تحليل اقتصادي لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين إنتاجية الزيتون

أ. عبد الناصر المبروك سليمان محمود-الهيئة الليبية للبحث العلمي.
المركز الليبي لأبحاث شجرة الزيتون - ترهونة

An economic analysis of the use of artificial intelligence to improve olive productivity.

Abd-elnasser Al-mabrouk Soliaman
Libyan Olive Tree Research Center

Abstract

This study presents an economic analysis of the use of artificial intelligence (AI) to improve olive productivity, focusing on practical applications such as neural networks, machine learning, and sensor-based data analysis. The study aims to evaluate the economic benefits compared to the costs, taking into account the technical and economic challenges, particularly in the Arab context. The study adopted a descriptive analytical approach based on a review of scientific literature and analysis of secondary data from Arabic and English studies. The results indicate that AI increases productivity by 20-50%, reduces waste by up to 60%, and enhances economic returns ($3,000-4,500/hectare) compared to traditional methods ($2,000-3,000/hectare). However, high initial costs ($10,000-100,000) pose a barrier to small farms. The economic benefits vary depending on farm size, with larger farms benefiting more due to economies of scale. Challenges include a lack of technical skills, limited infrastructure, and resistance to change. The study proposes recommendations such as providing government support, developing training programs, and encouraging agricultural cooperatives to facilitate the adoption of artificial intelligence. The study fills a gap in the Arabic literature, focusing on the potential application of global experiences in Arab countries.

Keywords: Artificial intelligence, productivity, olives, economic analysis.

الملخـــص:

تتناول هذه الدراسة تحليلًا اقتصاديًا لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين إنتاجية الزيتون، مع التركيز على التطبيقات العملية مثل الشبكات العصبونية، التعلم الآلي، وتحليل البيانات المستندة إلى أجهزة الاستشعار. تهدف الدراسة إلى تقييم الفوائد الاقتصادية مقارنة بالتكاليف، مع الأخذ في الاعتبار التحديات التقنية والاقتصادية،

خاصة في السياق العربي. اعتمدت الدراسة على منهج تحليلي وصفي يستند إلى مراجعة الأدبيات العلمية وتحليل البيانات الثانوية من دراسات عربية وإنجليزية. تشير النتائج إلى أن الذكاء الاصطناعي يزيد الإنتاجية بنسبة 20-50%، يقلل الفاقد بنسبة تصل إلى 60%، ويعزز العوائد الاقتصادية (3000-4500 دولار/هكتار) مقارنة بالأساليب التقليدية (2000-3000 دولار/هكتار). ومع ذلك، التكاليف الأولية المرتفعة (10,000-100,000 دولار) تشكل عائقًا أمام المزارع الصغيرة. تختلف الفوائد الاقتصادية باختلاف حجم المزرعة، حيث تستفيد المزارع الكبيرة أكثر بسبب اقتصاديات الحجم. التحديات تشمل نقص المهارات التقنية، محدودية البنية التحتية، ومقاومة التغيير. تقترح الدراسة توصيات مثل تقديم دعم حكومي، تطوير برامج تدريب، وتشجيع التعاونيات الزراعية لتسهيل تبني الذكاء الاصطناعي. تسد الدراسة فجوة في الأدبيات العربية، مع التركيز على إمكانية تطبيق التجارب العالمية في الدول العربية.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، إنتاجية، الزيتون، تحليل اقتصادي.

المقدمة:

يُعد الزيتون من المحاصيل الزراعية الأساسية في العديد من دول العالم، خاصة في منطقة البحر الأبيض المتوسط، حيث يشكل زيت الزيتون عنصرًا اقتصاديًا وثقافيًا هامًا. في السنوات الأخيرة، أدت التطورات التكنولوجية، وخاصة الذكاء الاصطناعي (AI)، إلى إحداث ثورة في القطاع الزراعي من خلال تحسين كفاءة الإنتاج، تقليل التكاليف، وزيادة الإنتاجية. يُستخدم الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الزراعية، مراقبة صحة المحاصيل، تحديد مراحل النضج، والتنبؤ بالمحصول، مما يساهم في اتخاذ قرارات أكثر دقة. في سياق إنتاج الزيتون، يمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة الزيت، تقليل الفاقد، وزيادة الربحية الاقتصادية للمزارعين.

