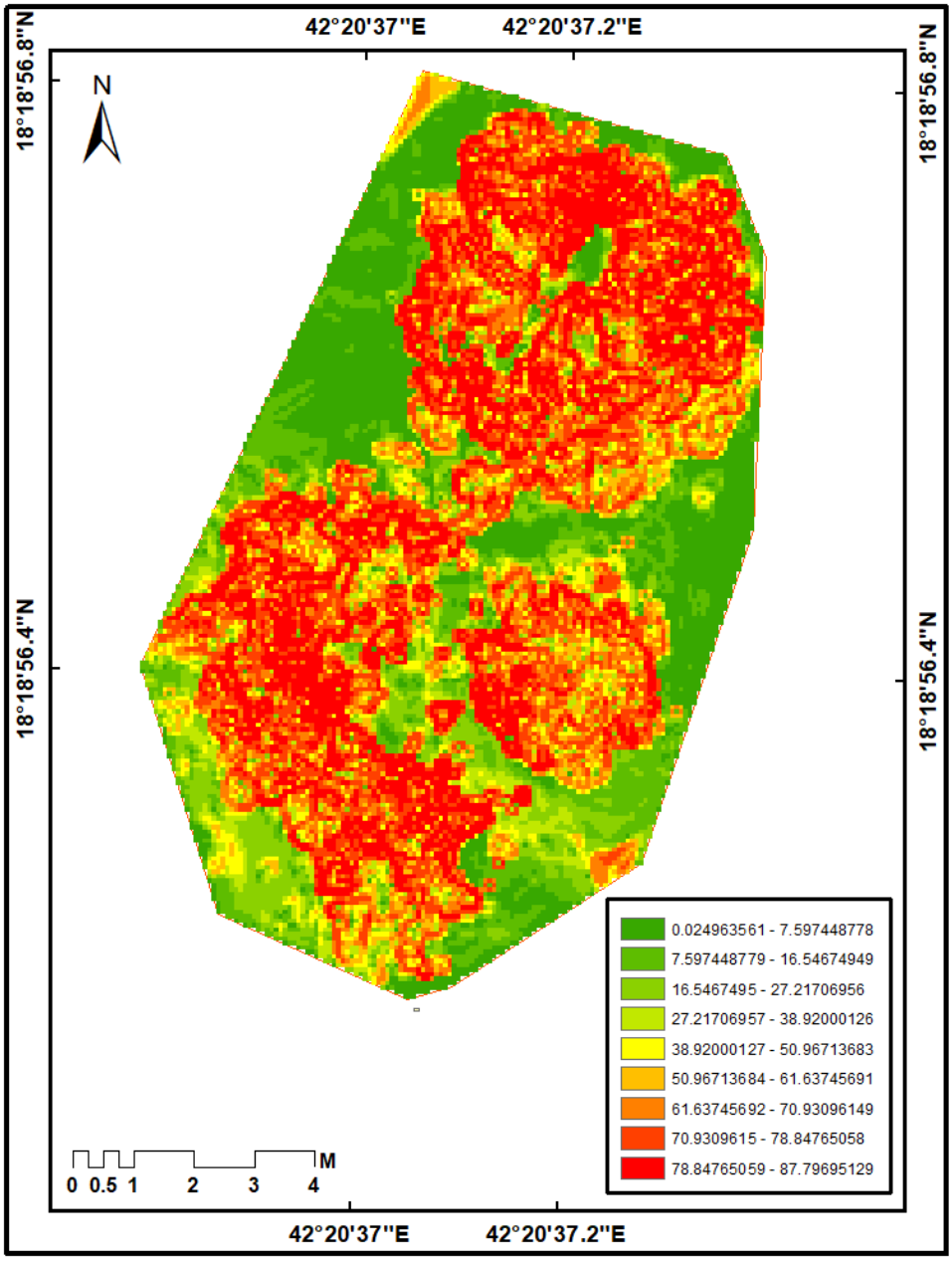
شكل (8): نموذج الراستر للبيانات الليدارية لمنطقة التصوير.

2-5 قياسات معلمات الأشجار في منطقة التصوير:

نستطيع القيام بالعديد من قياسات معلمات ملفات الراستر Raster المنتجة من ملفات LASالليدارية لمنطقة التصوير، وذلك بسبب تحويل هذه الملفات إلى نموذج (الراستر) يعد من النماذج الأساسية للتعامل مع البيانات المكانية الخاص ببرنامج ArcGIS، ومن ضمن هذه التحليلات ما يلي:

1-2-5 كثافة الأشجار:

