

العلاقة بين الرطوبة والمادة العضوية في تربة السواحل الليبية دراسة تطبيقية بمدينة الزاوية

رمضان العربي عبد الرحمن غومه
كلية التربية الزنتان، جامعة الزنتان

Abstract

The purpose of this research is to study the connection between soil moisture and organic matter content in coastal soils by performing an applied field study in Zawiya which serves as a western Libyan coastal city. The study selected three field sites which positioned themselves at different distances from the shoreline for surface soil collection at a defined time. The laboratory tested the samples to evaluate their moisture content through the gravimetric method and their organic matter content using the loss-on-ignition method. The research utilized descriptive analytical methods and Pearson's correlation coefficient to evaluate the relationship between the two variables.

Soil moisture levels exhibited a significant positive correlation with organic matter amounts and these levels increased as sampling sites moved closer to the coastal region. The physical and chemical traits of coastal soils are largely affected by climatic and geographical conditions. The research shows that moisture enhances organic matter decomposition processes as well as water retention capabilities of the soil through organic matter accumulation. The research demonstrates how moisture management needs collaboration with organic matter improvement for successful coastal soil enhancement programs. The authors suggest creating precise field-based soil databases to assist Libyan coastal area environmental and agricultural planning because of quickening climate change effects.

Keywords: Soil moisture, Organic matter, Coastal soils, Physical soil properties.

المستخلص

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة بين رطوبة التربة والمحتوى العضوي في التربة الساحلية، من خلال دراسة تطبيقية ميدانية في مدينة الزاوية الواقعة على الساحل الغربي لليبييا. تم اختيار ثلاث مواقع ميدانية تمثل تدرجاً في القرب من البحر، وجمعت منها عينات تربة سطحية على عمق (0-20 سم) خلال فترة زمنية محددة. خضعت العينات لتحاليل فيزيائية وكيميائية مخبرية لتحديد نسبة الرطوبة ونسبة المادة العضوية، باستخدام طريقة التجفيف الوزني وطريقة الفقد بالاحتراق على التوالي. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتم توظيف معامل بيرسون للارتباط لتحليل العلاقة بين المتغيرين.

أظهرت النتائج وجود علاقة طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين رطوبة التربة ومحتواها من المادة العضوية، حيث كانت النسب أعلى في المواقع الأقرب إلى الساحل، ما يدل على تأثير العوامل المناخية والموقع الجغرافي في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة. كما كشفت النتائج عن دور الرطوبة في تعزيز تحلل المادة العضوية وتراكمها، في حين تسهم الأخيرة في تحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء. وتؤكد هذه العلاقة التفاعلية أهمية الدمج بين إدارة الرطوبة وتحسين المحتوى العضوي في برامج تحسين التربة الساحلية. توصي الدراسة بضرورة تطوير قواعد بيانات ميدانية دقيقة لدعم التخطيط البيئي والزراعي في المناطق الساحلية الليبية، في ظل التغيرات المناخية المتسارعة.

الكلمات المفتاحية: رطوبة التربة، المادة العضوية، التربة الساحلية، الخصائص الفيزيائية.

Submitted: 09/04/2025

Accepted: 06/05/2025

المقدمة

تمثل التربة عنصراً حيوياً في النظام البيئي، كونها الحاضنة الرئيسية للنشاط النباتي والمصدر الأساسي للغذاء والغطاء النباتي، فضلاً عن دورها في تنظيم الدورات البيوجيوكيميائية. وتزداد أهمية دراسة التربة في المناطق الساحلية لما تتمتع به من خصائص فريدة، نتيجة لتأثرها المباشر بالعوامل البحرية مثل الملوحة، والرطوبة الجوية، والتبخر العالي، إضافة إلى التغيرات الموسمية في المناخ واستخدامات الأرض. وتعد الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة السواحل من أبرز محددات كفاءتها البيئية والزراعية، وفي مقدمتها نسبة الرطوبة والمحتوى العضوي، باعتبارهما عاملين متداخلين يؤثران بشكل مباشر في خصوبة التربة واستدامتها. تلعب رطوبة التربة دوراً حاسماً في تحديد جاهزية التربة لامتصاص العناصر الغذائية، وانتقالها إلى جذور النباتات، كما تؤثر في نشاط الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن تحليل المادة العضوية. بالمقابل، تسهم المادة العضوية في تحسين بناء التربة وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وهو ما يجعل العلاقة بين المتغيرين علاقة تفاعلية مستمرة. وتشير الدراسات البيئية إلى وجود علاقة طردية بين رطوبة التربة والمحتوى العضوي فيها، غير أن هذه العلاقة تختلف باختلاف طبيعة التربة والمناخ وظروف الاستخدام، مما يجعل دراستها ميدانياً ضرورة لفهم ديناميات النظام البيئي للتربة (سلوم، 2019).

في السياق الليبي، وعلى الرغم من الامتداد الساحلي الواسع الذي تتمتع به البلاد، إلا أن الدراسات التطبيقية التي تناولت تربة السواحل لا تزال محدودة، لا سيما تلك التي تبحث في التفاعل بين الرطوبة والمادة العضوية. وتعد مدينة الزاوية من المناطق التي تتوفر فيها خصائص جيومورفولوجية ومناخية تجعلها نموذجاً مناسباً لفحص هذه العلاقة، نظراً لتنوع تربتها الساحلية وتعرضها لضغوط بيئية وزراعية متزايدة.

ومن هنا، تتبع أهمية هذه الدراسة في سعيها إلى تحليل العلاقة بين الرطوبة والمادة العضوية في تربة الساحل بمدينة الزاوية، استناداً إلى عمل ميداني وتحليل مخبري وإحصائي يهدف إلى تقديم بيانات دقيقة يمكن الاستفادة منها في إدارة التربة الساحلية بفعالية واستدامة.

أهمية الدراسة

تنبثق أهمية هذه الدراسة من مستويين متكاملين: علمي وعملي. فعلى المستوى العلمي، توفر الدراسة رصدًا ميدانيًا وتحليلًا كميًا للعلاقة بين الرطوبة والمادة العضوية، وهما من أكثر مكونات التربة تأثيراً في خصوبتها واستقرارها البيئي. وتسهم هذه الدراسة في سد فجوة بحثية واضحة في الدراسات البيئية الليبية، خاصة في مجال التربة الساحلية الذي لا يزال بحاجة إلى مزيد من الاستكشاف والتحليل. أما على المستوى العملي، فتوفر نتائج هذه الدراسة بيانات تطبيقية دقيقة يمكن الاستفادة منها في تطوير استراتيجيات إدارة مستدامة للتربة الساحلية، من خلال تحسين ممارسات الري، وتعزيز استخدام المواد العضوية، ورفع كفاءة التربة في الاحتفاظ بالماء. كما تُعد هذه النتائج أداة مساعدة لصناع القرار والباحثين والمزارعين في تقييم خصائص التربة وتوجيه الاستعمالات الزراعية والبيئية بما يتناسب مع الواقع المحلي لمدينة الزاوية.

المشكلة

رغم الأهمية البيئية والزراعية لتربة السواحل الليبية، فإن المعرفة العلمية بخصائصها الفيزيائية والكيميائية لا تزال محدودة، خاصة فيما يتعلق بالتفاعل بين رطوبة التربة ومحتواها من المادة العضوية. وتعد هذه العلاقة محورية لفهم ديناميات التربة الساحلية، إلا أن غياب البيانات الميدانية وقلة الدراسات التطبيقية في هذا المجال يؤدي إلى قصور في التقدير الفعلي لجودة التربة وقدرتها على دعم الإنتاج النباتي.