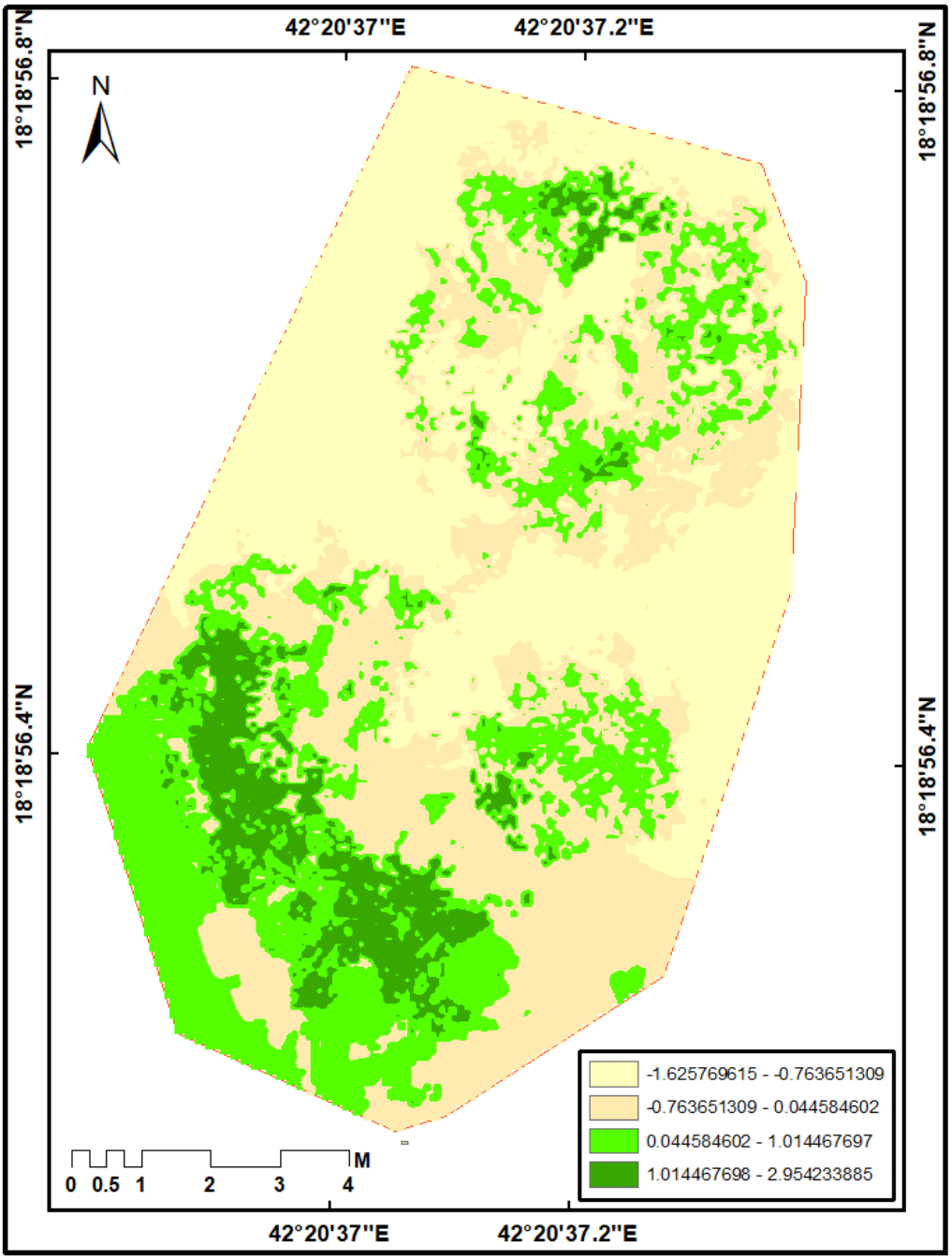
وذلك من خلال تحليل الانحدار Slop كما في شكل (9) آذ يمكننا من التعرف على مناطق الاشجار بمنطقة التصوير ومدى كثافتها وذلك نظرًا إلى أن سطح المنطقة سطح مستوى ولا يوجد به أي انحدارات على الطبيعة، ولكن الأشجار شكلت منحدرات، نجد أن الانحدار يزيد في المنطقة التر تتواجد فيها الأشجار بطريقة كثيفة، وتقترب من الدرجة (90) أي أنها عموديه وهذا أمر طبيعي للأشجار، كما يمكن التعرف على أنواع الاشجار من خلال درجة انحدارها، فهناك اشجار تسمي بالأشجار العمودية.



شكل (9): كثافة الأشجار في منطقة التصوير.

2-2-5رتفاعات الأشجار:

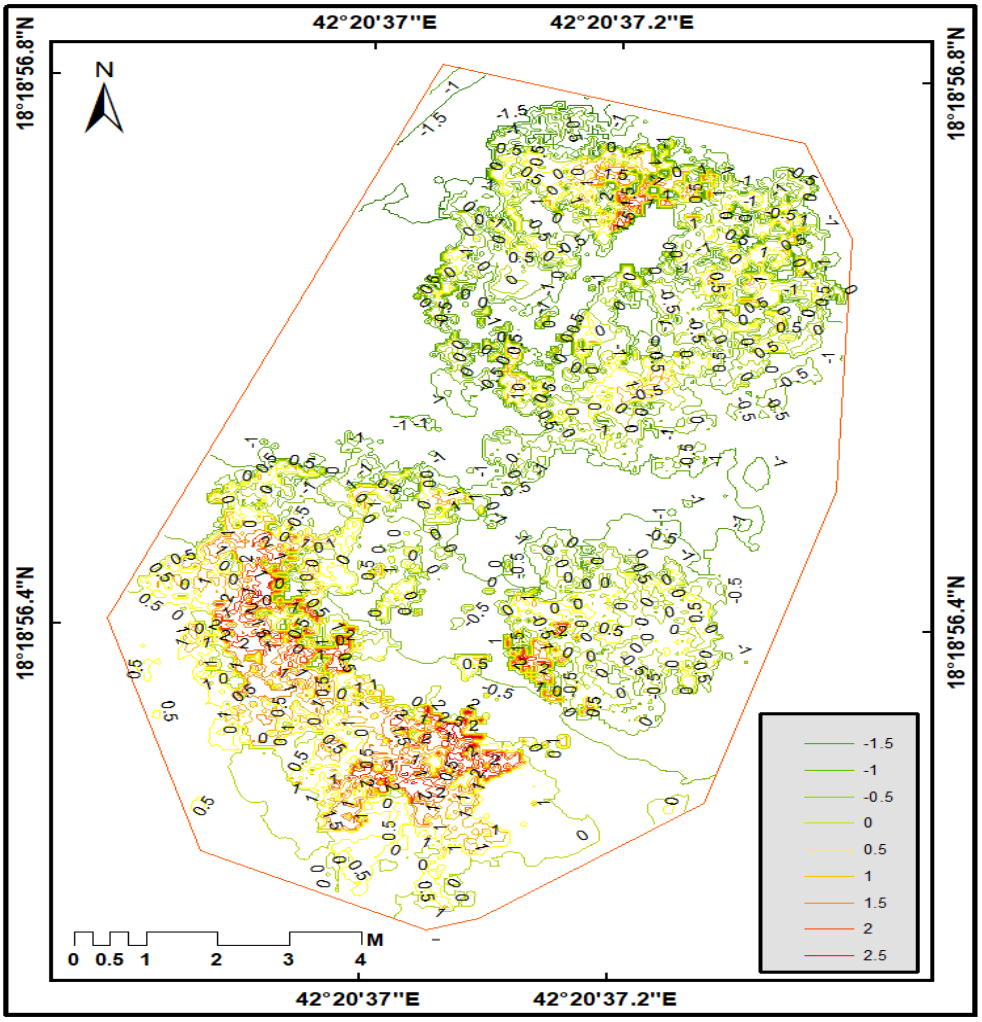
يوضح شكل (10) ارتفاعات الاشجار وتضاريس المنطقة بشكل عام، وبناء على ذلك نجد ان التضاريس المنطقة تتراوح ما بين (-1,6 إلى 3 متر)، والمناطق السالبة هي المناطق التي تم التصوير والهاتف اعلى منها وهذا يعني انها تنسب لمستوى الهاتف عن التصوير، ارتفاع الأشجار يمثل المناطق المرتفعة بالمنطقة هذا يعني ان اقصى ارتفاع للأشجار في الجزء الذي تم التصوير فيه لا يتجاوز نحو (3 أمتار).



شكل (10): ارتفاعات الأشجار في منطقة التصوير.

3-2-5 الخريطة الكنتورية:

ولمعرفة كثافة الاشجار تم استخدام تحليل الخريطة الكنتورية في التعرف على ذلك، آذ يوضح شكل (11) كثافة الاشجار فنلاحظ ان الخطوط المتقاربة والمتلاصقة تدل على كثافة الظاهرة وانحدارها ومن ثم ارتفاعها آذ ان كل خط يمثل منسوب معين، وتتراوح الخطوط من (-1,5 إلى 2,5 متر)، ونجد أن كثافة الاشجار تظهر بوضوح في خط كنتور(1,5 إلى 2,5 متر)، والتي تظهر باللون الاحمر والبرتقالي آذ تقع على الخريطة في الجنوب الغربي وبعض المناطق الشمالية لمنطقة التصوير.