وعلى وجه التحديد، تفتقر مدينة الزاوية - كنموذج للبيئات الساحلية الليبية - إلى دراسات تحليلية تربط بين الرطوبة والمادة العضوية بطريقة كمية ومبنية على أدلة. هذا النقص في المعالجة العلمية الدقيقة يطرح إشكالية حقيقية تتعلق بمدى فهمنا لتفاعل العوامل البيئية المؤثرة في التربة، وبالتالي قدرتنا على وضع استراتيجيات فعالة لإدارتها. لذا، تتحصر مشكلة الدراسة في عدم وجود تحليل ميداني وإحصائي دقيق للعلاقة بين نسبة الرطوبة والمحتوى العضوي في تربة الساحل بمدينة الزاوية، ما يحّد من إمكانيات التنبؤ بخصوبة التربة وتخطيط استخداماتها المستقبلية.

الأهداف

1. تحديد نسب كل من رطوبة التربة ومحتواها من المادة العضوية في مناطق ساحلية مختارة بمدينة الزاوية.
2. تحليل العلاقة الإحصائية بين المتغيرين باستخدام معامل الارتباط بيرسون.
3. فهم مدى تأثير التدرج الجغرافي (القرب من الساحل) في توزيع الرطوبة والمادة العضوية.

الفرضيات

انطلاقاً من أهداف الدراسة، تم صياغة الفرضيتين الآتيتين:

- **الفرضية الصفرية (H_0):** لا توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين نسبة الرطوبة والمحتوى العضوي في تربة السواحل بمدينة الزاوية.
- **الفرضية البديلة (H_1):** توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين نسبة الرطوبة والمحتوى العضوي في تربة السواحل بمدينة الزاوية.

الإطار النظري

تُعد التربة أحد العناصر الرئيسية في النظام البيئي، وتمثل وسطاً حيوياً ترتبط به عمليات حيوية وكيميائية وفيزيائية تؤثر في إنتاجية الأرض واستدامة الموارد الطبيعية. وتزداد أهمية دراسة التربة في المناطق الساحلية نظراً لما تتعرض له من ظروف بيئية متغيرة، تشمل التبخر العالي، وارتفاع الملوحة، وتفاوت درجات الرطوبة، فضلاً عن النشاط الإنساني المتزايد. وتُعد الرطوبة والمادة العضوية من أبرز العوامل المحددة لجودة التربة ووظيفتها البيئية، إذ تؤثر الأولى في العمليات الحيوية وانتقال المغذيات، بينما تسهم الثانية في تحسين بنية التربة وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء والمغذيات.

وتبرز أهمية فهم العلاقة بين هذين العنصرين في النظم الساحلية، حيث تتأثر التربة بشكل مباشر بالظروف المناخية المحيطة، مما يجعل تحليل التفاعل بين الرطوبة والمادة العضوية أمراً حيوياً لفهم ديناميات التربة الساحلية ووضع أسس لإدارتها بشكل مستدام.

أولاً: الخصائص العامة للتربة الساحلية والعوامل المؤثرة فيها

تُعد التربة الساحلية من النظم البيئية الانتقالية المعقدة، حيث تتوسط بين اليابسة والبحر، مما يجعلها بيئة ديناميكية تتأثر بمجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية في آن واحد. وتتميز هذه التربة بخصائص فريدة تختلف عن تلك الموجودة في المناطق الداخلية، نتيجة لتأثير الملوحة، والتقلبات المناخية، والمد البحري، والتبخر العالي، بالإضافة إلى التقلبات في مستوى المياه الجوفية، الأمر الذي يجعلها عرضة لتغيرات سريعة في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية (فايد، 1998).

في الغالب، تنسم التربة الساحلية بقوام رملي إلى رملي طيني، وتكون ذات نفاذية عالية، مما يؤدي إلى فقدان سريع للمياه والعناصر الغذائية، خاصة في المناطق ذات النشاط الزراعي أو التوسع العمراني. كما تتعرض هذه الترب لظاهرة "تغدق التربة" نتيجة لارتفاع منسوب المياه المالحة، مما ينعكس سلباً على التهوية الجذرية والتوازن الأيوني داخل التربة وهذا يجعل من دراستها ضرورة لفهم قابليتها للإنتاج الزراعي واستدامتها البيئية.

ومن العوامل البيئية الرئيسية التي تؤثر في التربة الساحلية (منظمة الأغذية والزراعة، 2020):

1. **الملوحة:** حيث يؤدي تداخل مياه البحر إلى زيادة تركيز الأملاح الذائبة في التربة، مما يسبب انخفاضاً في القدرة الإنشائية للنباتات، كما يؤثر في النشاط الميكروبي وتحلل المادة العضوية.
2. **الرطوبة:** تُعد عاملاً حاسماً في النظام البيئي الساحلي، حيث تتقلب مستوياتها تبعاً لموسمية الأمطار وقرب الموقع من البحر، وتؤثر بشكل مباشر في قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء والمواد المغذية، وكذلك في فعالية التحلل البيولوجي للمادة العضوية.
3. **النشاط البشري:** يشمل الزراعة، والتوسع العمراني، واستصلاح الأراضي، وجميعها تؤثر على خصائص التربة من خلال الضغوط الميكانيكية، واستخدام الأسمدة، والتغيرات في الغطاء النباتي.

أما بالنسبة للتربة الساحلية في ليبيا، فهي تمتد على طول الساحل الليبي المطل على البحر الأبيض المتوسط، وتشهد تنوعاً جيومورفولوجياً واضحاً، من السهول الرملية إلى السبخات الملحية. وتعتبر التربة في مناطق مثل الزاوية من النماذج التي تتأثر بالعوامل المذكورة، لاسيما وأنها منطقة تشهد تزايداً في الكثافة السكانية والأنشطة الزراعية، ما يجعل دراستها ذات أهمية استراتيجية في سياق التخطيط البيئي والزراعي.

وتُظهر الدراسات المحلية أن التربة الساحلية اللبية غالبًا ما تعاني من نقص في المادة العضوية وارتفاع في الملوحة (إليغوي، 2011)، مما يؤثر في قدرتها على دعم الزراعة المستدامة. كما أن ندرة الدراسات المفصلة حول هذه التربة – خاصة من منظور العلاقة بين الرطوبة والمادة العضوية – تُعد أحد أبرز التحديات المعرفية في هذا المجال.

ثانياً: الرطوبة في التربة ودورها البيئي

تُعد الرطوبة من أهم العوامل الفيزيائية التي تحدد خصائص التربة ووظائفها البيئية، إذ تلعب دورًا حيويًا في تحديد مدى صلاحية التربة لنمو النبات، وتحفيز النشاط الميكروبي، والمساهمة في التفاعلات الكيميائية ونقل المغذيات. وتعني "رطوبة التربة" كمية الماء الموجودة في المسامات بين الحبيبات الترابية، وهي تختلف من تربة إلى أخرى حسب القوام، التركيب المعدني، والمناخ السائد (Brady & Weil, 2017).