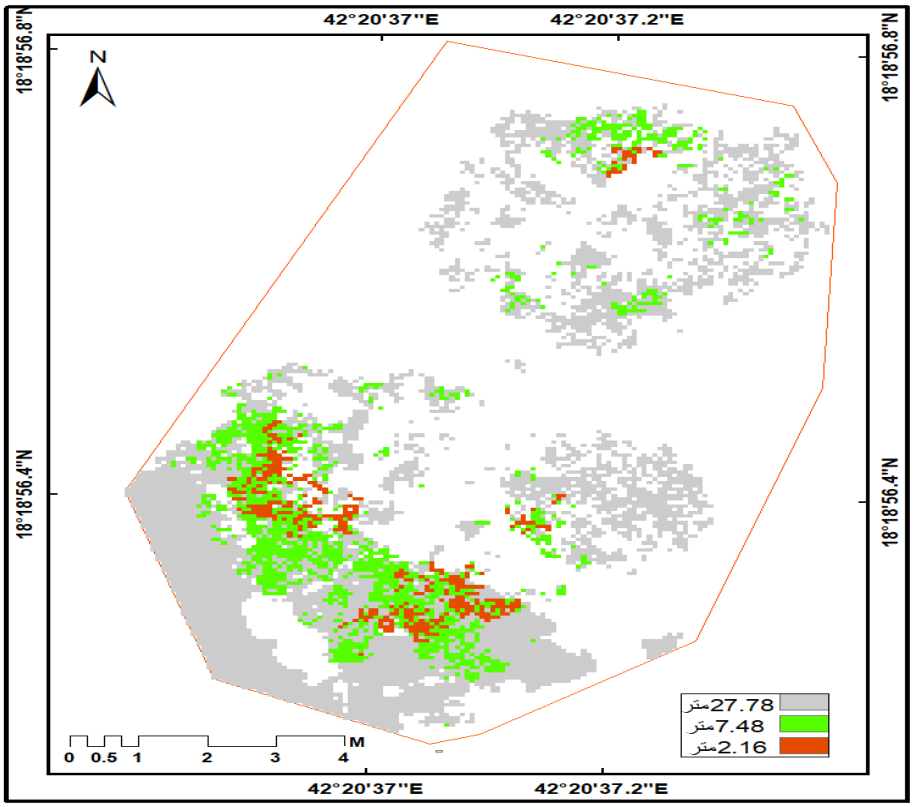
شكل (11) الخريطة الكنتورية لمنطقة التصوير.

4-2-5تصنيف مساحة الأشجار:

يوضح شكل (12) مساحة الاشجار تبعا لارتفاعها آذ تتروح الاشجار من (1 متر إلى 3 متر) طبقا لثلاثة فئات اولها من(0 إلى 1 متر) وثانيها من (1 متر إلى 2 متر) وثالثها من (2 إلى 3 متر)، وباستخدام أداة Reclass قمنا بتصنيف تلك الفئات وتحديها واستبعاد جميع المناطق التي تقل عن منسوب صفر، وقسمنا المنطقة إلى ثلاث فئات جدول (1) ثم بعد ذلك قمنا بتحويلها إلى ملف Vector من اجل حساب مناطق تلك الفئات.

جدول 1: تصنيف مساحة الأشجار بمنطقة التصوير.

الفئات	اللون	المساحة (متر2)	النسبة %
من صفر إلى 1 متر	الرمادي	27,78	74,24
من 1 إلى 2 متر	الاخضر الفاتح	7,48	19,99
أكثر من 2 متر	الاحمر الغامق	2,16	5,77
الاجمالي		37,42	100



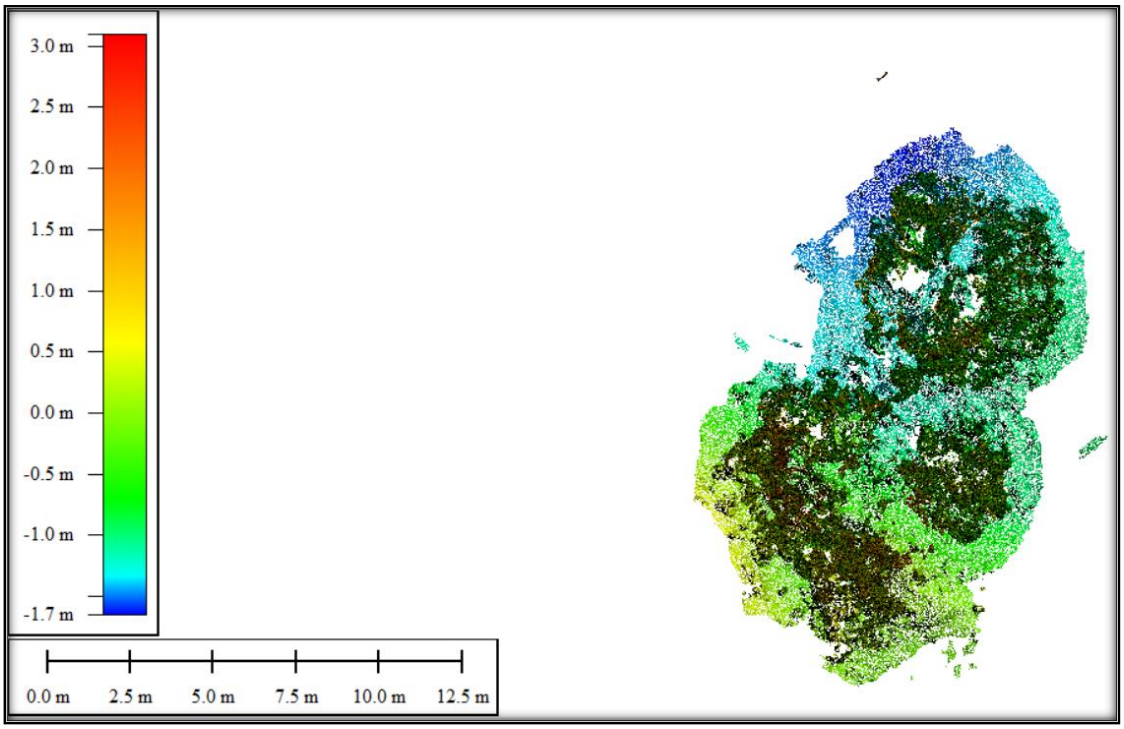
شكل (12) مساحة الاشجار طبقا لأطوالها.