تُقاس رطوبة التربة بعدة طرق، من أبرزها الطريقة الوزنية (Gravimetric method) التي تعتمد على مقارنة وزن العينة الرطبة بوزنها بعد التجفيف الكامل، وهي الطريقة التي تم استخدامها في هذه الدراسة لقياس المحتوى الرطوبي الفعلي للتربة. وتمثل هذه الطريقة معيارًا دقيقًا للكشف عن الفروق بين المناطق أو الأعماق الترابية المختلفة.

تلعب الرطوبة دورًا مركزيًا في تنظيم العمليات الحيوية داخل التربة، فهي ضرورية لنشاط الكائنات الدقيقة التي تساهم في تحليل المخلفات العضوية، كما أنها تُعد وسيطًا رئيسًا لذوبان وانتقال العناصر الغذائية إلى جذور النباتات. ووفقًا لما ذكره راولز وزملاؤه (Rawls et al., 2003)، فإن رطوبة التربة لا تؤثر فقط على النمو النباتي بل تحدد أيضًا الكفاءة العامة للنظام البيئي الأرضي، خاصة في البيئات الهشة مثل السواحل.

في الترب الساحلية، تكتسب الرطوبة أهمية مضاعفة بسبب تعرض التربة للتبخر العالي والملوحة المتزايدة. ففي المناطق القريبة من البحر، تنتشع الطبقات العليا من التربة بالرطوبة نتيجة التكاثر أو الرذاذ البحري، إلا أن هذه الرطوبة قد تكون مصحوبة بارتفاع تركيز الأملاح، مما يؤثر سلبيًا في الاستفادة النباتية منها. أما في المناطق التي تبعد نسبيًا عن الساحل، فإن انخفاض الرطوبة يكون ناتجًا عن التدرج في المحتوى المائي وتناقص التأثير البحري المباشر.

وقد أكدت دراسات بيئية متعددة أن نسبة الرطوبة في التربة ترتبط بعدة عوامل، منها:

- قوام التربة: حيث تحتفظ الترب الطينية بالماء أكثر من الترب الرملية.
- الغطاء النباتي: الذي يحد من التبخر ويساعد على الحفاظ على الرطوبة.
- العمق: إذ تقل الرطوبة غالبًا في الطبقات العليا مقارنة بالأعمق، إلا إذا توافرت مصادر مياه جوفية.

في السياق اللبي، تبيّن من الدراسات الميدانية أن تربة المناطق الساحلية – كمنطقة الزاوية تُظهر تفاوتًا كبيرًا في محتواها الرطوبي تبعًا للموقع الجغرافي والتكوين الجيولوجي. وقد أشارت دراسة (منصور، 2021) إلى أن المناطق الأقرب للساحل تحتفظ برطوبة أكبر ولكنها في الغالب تكون مصحوبة بملوحة مرتفعة، بينما التربة في الداخل أكثر جفافًا وأقل ملوحة ولكنها غالبًا تفتقر للمواد العضوية.

ثالثاً: المادة العضوية في التربة ووظيفتها في النظام البيئي

تُعد المادة العضوية أحد المكونات الأساسية للتربة، ولها تأثير بالغ في خصوبتها واستقرارها البيئي. وتشير المادة العضوية إلى بقايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية المتحللة جزئيًا أو كليًا، وتشمل كذلك نواتج التحلل التي تُعرف بالذبال (Humus)، والذي يُعد الشكل الأكثر استقرارًا للمادة العضوية في التربة (Six et al., 2004).

تلعب المادة العضوية دورًا متعدد الأبعاد في البيئة الترابية، إذ تساهم في تحسين الخواص الفيزيائية للتربة من خلال زيادة تماسك الحبيبات ورفع قدرتها على الاحتفاظ بالماء، فضلًا عن خفض الكثافة الظاهرية للتربة، مما ينعكس إيجابيًا على التهوية والجذور. أما من الناحية الكيميائية، فتُعد المادة العضوية مصدرًا غنيًا بالعناصر الغذائية، وتعمل على تعزيز قدرة التربة على التبادل الكاتيوني (CEC)، وهو ما يزيد من كفاءة امتصاص المغذيات النباتية (Brady & Weil, 2017).

بيولوجيًا، تمثل المادة العضوية بيئة مناسبة لنشاط الكائنات الحية الدقيقة، مثل البكتيريا والفطريات، التي تلعب دورًا محوريًا في عمليات التحلل وإطلاق العناصر المغذية للنباتات. كما أن وجودها يُعزز التوازن البيولوجي في التربة ويزيد من مقاومتها للتدهور بفعل التعرية أو الملوحة أو النشاط البشري الجائر (Bird et al., 2011).

في الترب الساحلية، تبرز أهمية المادة العضوية بشكل خاص، نظرًا لما تعانيه هذه المناطق من عوامل بيئية قاسية مثل ارتفاع الملوحة، ضعف التهوية، وتقلبات الرطوبة. وتساعد المادة العضوية في التخفيف من أثر هذه العوامل عبر تحسين خواص التربة وتثبيت البنية السطحية ومنع انجراف العناصر الغذائية. إلا أن الظروف الساحلية نفسها – كارتفاع درجة الحرارة والتبخّر قد تُسرّع من تحلل المادة العضوية، مما يؤدي إلى انخفاض نسبتها ما لم يتم تعويضها باستمرار.

وقد أظهرت الدراسات أن تركيز المادة العضوية في التربة يرتبط بعدة عوامل (Magdoff & Van Es, 2009):

- **الغطاء النباتي:** فالمناطق ذات الكثافة النباتية العالية تحتوي عادة على مستويات أكبر من المادة العضوية نتيجة وفرة المخلفات النباتية.
- **الرطوبة:** إذ تُعد التربة الرطبة بيئة أنسب لتحلل المواد العضوية مقارنة بالجافة، بشرط عدم الوصول لمرحلة التشبع التي تحد من التهوية.
- **نوع التربة:** فالتراب الطينية تُخزّن المادة العضوية بكفاءة أكبر من الترب الرملية بسبب كثرة مواقع الارتباط.
- **النشاط البشري:** كالإفراط في الحرث أو استخدام الأسمدة الكيماوية، والذي قد يؤدي إلى تسريع تحلل المادة العضوية أو فقدانها.

وفي البيئة الليبية، أكدت دراسات ميدانية أن الترب الساحلية، خصوصًا في غرب البلاد، تعاني من تدني نسبة المادة العضوية بسبب ضعف الغطاء النباتي الطبيعي وتدهور التوازن المائي للتربة. وقد أشار (أبوفيد، 2012) إلى أن متوسط المادة العضوية في بعض المواقع الساحلية لا يتجاوز 1%، وهو ما يقل كثيرًا عن الحد الأدنى الموصى به لضمان استدامة التربة الزراعية (2-3%).

رابعًا: العلاقة بين الرطوبة والمادة العضوية في التربة: الأسس النظرية

ترتبط الرطوبة والمادة العضوية في التربة بعلاقة ديناميكية مركبة، تُعد من أهم العوامل البيئية المتداخلة التي تؤثر في خصائص التربة ووظائفها الحيوية. وتتمثل هذه العلاقة في تفاعل مباشر وغير مباشر، حيث تؤثر الرطوبة في معدل تحلل المادة العضوية، بينما تسهم الأخيرة في تعزيز قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.

من الناحية البيولوجية، تُعد الرطوبة شرطًا أساسيًا لنشاط الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بتحليل المخلفات العضوية، إذ إن وجود الماء يُمكن البكتيريا والفطريات من تنفيذ عمليات التحلل الهوائي، التي تؤدي إلى تحويل المركبات العضوية المعقدة إلى أشكال أبسط وأكثر توفرًا للنباتات. وعند غياب الرطوبة أو انخفاضها إلى مستويات حرجة، يتباطأ التحلل بشكل كبير، ما يؤدي إلى تراكم المواد العضوية غير المتحللة في التربة (Paul, 2014).

في المقابل، تسهم المادة العضوية في تحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة، من خلال زيادة قدرة الاحتفاظ المائي في المسام الدقيقة، وتحسين البنية الحبيبية للتربة، ورفع نسبة الفراغات المسامية. وتشير النماذج الفيزيائية للتربة إلى أن كل زيادة بنسبة 1% في محتوى المادة العضوية تؤدي إلى زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء بما يعادل من 1.5 إلى 2.0 م/م من التربة، وهو ما يُعد تأثيرًا ملحوظًا على الأداء الزراعي، خصوصًا في الترب الرملية أو ذات النفاذية العالية (Hudson, 1994).

كما أن هذه العلاقة تخضع لتأثير عوامل أخرى، مثل درجة الحرارة، ونوع التربة، ومستوى التهوية. ففي الترب الطينية مثلًا، تكون قدرة الاحتفاظ بالماء والمادة العضوية أعلى، بينما في الترب الرملية، يكون فقد الرطوبة أسرع، ويتطلب الأمر كميات أكبر من المواد العضوية للحفاظ على مستوى رطوبي مناسب. كذلك تؤثر درجة التشبع المائي في نوع التحلل، حيث يؤدي ارتفاع الرطوبة إلى التحلل اللاهوائي في بعض الحالات، ما يقلل من كفاءة إطلاق العناصر الغذائية ويؤدي إلى تراكم مركبات غير مستقرة كالميثان أو الأحماض العضوية.

ويمكن تلخيص العلاقة بين الرطوبة والمادة العضوية على النحو الآتي:

- رطوبة كافية + تهوية جيدة → تحلل أسرع + زيادة في العناصر المغذية المتاحة.
- رطوبة زائدة (تشبع) → تحلل بطيء ولاهوائي + تراكم مركبات غير مستقرة.
- رطوبة منخفضة → نشاط ميكروبي ضعيف + تراكم للمادة العضوية غير المتحللة.

من هذا المنطلق، فإن العلاقة بين الرطوبة والمادة العضوية ليست مجرد ارتباط إحصائي، بل علاقة وظيفية متبادلة تؤثر في استدامة التربة الزراعية، وقدرتها على دعم الإنتاج النباتي، ومرونتها تجاه التغيرات المناخية، خاصة في النظم البيئية الهشة مثل المناطق الساحلية.

الدراسات السابقة

حظيت الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة باهتمام متزايد في الدراسات البيئية، خصوصاً في البيئات الحساسة كالسواحل والمناطق الجافة وشبه الجافة، لما تمثله من تحديات في إدارة الموارد الطبيعية والاستدامة الزراعية، وتعد نسبة الرطوبة ومحتوى المادة العضوية من بين أبرز الخصائص التي تُستخدم كمؤشرات لقياس خصوبة التربة واستجابتها للظروف البيئية. وقد تناولت الدراسات السابقة هذه العلاقة في سياقات جغرافية ومناخية متنوعة، مركزة على تأثير العوامل المناخية، والموقع الطبوغرافي، ونمط الاستخدام البشري في توزيع الرطوبة والمادة العضوية، وتفاعلها. وفيما يلي عرض لأبرز هذه الدراسات التي توفر خلفية علمية وتمهد لفهم أعمق للعلاقة بين هذين المتغيرين في السياقات الساحلية خاصة، وذلك ضمن منظور كمي وتحليلي مقارن.

1. زيتون والمغبيلى (2021) :

أجريت هذه الدراسة في شمال الأردن، وهدفت إلى تقدير رطوبة التربة باستخدام نموذج Thornthwaite and Mather المعدل (1955)، بالاعتماد على بيانات من ثلاث محطات مناخية على مدى زمني طويل (1977-2015)، إلى جانب جمع عينات من 22 موقعاً خلال موسم شتوي. وأظهرت النتائج تبايناً مكانياً واضحاً في محتوى التربة من الرطوبة، حيث ازدادت القيم باتجاه الغرب والشمال الغربي تبعاً لزيادة الهطول وتنوع السعة الحقلية. كما لاحظ الباحثان استقراراً نسبياً في الرطوبة بالمواقع الرطبة، مقابل انخفاض واضح في فترات الجفاف. وقد أكدت الدراسة أهمية الموقع الجغرافي والمناخ المحلي في تحديد توازن الرطوبة في التربة.

2. أبوراس وونيس وعيسى (2015) :

تناولت هذه الدراسة تطبيق وتقييم عدد من إجراءات حفظ التربة والمياه في مناطق المنحدرات الجنوبية للجبل الأخضر بليبيا، لتحديد فعاليتها في حفظ رطوبة التربة تحت ظروف شبه جافة. وتمت التجربة في خمس مواقع ميدانية، واشتملت الإجراءات على الحواجز المرتبطة، الحراثة الكونتورية، المتون الهلالية، والمصاطب. وقد أظهرت النتائج أن الإجراءات الهندسية كانت فعالة في تقليل الجريان السطحي وحجز الرطوبة، وكان للحواجز المرتبطة الفعالية الأعلى مقارنة بباقي الأساليب. كما أشارت الدراسة إلى أن فعالية حفظ الرطوبة تتأثر بالعوامل المورفومترية للموقع، وبالخصائص البنيوية والإنشائية للتربة.

3. أبوراس وعبد الرحمن (2016) :

سعت هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة بين عمق التربة وبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية في منطقة "الوسيط" شمال الجبل الأخضر، عبر تحليل 40 موقعاً يختلف في الانحدار والعمق. وشملت الدراسة قياس خصائص مرتبطة بقابلية التربة للتعرية مثل النسيج، المادة العضوية، الكثافة الظاهرية، وثباتية التربة. وبينت النتائج أن العمق لم يكن مؤشراً قوياً للتنبؤ ببقية الخصائص، باستثناء ارتباط جزئي مع نسب السلت والمادة العضوية. كما أبرزت الدراسة أهمية مادة الأصل (الجيرية) وتوزيع أكاسيد الحديد والطين في تفسير الاستقرار السطحي.

4. فريق جامعة طبرق: (2022)

أجريت هذه الدراسة في منطقة وادي العين شرق طبرق، بهدف تقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة من حيث قابليتها للزراعة. وقد تم جمع تسع عينات وأجري عليها 135 تحليلاً فيزيائياً وكيميائياً. وأظهرت النتائج أن التربة أظهرت تفاوتاً في الملوحة والرطوبة، وأن محتواها من المادة العضوية كان ملائماً نسبياً للزراعات الموسمية، لا سيما في المواقع التي تعتمد على الري المنظم. كما لوحظ تأثير واضح لأنماط الري (مثل الري بالغمر) على توزيع الملوحة، وهو ما يؤثر بدوره في التوازن البيئي للمادة العضوية في التربة.