بلغت منطقة التصوير نحو (37,42) متر مربع كما يوضح جدول (1)، وهي المنطقة التي يتواجد بها أشجار فقط، آذ يلاحظ أن الفئة الأولى يتواجد بها أكبر مساحة للأشجار وهي التي يبلغ طولها أقل من (1 متر)، آذ بلغت مساحتها نحو (27,78) متر مربع، بنسبة شكلت (74,24%) من جملة مساحة الأشجار بمنطقة التصوير، مما يعني أن غالبية الأشجار في منطقة التصوير هي أشجار قصيرة. كما أنها تنتشر في جميع منطقة التصوير، ولكن تظهر بوضوح في جنوب منطقة التصوير. بينما نجد أن الفئة الثانية والتي بلغت مساحتها نحو (7,48)متر مربع، آذ شكلت هذه المساحة نسبة (19,99%) من جملة مساحة الأشجار، وهي الفئة التي يتراوح طول الأشجار فيها من (1 إلى أقل من 2 متر) ، كما أنها أيضًا تتركز بصورة كبيرة في الجزء الجنوبي والجنوبي الغربي لمنطقة التصوير. نجد أن الفئة الثالثة هي أقل فئة من آذ المساحة، آذ بلغت مساحتها نحو (2,16)، بنسبة(5,77%) من جملة مساحة الأشجار، كما أنها تتركز بصورة كبيرة في الأجزاء الجنوبية والغربية وبعض الأجزاء الشمالية.

2-5 تحويل ملفات LAS باستخدام برنامج Global mapper.

يُعتبر برنامج Global mapper أحد تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية المختصة في معالجة البيانات ويمتاز بسهولة استخدامه، مع إمكانية الوصول إلى مجموعة متنوعة من البيانات المكانية، ورسم الخرائط وعمل تداخل بينها، وقدرته على التعامل المباشر مع نموذج الارتفاع الرقمي (DEMS)، وإخراج الأشكال ثلاثية الأبعاد، والقيام بالعديد من التحليلات المختلفة.

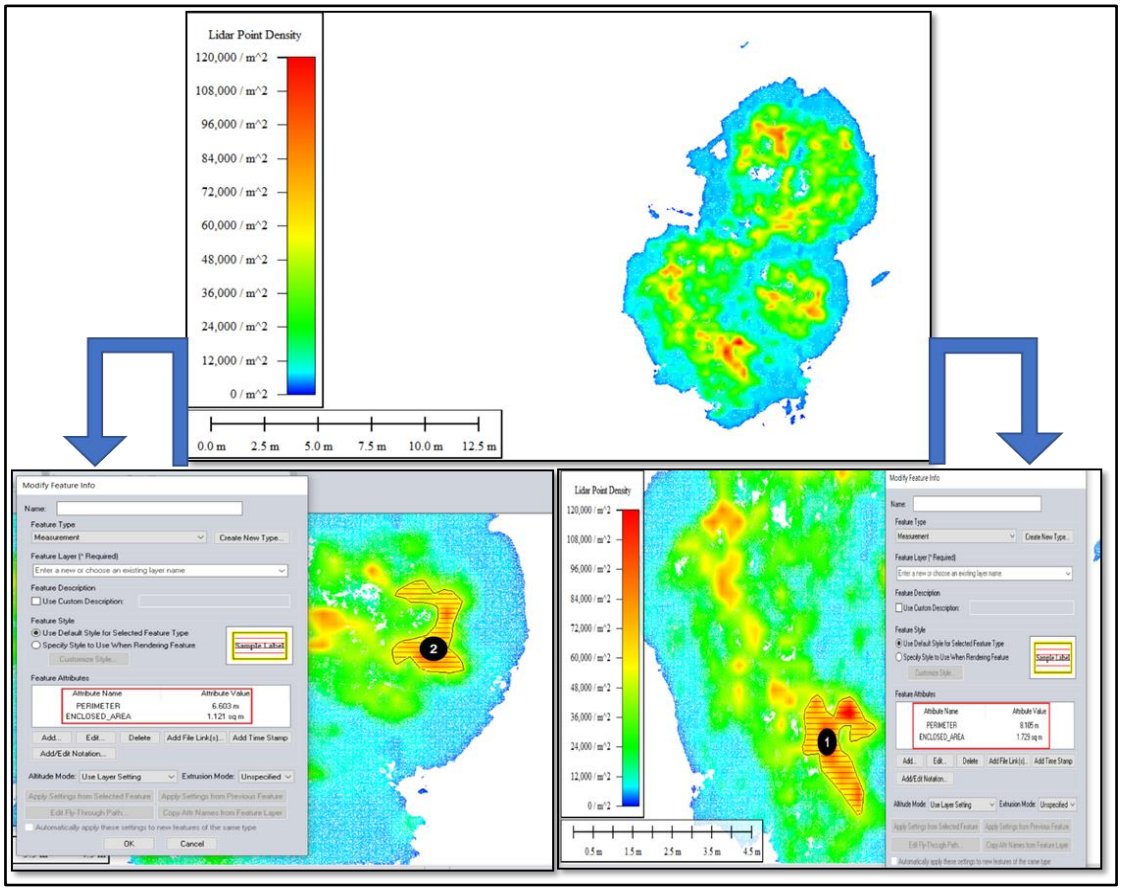
من خلال هذه الدراسة تم تحويل ملفاتLAS إلى عرض ثلاثي الابعاد داخل برنامج Global mapper وذلك من أجل التعرف على منطقة التصوير بصورة ثلاثية الأبعاد، فضلًا عن تطبيق بعض التحليلات على هذه الملفات من أجل الخروج ببعض النتائج، والتي تختلف عن تحليلات برنامج ArcGIS الشكل (13).