تكشف الدراسات السابقة عن اتجاه مشترك في الربط بين خصائص التربة الفيزيائية (كالرطوبة) والكيميائية (مثل المادة العضوية)، مع اعتماد مناهج متعددة تتراوح بين التحليل التجريبي المباشر، والنمذجة المناخية، والتقييم المكاني. كما أن معظم هذه الدراسات تمحورت حول مناطق جافة أو شبه جافة، ما يجعلها وثيقة الصلة بالسياقات الساحلية المشابهة.

وعلى الرغم من هذا، إلا أن العديد من الدراسات ركزت على جانب واحد دون ربط وظيفي مباشر بين الرطوبة والمادة العضوية، أو افتقرت إلى المعالجة الإحصائية الكمية التي تُمكن من توصيف العلاقة بدقة. كما أن الدراسات الليبية، على وجه الخصوص، لا تزال محدودة من حيث شمولها للبيانات الساحلية التي تتأثر بتقلبات مناخية شديدة ومباشرة. من هنا، تنشأ الحاجة إلى دراسات ميدانية تطبيقية تُعالج العلاقة بين رطوبة التربة ومحتواها العضوي في بيئة ساحلية واقعية، باستخدام أدوات تحليل كمية ومنهجية وصفية تحليلية، بما يُسهم في تطوير قاعدة بيانات معرفية محلية قابلة للتطبيق في مجالات الزراعة المستدامة وإدارة الموارد الطبيعية.

المنهجية

اعتمدت هذه الدراسة منهجاً وصفيًا تحليليًا ذا طابع تطبيقي، يهدف إلى استكشاف العلاقة بين رطوبة التربة ومحتواها من المادة العضوية في بيئة ساحلية واقعية بمدينة الزاوية، باستخدام أدوات ميدانية وتحاليل مخبرية ومعالجة إحصائية كمية. وقد تم تقسيم مراحل العمل إلى سلسلة خطوات مترابطة، شملت: اختيار مواقع الدراسة، جمع العينات، تنفيذ التحاليل الفيزيائية والكيميائية، ومعالجة البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية الملائمة. وقد تم اختيار ثلاثة مواقع ميدانية تمثل تدرجاً في البعد عن الساحل، ما يسمح بدراسة أثر الموقع الجغرافي في تباين الخصائص الفيزيائية للتربة. وقد جُمعت العينات السطحية من عمق موحد (0-20 سم)، وهو العمق الذي يمثل المنطقة الفعالة بيولوجيًا في التربة، وتم إخضاعها لتحاليل مخبرية وفقاً للمعايير المعتمدة. كما تم استخدام معامل بيرسون للارتباط لاختبار العلاقة بين الرطوبة والمادة العضوية، اعتماداً على البيانات الكمية المستخلصة.

أولاً: تحديد موقع الدراسة وجمع العينات

تم إجراء الدراسة التطبيقية في نطاق ساحلي من مدينة الزاوية الواقعة غرب ليبيا، والمطلّة على البحر المتوسط. وقد تم اختيار ثلاث مناطق ميدانية مختلفة داخل هذا النطاق الساحلي بهدف تمثيل تدرج بيئي من حيث القرب من الساحل، واختلاف النشاط البشري وخصائص التربة السطحية. وقد تم ترميز هذه المناطق افتراضياً على النحو الآتي:

- **الموقع الأول:** يقع على بعد 100 متر فقط من الساحل (في منطقة المطرد)، ويتميز بتربة رملية خفيفة وتعرض مباشر للرطوبة البحرية.
- **الموقع الثاني:** يقع على بعد 500 متر من الساحل (في منطقة الحرشة)، ويُعدّ منطقة انتقالية بين البيئة البحرية والمناطق الزراعية، مع وجود نشاط زراعي محدود.
- **الموقع الثالث:** يقع على بعد حوالي 1 كيلومتر من الساحل (في منطقة الصابرية)، ويتميز بتربة طينية مختلطة وتغطية نباتية زراعية موسمية.

تم جمع عينات التربة من كل موقع باستخدام أداة أخذ عينات أسطوانية (Auger) بعمق 0-20 سم، وهو العمق الذي يمثل الطبقة السطحية النشطة بيولوجياً. ومن كل موقع تم جمع ثلاث عينات فرعية من نقاط متفرقة، ثم مزجها للحصول على عينة مركبة تمثل الموقع بشكل موثوق.

تم نقل العينات إلى المختبر في أكياس بلاستيكية مغلقة للحفاظ على خصائصها الفيزيائية،

ثانياً: تحليل العينات وتنظيم البيانات

بعد الانتهاء من جمع عينات التربة من المواقع الثلاثة المختارة في نطاق الدراسة بمدينة الزاوية، تم نقل العينات إلى مختبر علوم البيئة بكلية العلوم – جامعة الزاوية لإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية اللازمة. وقد ركزت التحاليل على تحديد متغيرين رئيسيين هما: نسبة الرطوبة ومحتوى المادة العضوية، لما لهما من أهمية في تقييم خصوبة التربة الساحلية وفعاليتها البيئية.

1. التحليل الفيزيائي (نسبة الرطوبة):

تم قياس نسبة الرطوبة باستخدام طريقة الوزن قبل وبعد التجفيف، حيث وُضعت العينات الطازجة في فرن حراري بدرجة حرارة ثابتة (105°C) لمدة 24 ساعة حتى الوصول إلى الوزن الثابت. ثم حُسبت نسبة الرطوبة باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الرطوبة (\%)} = \left[\frac{\text{الوزن الرطب} - \text{الوزن الجاف}}{\text{الوزن الجاف}} \right] \times 100$$

من كل موقع، تم اختيار ثلاث عينات فرعية من نقاط مختلفة، ثم قياس نسبة الرطوبة في كل منها على حدة، ما يوفر تمثيلاً دقيقاً لتباين خصائص التربة داخل الموقع نفسه.

2. التحليل الكيميائي (المادة العضوية):

لقياس محتوى المادة العضوية، تم اعتماد طريقة الفقد بالاحتراق، حيث تم حرق العينات الجافة في فرن عند درجة حرارة (550°C) لمدة 4 ساعات. تم حساب نسبة المادة العضوية وفق المعادلة:

$$\text{المادة العضوية (\%)} = \left[\frac{\text{الوزن قبل الحرق} - \text{الوزن بعد الحرق}}{\text{الوزن قبل الحرق}} \right] \times 100$$

وكما في تحليل الرطوبة، تم أخذ ثلاث قراءات مستقلة من كل موقع للحصول على تقدير واقعي لمحتوى المادة العضوية.

الجدول (1): قراءات الرطوبة والمادة العضوية ومتوسطاتها في المواقع الثلاثة

الموقع	قراءات الرطوبة (%)	متوسط الرطوبة	الانحراف المعياري للرطوبة	قراءات المادة العضوية (%)	متوسط المادة العضوية	الانحراف المعياري للمادة العضوية
الموقع الأول (المطردي)	21.7- 22.0- 22.1	21.93	0.21	14.8- 14.9- 15.2	14.97	0.21
الموقع الثاني (الحرشة)	16.5- 17.2- 17.2	16.96	0.32	11.8- 12.1- 12.1	12.00	0.17
الموقع الثالث (الصابرية)	13.5- 13.6- 13.8	13.63	0.15	7.8- 8.0- 8.2	8.00	0.20

تُظهر البيانات في الجدول (1) تدرجاً واضحاً في نسب كل من الرطوبة والمادة العضوية بين المواقع الثلاثة. فقد سجل الموقع الأول (المطردي)، الأقرب إلى خط الساحل، أعلى متوسط في كلا المتغيرين، بينما تناقصت القيم تدريجياً في الموقع الثاني، ثم إلى أدناها في الموقع الثالث الأبعد. ويُظهر الانحراف المعياري المنخفض في جميع القراءات درجة من التجانس الداخلي للبيانات، مما يعزز من مصداقية المتوسطات المستخدمة في التحليل الإحصائي اللاحق.

ثالثاً: تحليل البيانات

اعتمدت الدراسة على تحليل كمي يهدف إلى استكشاف العلاقة بين نسب الرطوبة ومحتوى المادة العضوية في التربة الساحلية، استناداً إلى البيانات المستخلصة من ثلاث قراءات ميدانية مستقلة في كل موقع من المواقع الثلاثة المختارة. ولتحقيق هذا الهدف، تم استخدام معامل الارتباط بيرسون (Pearson's r) بوصفه الأداة الإحصائية الأنسب لقياس قوة واتجاه العلاقة بين متغيرين كميين مستمرين.

تم إدخال المتوسطات الحسابية الخاصة بكل من الرطوبة والمادة العضوية في برنامج التحليل الإحصائي SPSS، وذلك بعد التحقق من تجانس القراءات الثلاثية داخل كل موقع، والتي أظهرت انحرافات معيارية منخفضة تعزز من صدقية المتوسطات المستخدمة. تم تطبيق نموذج الارتباط الخطي البسيط لتحديد درجة العلاقة بين المتغيرين، إلى جانب حساب معامل التحديد (R²) الذي يبيّن نسبة التغير التفسيري بين الرطوبة والمادة العضوية، بالإضافة إلى اختبار الدلالة الإحصائية (Sig.) لتحديد مدى موثوقية النتائج.

الجدول (4): نتائج معامل بيرسون للعلاقة بين الرطوبة والمادة العضوية

معامل الارتباط (r)	معامل التحديد (R ²)	مستوى الدلالة (Sig.)	اتجاه العلاقة	قوة العلاقة
0.997	0.994	0.032	طردية موجبة	قوية جداً (Very strong)

أظهرت النتائج وجود علاقة طردية قوية جداً بين نسبة الرطوبة ومحتوى المادة العضوية في التربة، حيث بلغ معامل الارتباط (r = 0.997)، وهي قيمة تقترب من الواحد الصحيح، مما يدل على اقتران خطي شبه تام بين المتغيرين. كما أشار معامل التحديد

($R^2 = 0.994$) إلى أن 99.4% من التغيرات في أحد المتغيرين يمكن تفسيرها بالتغير في الآخر، وهو ما يدل على قوة العلاقة التفسيرية.

أما قيمة مستوى الدلالة ($Sig. = 0.032$)، فقد كانت أقل من الحد المقبول إحصائياً ($\alpha = 0.05$)، مما يشير إلى أن العلاقة بين المتغيرين ذات دلالة إحصائية واضحة، ويُستبعد أن تكون ناتجة عن الصدفة.

رابعاً: اختبار الفرضيات

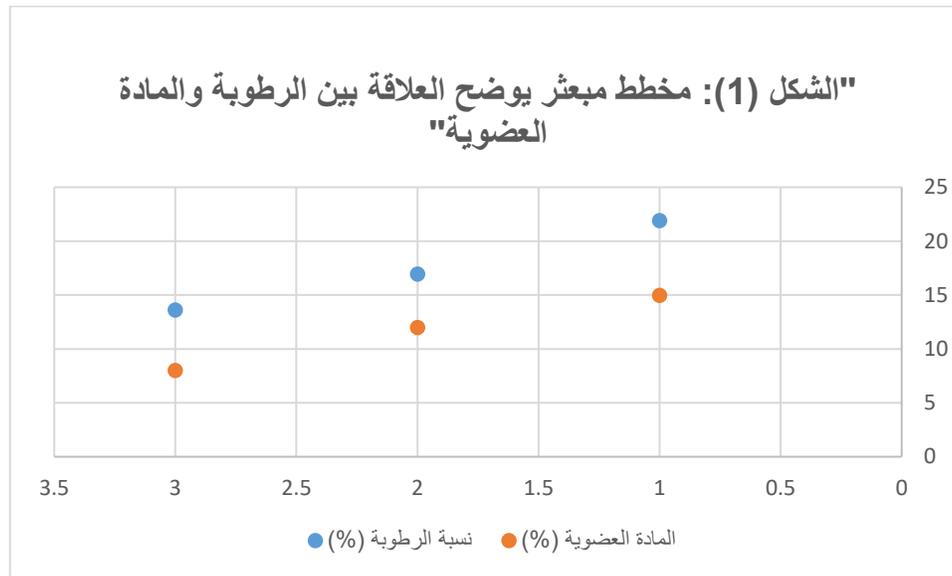
بُنيت هذه الدراسة على فرضيتين رئيسيتين تهدفان إلى اختبار العلاقة بين نسب رطوبة التربة ومحتواها من المادة العضوية في البيئة الساحلية. وقد تم تصميم الفرضيتين على النحو الآتي:

- **الفرضية الصفرية (H_0):** لا توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين نسبة الرطوبة ومحتوى المادة العضوية في تربة السواحل.
- **الفرضية البديلة (H_1):** توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين نسبة الرطوبة ومحتوى المادة العضوية في تربة السواحل.

ولغرض اختبار هاتين الفرضيتين، تم الاعتماد على نتائج معامل الارتباط بيرسون (r) التي تم استخراجها من التحليل الإحصائي السابق، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($r = 0.997$)، ومعامل التحديد ($R^2 = 0.994$)، كما بلغ مستوى الدلالة الإحصائية ($p = 0.032$).

بما أن مستوى الدلالة المحسوب أقل من القيمة الحدية المقبولة ($\alpha = 0.05$)، فإننا نقوم برفض الفرضية الصفرية (H_0)، وقبول الفرضية البديلة (H_1)، الأمر الذي يُثبت وجود علاقة ذات دلالة إحصائية قوية وإيجابية بين نسبة الرطوبة ومحتوى المادة العضوية في التربة.

تشير هذه النتيجة إلى أن التغير في أحد المتغيرين يترافق بشكل واضح مع تغير في المتغير الآخر، مما يعزز من القيمة التفسيرية للبيانات الإحصائية، ويدعم اعتماد النموذج الكمي المستخدم في توصيف العلاقة بين المتغيرات البيئية في التربة الساحلية.



الشكل (1) يوضح توزيع البيانات المستخلصة من المواقع الثلاثة، ويُظهر هذا الشكل تركّز النقاط على خط صاعد منتظم، مما

يُعزز من قوة العلاقة الطردية بين متغيري الدراسة. إذ يُلاحظ أن ارتفاع نسبة الرطوبة في التربة يقابله ارتفاع واضح في محتوى المادة العضوية، والعكس بالعكس، مما يعكس نمطاً خطياً قوياً يدعم النتائج الكمية المستخلصة من تحليل معامل الارتباط.