شكل (13): إنشاء ملفات LAS على برنامجGlobal Mapper.

5-2-1كثافة النقاط Lidar Point Density.

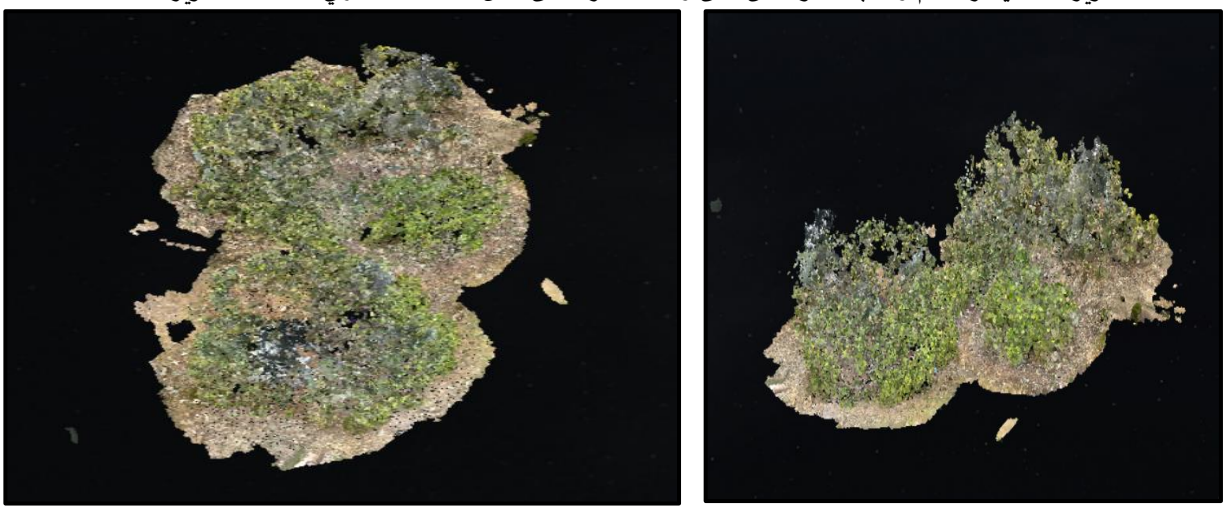
أوضح هذا التحليل أن كثافة النقاط تتراوح من (0 إلى 120) ألف نقطة في المتر المربع، وان البقع الحمراء كما يوضح شكل (14) توضح وتظهر اماكن الاشجار التي تم تصويرها، ومن خلال هذا التحليل يمكن أن نقوم بحساب المناطق ذات الكثافة العالية والتي بطبيعة الحال تمثل شجرة في الواقع، وبلغت مساحة الشجرة رقم (1) نحو (1,79)متر مربع، بينما نجد الشجرة رقم (2) بلغت مساحتها نحو (1,12) متر مربع. هذا التحليل مهم في التعرف على الاشجار ومساحتها بمنطقة التصوير. كما يدل على معرفة عُمر الأشجار وصحتها مقارنة بنفس نوع الأشجار، آذ كلما كانت الأشجار من نفس النوع ذات طول أكبر هذا يعني أنها ذات صحة جيدة وعمر أقدم من الأشجار الأقصر طولًا.



شكل (14) حساب كثافة النقاط Lidar Point Density باستخدام برنامج Global Mapper.

2-2-5 التحليل ثلاثي الابعاد لمنطقة التصوير.

يوضح شكل (15) شكل ثلاثي الأبعاد للأشجار في منطقة التصوير باستخدامGlobal Mapper ، ويتبين منه مدى التعرف على الشكل الحقيقي للأشجار في صورة ثلاثية الأبعاد غير الصورة الطبيعية لها في صورتها ثنائية الأبعاد. ومن ثم إسقاطها كما لو كانت أمام أعين المشاهد في الطبيعية، وهذا دور برامج نظم المعلومات الجغرافية وهو إسقاط كل ما هو موجود على الطبيعة بصورة أقرب لها. والصورتان الموجودتان في الشكل هما لنفس منطقة التصوير، ولكن الصورة اليمني تظهر جانبية وذلك لمعرفة ارتفاعات الأشجار بمنطقة التصوير، أما اليسرى فتم وضعها بصورة من أعلى وذلك للتعرف على مدى كثافة الأشجار في منطقة التصوير.



شكل (15): 3D للأشجار في منطقة التصوير باستخدام برنامج Global Mapper.

الخاتمة:

من خلال هذه الدراسة تم استخدام ملفات (LAS) كطريقة جديدة لاستخراج الأشجار من السحب النقطية (MLS) ، والتي يمكن استخدامها في نمذجة شجر الحدائق ثلاثية الأبعاد ، ومعرفة مساحتها وكثافتها ومدى صحتها، واستخراج معلومات عديدة ، ومن خلالها تم التوصل يمكن استخدام هذه التقنية بكل سهولة ويسر بدون أي تكلفه او جهد في التعرف على الاشجار ومعرفة كل ما يخصها من تفاصيل ومعلومات، وهذا هو الهدف من البحث ، فضلًا عن إلى ان الدراسة توصلت إلى ان نسبة صحة الاشجار بالمنطقة تصل إلى (60%) ، فضلًا عن إلى ذلك ان تلك النسبة تستحوذ عليها مساحات ضئيلة، وهذا يعني ان معظم الاشجار في المنطقة من آذ الازدهار في وقت التصوير ضعيفة للغاية ، وباستخدام تقنية الليدار أمكن من الكشف على تلك المشكلة ورصدها.

1-6 النتائج:

توصلت الدراسة إلى العديد من النتائج وهي كالتالي:

- يصل اقصى ارتفاع للأشجار بالمنطقة نحو (3)أمتار.
- بلغت مساحة الاشجار بالمنطقة نحو (37,42)متر مربع.
- لا يحل نظام iPhone محل أنظمة مسح (LIDAR) المتقدمة، ولكن لسهولة الاستخدام والدقة الجيدة والتكلفة المنخفضة، فقد يصبح أداة قيمة في البلدان محدودة الموارد في كل من مناطق الغابات والمناطق الحضرية.
- ليس من العملي استخدام نظام iPhone LIDAR في مناطق الغابات الكبيرة نظراً للوقت المطلوب لمسح كل شجرة، وقد تكون هذه التقنية مناسبة بشكل أفضل للبيئات الحضرية التي عادةما يكون بها غطاء نباتي أقل بين الأشجار، مما يسهل التنقل عندما يتم المسح.

2-6 التوصيات:

تم من خلال في هذه الدراسة ابراز الدور الفعال لتقنية (LIDAR)في التعرف على الاشجار في منطقة التصوير وحساب مساحتها وكثافتها ومعرفة اطوالها وصحتها وعلى ذلك النحو يمكن الخروج بعدة توصيات منها:

- ضرورة التوجه نحو استخدام تقنية (LIDAR) في جرد الاشجار والغابات بصفة عامة.
- الاهتمام بالأشجار ومعرفة مدى صحتها وازدهارها في منطقة جبل السودة، وذلك للمحافظة على البيئة وتغيرات المناخ.
- الاهتمام باستخدام تقنية (LIDAR)وتطبيقها على الحدائق بمدينة أبها.
- يجب القيام بالعديد من الدراسات التي تستخدم تقنية (LIDAR)على جميع الظاهرات مثل الطرق والشوارع والمنازل بجميع مناطق المملكة من اجل التعرف على مشكلات كل ظاهرة.

المراجع

- Del Perugia, B., Giannetti, F., Chirici , G., & Travaglini, D. (2019, March 21). Influence of Scan Density on the Estimation of Single-Tree Attributes by Hand-Held Mobile Laser Scanning.
- Gollob, C., Ritter, T., Kraßnitzer, R., Tockner, A., & Nothdurft, A. (2021, August 7). Measurement of Forest Inventory Parameters with Apple ipad Pro and Integrated lidar Technology.
- Levick, S., Hessenmöller, D., & Schulze, E.-D. (2016, May 31). Scaling wood volume estimates from inventory plots to landscapes with airborne lidar in temperate deciduous forest.
- Luetzenburg, G., Kroon, A., & Bjørk, A. (2021, November 5). Evaluation of the Apple iphone 12 Pro lidar for an Application in Geosciences.
- V, T. (2020). Lidar (remote sensing technology).
- Watt, P., & Donoghue, D. (2017, Feb 22). Measuring forest structure with terrestrial laser scanning.
- Abadi, M., M.J, O., & S, T. (2016). Efficient terrestrial laser scan segmentation exploiting data structure.
- Al-ghaith, n. (2021). Use of lidar technology by I Phone 12 to study the state of roads (applied study on Arara Street in Riyadh).
- Bristow, R., Therien, A., & ledoux, T. (2021, May 25). Applying lidar for Parks and Protected Area Management.
- Çakir, G., Post, C., Mikhailova, E., & Schlautman, M. (2021, November). 3D lidar Scanning of Urban Forest Structure Using a

Consumer Tablet.