خامساً: النتائج

أسفرت التحليلات الميدانية والمخبرية، إلى جانب المعالجة الإحصائية للبيانات، عن مجموعة من النتائج الكمية التي توضح التباين في نسب الرطوبة والمادة العضوية في التربة الساحلية بمدينة الزاوية، وتبين العلاقة بين هذين المتغيرين في المواقع الثلاثة المختارة. وفيما يلي عرض منظم لأبرز النتائج التي تم التوصل إليها:

1. تباين نسب الرطوبة بين المواقع: سُجّلت أعلى نسبة رطوبة في الموقع الأول الأقرب إلى الساحل، بمتوسط (21.93%) وانحراف معياري (0.21)، ثم انخفضت إلى (16.96%) في الموقع الثاني، وانتهت إلى (13.63%) في الموقع الثالث الأبعد عن الساحل، بانحراف معياري (0.15). ويعكس هذا التدرج تأثير الرطوبة بعامل القرب من البحر.
2. تدرج محتوى المادة العضوية بطريقة موازية للرطوبة: سُجّل أعلى متوسط في الموقع الأول (14.97%) بانحراف معياري (0.21)، ثم في الموقع الثاني (12.00%)، وأدناه في الموقع الثالث (8.00%) بانحراف معياري (0.20)، ما يشير إلى نمط مشترك في التوزيع المكاني.
3. اتساق داخلي في القراءات الثلاثية لكل موقع: أظهرت القراءات الثلاثية المأخوذة من كل موقع تجانساً إحصائياً مقبولاً، كما دلّ عليه انخفاض قيم الانحراف المعياري، مما يعزز من دقة المتوسطات الحسابية المُعمّدة في التحليل.
4. وجود علاقة ارتباط قوية جداً بين الرطوبة والمادة العضوية: وفقاً لتحليل معامل بيرسون، تبين أن العلاقة بين المتغيرين طردية قوية جداً، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($r = 0.997$)، ومعامل التحديد ($R^2 = 0.994$)، وهو ما يشير إلى أن 99.4% من التغير في أحد المتغيرين يمكن تفسيره بالتغير في الآخر.
5. دلالة إحصائية واضحة للعلاقة: أظهر مستوى الدلالة ($p = 0.032$) أن العلاقة بين الرطوبة والمادة العضوية ليست عشوائية، بل تمثل ارتباطاً ذا مغزى إحصائي، ما يعزز من موثوقية النتائج وقابليتها للتعميم في سياقات بيئية مشابهة. تشير هذه النتائج مجتمعة إلى وجود نمط بيئي منظم لتوزيع الرطوبة والمادة العضوية في التربة الساحلية، يتأثر بعامل القرب من البحر، ويُظهر تكاملاً وظيفياً بين المتغيرين المدروسين، مما يُعد قاعدة صلبة للتحليل التفسيري في القسم التالي.

مناقشة النتائج

أظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة طردية قوية جداً وذات دلالة إحصائية بين نسبة الرطوبة ومحتوى المادة العضوية في تربة السواحل بمدينة الزاوية، وهو ما تؤكد قيمة معامل الارتباط ($r = 0.997$) ومعامل التحديد ($R^2 = 0.994$)، إضافة إلى انخفاض مستوى الدلالة الإحصائية ($Sig. = 0.032$)، مما يتيح رفض الفرضية الصفرية بثقة عالية. وتدل هذه المؤشرات مجتمعة على أن التغير في أحد المتغيرين يُرافقه تغير متناسب في المتغير الآخر، بما يعكس علاقة تفاعلية واضحة بين الرطوبة والمادة العضوية في النظام البيئي للتربة الساحلية.

يمكن تفسير هذه العلاقة من منظور بيئي ووظيفي، إذ تُسهم الرطوبة في تحفيز النشاط الميكروبي وزيادة معدل تحلل المواد العضوية، خاصة في الطبقة السطحية للتربة التي تتعرض باستمرار لتأثير العوامل المناخية. ومن ناحية أخرى، فإن وجود المادة العضوية في التربة يعمل على تحسين بنيتها وتعزيز قدرتها على الاحتفاظ بالماء، ما يخلق حلقة تفاعلية إيجابية بين العنصرين. هذا التفسير يتوافق مع ما أشار إليه Hudson (1994) بأن المادة العضوية تُعدّ من أهم العوامل المؤثرة في السعة الحقلية للتربة وفي قدرتها على الاحتفاظ بالماء.

وتُظهر نتائج هذه الدراسة انسجاماً ملحوظاً مع ما ورد في دراسة محمد (2021)، التي بيّنت أن محتوى الرطوبة في التربة يتأثر بموقعها الجغرافي وخصائصها الفيزيائية والمناخية، حيث تكون الرطوبة أكثر استقراراً في المناطق الرطبة القريبة من الساحل، وهو ما ينطبق على "الموقع الأول" في هذه الدراسة، الذي سجّل أعلى متوسط في الرطوبة والمادة العضوية معاً.

كما تتماشى هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة أبوراس وونيس وعيسى (2015) في جنوب الجبل الأخضر (ليبيا)، والتي أظهرت أن إجراءات حفظ التربة التي تحتفظ بالرطوبة تؤدي أيضاً إلى رفع المحتوى العضوي، مما يؤكد وجود ارتباط بيئي حقيقي بين هذين المتغيرين. ويُعزّز هذا الترابط أيضاً ما توصلت إليه دراسة وادي العين (2022)، والتي أكدت أن نمط الري (خصوصاً الري بالغمر) يُحدث تغيرات ملموسة في ملوحة التربة، ومحتواها الرطوبي، وبالتالي في كفاءة تراكم المادة العضوية.

من جهة أخرى، فإن التباين التدريجي بين المواقع الثلاثة يؤكد دور البُعد عن الساحل كعامل حاسم في توزيع خصائص التربة، حيث تنخفض نسب الرطوبة والمادة العضوية كلما ابتعدنا عن التأثير البحري المباشر. ويُمكن تفسير ذلك من خلال الانخفاض

التدريجي في الرطوبة الجوية، وتغير معدلات التبخر، وتناقص كثافة الغطاء النباتي، وهو ما يتفق مع الملاحظات البيئية الميدانية التي تم تسجيلها أثناء جمع العينات.

ويمكن القول إن قوة العلاقة الإحصائية المكتشفة لا تقتصر على القيمة العددية فقط، بل تحمل دلالات بيئية وزراعية عملية، إذ أن فهم هذه العلاقة يُسهّل التنبؤ بخصوبة التربة في البيئات الساحلية بناءً على أحد المتغيرين، كما يدعم تطوير استراتيجيات متكاملة لإدارة التربة تراعي التفاعل بين العوامل الفيزيائية والكيميائية بشكل متوازن. مع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن هذه العلاقة، رغم قوتها في السياق المحلي للدراسة، قد تتأثر في بيئات أخرى بعوامل إضافية مثل: نوع القوام، مستوى التملح، نمط استخدام الأرض، ونوعية الغطاء النباتي. ولذلك، تبقى الحاجة قائمة لإجراء دراسات مقارنة على نطاق أوسع جغرافياً وبيئياً، لتحديد مدى عمومية هذه العلاقة في مختلف أنواع التربة الساحلية.

الاستنتاجات

توصلت هذه الدراسة التطبيقية إلى مجموعة من الاستنتاجات العلمية المهمة حول العلاقة بين رطوبة التربة ومحتواها من المادة العضوية في البيئة الساحلية بمدينة الزاوية، يمكن تلخيصها على النحو الآتي:

1. توجد علاقة ارتباط طردية قوية جداً وذات دلالة إحصائية بين نسبة الرطوبة ومحتوى المادة العضوية في تربة السواحل، مما يدل على وجود تأثير متبادل بين المتغيرين في تكوين الخصائص البيئية للتربة.
2. أظهرت التحاليل أن الموقع الأقرب إلى الساحل يتمتع بأعلى نسب للرطوبة والمادة العضوية، في حين سجل الموقع الأبعد أدنى القيم، وهو ما يؤكد تأثير الموقع الجغرافي والتأثيرات المناخية البحرية على خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية.
3. تشير النتائج إلى أن زيادة الرطوبة تعزز من تحلل المواد العضوية وتراكمها في التربة، بينما تسهم المادة العضوية في تحسين بناء التربة ورفع كفاءتها في الاحتفاظ بالماء، مما يُبرز العلاقة التبادلية بين العنصرين.
4. تعكس النتائج أهمية اعتماد التحليل الكمي الدقيق والميداني لفهم ديناميات التربة في البيئات الساحلية، وتُظهر الحاجة إلى جمع بيانات مركبة تشمل الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتكوين صورة متكاملة عن خصوبة التربة.

التوصيات

في ضوء النتائج والاستنتاجات السابقة، توصي الدراسة بالآتي:

1. دمج ضرورة قياسات الرطوبة والمادة العضوية في خطط إدارة التربة الساحلية، لما لهما من تأثير مباشر على الإنتاجية الزراعية واستدامة التربة.
2. إجراء دراسات ميدانية مماثلة في مواقع ساحلية أخرى داخل ليبيا وخارجها، لمقارنة النتائج والتحقق من مدى تعميم العلاقة المكتشفة بين المتغيرين.
3. تشجيع استخدام المواد العضوية الطبيعية (كالسماذ العضوي والكمبوست) في المناطق ذات الرطوبة المنخفضة، لتحسين خصائص التربة وتعزيز قدرتها على الاحتفاظ بالماء.
4. إدراج مؤشرات الرطوبة والمادة العضوية ضمن برامج الرصد البيئي الزراعي في المناطق الساحلية، لتوجيه السياسات الزراعية ومشاريع الاستصلاح.

الخاتمة

تُعد التربة الساحلية مورداً طبيعياً حساساً ومتغيراً، تتداخل في تكوين خصائصه مجموعة من العوامل البيئية والمناخية والجيومورفولوجية. وقد جاءت هذه الدراسة لتسلط الضوء على جانب محدد من هذه الخصائص، وهو العلاقة بين نسبة الرطوبة ومحتوى المادة العضوية، من خلال دراسة تطبيقية دقيقة في نطاق ساحلي بمدينة الزاوية، حيث تم اعتماد منهج ميداني ومخبري متكامل، مدعوم بتحليل إحصائي كمي يهدف إلى توصيف العلاقة بين المتغيرين بموضوعية. أظهرت الدراسة بوضوح أن هناك ارتباطاً طردياً قوياً بين الرطوبة والمادة العضوية، وهو ما يؤكد طبيعة التفاعل الوظيفي بين العوامل الفيزيائية والكيميائية للتربة. وقد أتاحت هذه النتائج فهماً أعمق لديناميات التربة الساحلية، وساهمت في كشف دور الموقع الجغرافي والظروف المناخية في تشكيل الخصائص البيئية للتربة.

تأتي أهمية هذه الدراسة من كونها تُسهم في سد فجوة معرفية في الأدبيات البيئية الليبية، خاصة فيما يتعلق بتحليل التربة الساحلية باستخدام أدوات كمية ميدانية. كما أنها تفتح المجال أمام مزيد من الدراسات التي تربط بين مكونات التربة والعوامل المؤثرة فيها، وتدعو إلى تفعيل الربط بين البحث العلمي والتخطيط الزراعي والبيئي، بما يعزز من استدامة الموارد الطبيعية في المناطق الساحلية.

قائمة المراجع

1. أبوفايد، ع. ف. (2012). المادة العضوية في ترب المنطقة الغربية من ليبيا. *مجلة الجامعة - جامعة الجبل الغربي*.
https://uot.edu.ly/publication_item.php?pubid=860
 2. أبوراس، م.، & عبد الرحمن، ي. (2016). عمق التربة وعلاقته ببعض خصائصها بمنطقة الوسيطة، الجبل الأخضر، ليبيا. *مجلة المختار للعلوم*، 31(2)، 28638-54. <https://doi.org/10.54172/mjsc.v31i2.28638>
 3. أبوراس، م.، وونيس، أ.، & عيسى، م. (2015). مقارنة فعالية بعض إجراءات حفظ التربة بالمنحدرات الجنوبية للجبل الأخضر، ليبيا. *مجلة العلوم والدراسات الإنسانية*، 8(4)، 25-48. <https://doi.org/10.37376/1571-000-008-0041>
 4. إيعقوبي، ف. (2011). *تأثير الملوحة على تربة سهل الجفارة، ليبيا* (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة بانجور.
 5. زيتون، م.، & المغنيلي، ع. (2021). التباين المكاني والزمني لرطوبة التربة المقدر والمقيسة في شمال الأردن. *Dirasat: Human and Social Sciences*، 48(4)، بدون صفحات محددة.
 6. سلوم، محمد عبيد. (2019). *أساسيات التربة*. كلية الزراعة - جامعة الأنبار.
<https://www.uoanbar.edu.iq/eStoreImages/Bank/1159.pdf>
 7. فايد، ي. ع. (2010). *جغرافية المناخ والنبات*. دار النهضة العربية.
 8. فريق جامعة طبرق. (2022). دراسة خصائص ومشكلات التربة في وادي العين بهضبة الدفنة شمال شرق ليبيا. *مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية*، العدد 3، 55-80.
 9. منصور، ع. أ. س.، & أورى سيد، ع. (2021). ضوابط الاختلافات الجيومورفولوجية للسبخات الساحلية على الساحل الشرقي لخليج سرت فيما بين الدرسية (ظلمية) شرقاً والبريقة غرباً. *مجلة كلية الآداب (الزقازيق)*، 46(99)، 543-594.
- المراجع الأجنبية:**
10. Bird, J. A., Herman, D. J., & Firestone, M. K. (2011). Rhizosphere priming of soil organic matter by bacterial groups in a grassland soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(5), 951-958.
<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.01.015>
 11. Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The nature and properties of soils* (15th ed.). Pearson Education.
 12. Hudson, B. D. (1994). Soil organic matter and available water capacity. *Journal of Soil and Water Conservation*, 49(2), 189-194.
 13. Magdoff, F., & Van Es, H. (2009). *Building soils for better crops* (3rd ed.). Sustainable Agriculture Research and Education (SARE). <https://www.sare.org/publications/building-soils-for-better-crops/amount-of-organic-matter-in-soils/>
 14. Paul, E. A. (2014). *Soil microbiology, ecology and biochemistry* (4th ed.). Academic Press.
 15. Rawls, W. J., Pachepsky, Y. A., Ritchie, J. C., Sobecki, T. M., & Bloodworth, H. (2003). Effect of soil organic carbon on soil water retention. *Geoderma*, 116(1-2), 61-76.
 16. Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., & Denef, K. (2004). A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil & Tillage Research*, 79(1), 7-31. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.03.008>