- Cheng, T. (2016). Correction of incidence angle and distance effects on TLS intensity data based on reference targets Remote Sens.
- Donager, J., Sánchez Meador, A., & Blackburn, R. (2021, June 11). Adjudicating Perspectives on Forest Structure: How Do Airborne, Terrestrial, and Mobile Lidar-Derived Estimates Compare?
- Gollob, C., Ritter , T., & Nothdurft, A. (2020, May 9). Forest Inventory with Long Range and High-Speed Personal Laser Scanning (PLS) and Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Technology.
- Gollob, Christoph; Ritter, Tim; Nothdurft, Arne. (2020, October 31). Comparison of 3D Point Clouds Obtained by Terrestrial Laser Scanning and Personal Laser Scanning on Forest Inventory Sample Plots.
- Guan, H., Li, J., Cao , S., & Yu, Y. (2016, Jun 17). Use of mobile lidar in road information inventory: a review.
- H, L., Q, Z., L, F., Y, G., W, G., C, W., & J, L. (2021). Boundary-Aware graph Markov neural network for semiautomated object segmentation from point clouds.
- Hull, I., & Shipley, L. (2019, July 18). Testing the Ability of Airborne lidar to Measure Forage Resources for Wild Ungulates in Conifer Forests.
- Jaime-Gonza´lez, C., Acebes, P., Mateos, A., & T. Mezquida, E. (2017, August 3). Bridging gaps: On the performance of airborne lidar to model wood mouse-habitat structure relationships in pine forests.
- Jia , F., & D. Lichti, D. (2019, June 26). A Model-Based Design System for Terrestrial Laser Scanning Networks in Complex Sites.
- Kumar , P., & Lewis, P. (2017, January 1). Automated extraction of road median from airborne laser scanning data.
- Lin, Y., & Hyyppa, J. (2012). Multiecho-recording mobile laser scanning for enhancing individual tree crown reconstruction.
- Phan, A., Dang, C., & Takahashi, K. (2021, June 14). Mobile 3D Mapping with a Low-Cost UAV-Based LIDAR System.
- Pimont , F., Soma , M., & Luc Dupuy, J. (2019, July 3). Accounting for Wood, Foliage Properties, and Laser Effective Footprint in Estimations of Leaf Area Density from Multiview-lidar Data.
- Professor Topo. (2019). Top Tips On How To Use LIDAR.
- Rashidi , M., Mohammadi , M., Sadeghlou , S., Abdolvand , M., Truong-Hong , L., & Samali, B. (2020, November). A Decade of Modern Bridge Monitoring Using Terrestrial Laser Scanning: Review and Future Directions.
- Tagarakis, A., Koundouras, S., & Gemtos, T. (2018, April 1). Evaluation of the use of LIDAR laser scanner to map pruning wood in vineyards and its potential for management zones delineation.
- Thomas, V. (2020). Lidar (remote sensing technology).
- Thu Moe , K., Owari, T., Furuya , N., Hiroshima, T., & Morimoto, J. (2020, September 3). Application of UAV Photogrammetry with lidar Data to Facilitate the Estimation of Tree Locations and DBH Values for High-Value Timber Species in Northern Japanese Mixed-Wood Forests.
- Thu Moe , Kyaw ; Owari , Toshiaki ; Furuya , Naoyuki; Hiroshima, Takuya; Morimoto, Junko ;. (2020, September 3). Application of UAV Photogrammetry with lidar Data to Facilitate the Estimation of Tree Locations and DBH Values for High-Value Timber Species in Northern Japanese Mixed-Wood Forests.
- Trochta , J., Krůček, M., Vrška, T., & Král, K. (2017, May 4). 3D Forest: An application for descriptions of three-dimensional forest structures using terrestrial lidar.
- Vicari, M., Disney, M., Wilkes, P., Burt, A., Calders, K., & Woodgate, W. (2018, December 21). Leaf and wood classification framework for terrestrial lidar point clouds.
- Xinlian Liangab ،Ville karebc ،Juha Hyyppäa ،Yunsheng Wang ،Antero Kukko ،Henrik Haggren . . . ،Mikko Vastaranta .)May , 2016 .(Terrestrial laser scanning in forest inventories.
- Zhou, S., Kang , F., Li, W., Kan , J., Zheng, Y., & He, G. (2019, July 21). Extracting Diameter at Breast Height with a Handheld Mobile lidar System in an Outdoor Environment.