تتناول هذه الدراسة تحليلًا اقتصاديًا لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين إنتاجية الزيتون، مع التركيز على التطبيقات العملية مثل الشبكات العصبونية، التعلم الآلي، وتحليل البيانات المستندة إلى أجهزة الاستشعار. يهدف البحث إلى تقييم الفوائد الاقتصادية لهذه التقنيات مقارنة بالطرق التقليدية، مع الأخذ في الاعتبار التكاليف الأولية، العوائد المتوقعة، والتحديات المرتبطة بتطبيق هذه التكنولوجيا. تستند الدراسة إلى مراجع علمية حديثة تتناول استخدام الذكاء الاصطناعي في الزراعة، مع تركيز خاص على إنتاج الزيتون وزيت الزيتون.

المشكلة البحثية:

على الرغم من أهمية الزيتون كمحصول اقتصادي، تواجه مزارع الزيتون تحديات متعددة، بما في ذلك ارتفاع تكاليف الإنتاج، تقلبات المناخ، الآفات الزراعية، والحاجة إلى تحسين جودة المنتج لتلبية متطلبات السوق العالمية. تعتمد العديد من مزارع الزيتون على أساليب تقليدية تفتقر إلى الكفاءة، مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية وزيادة الفاقد. في المقابل، يقدم الذكاء الاصطناعي حلولًا مبتكرة مثل تحليل البيانات الضخمة، مراقبة المحاصيل عبر الطائرات بدون طيار، وتحديد مراحل النضج بدقة، ولكن تطبيق هذه التقنيات يتطلب استثمارات كبيرة ومهارات فنية.

المشكلة البحثية تتمحور حول ما إذا كانت الفوائد الاقتصادية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في إنتاج الزيتون تفوق التكاليف المرتبطة به، وكيف يمكن قياس هذه الفوائد في سياق مزارع الزيتون ذات الأحجام المختلفة (صغيرة، متوسطة، كبيرة). بالإضافة إلى ذلك، هناك نقص في الدراسات العربية التي تتناول هذا الموضوع، مما يجعل من الضروري استكشاف التجارب العالمية وتطبيقها على السياق العربي.

أسئلة الدراسة:

1- ما هي التطبيقات الرئيسية للذكاء الاصطناعي في تحسين إنتاجية الزيتون وزيت الزيتون؟

2- ما هي التكاليف الأولية والتشغيلية لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مزارع الزيتون؟

3- كيف يمكن أن يساهم الذكاء الاصطناعي في تقليل تكاليف الإنتاج وزيادة العوائد الاقتصادية؟

4- ما هي التحديات التي تواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في مزارع الزيتون، خاصة في الدول العربية؟

5- هل تختلف الفوائد الاقتصادية للذكاء الاصطناعي باختلاف حجم المزرعة (صغيرة، متوسطة، كبيرة)؟

أهداف الدراسة:

1- تحديد التطبيقات العملية للذكاء الاصطناعي في تحسين إنتاجية الزيتون وزيت الزيتون.

2- تقييم التكاليف والفوائد الاقتصادية لاستخدام الذكاء الاصطناعي مقارنة بالأساليب التقليدية.
3- استكشاف التحديات التقنية والاقتصادية المرتبطة بتطبيق الذكاء الاصطناعي في مزارع الزيتون.
4- تقديم توصيات للمزارعين وصانعي السياسات لتعزيز استخدام الذكاء الاصطناعي في الزراعة.
5- توفير إطار تحليلي يمكن تطبيقه في السياق العربي لتحسين إنتاجية الزيتون.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في عدة جوانب:
- **اقتصاديـــــة:** تسهم في تحديد ما إذا كان الاستثمار في الذكاء الاصطناعي مجديًا اقتصاديًا لمزارعي الزيتون، مما يساعد في زيادة الربحية وتقليل التكاليف.
- **زراعيـــــة:** تساعد في تحسين جودة وكفاءة إنتاج الزيتون وزيت الزيتون، مما يعزز القدرة التنافسية في الأسواق العالمية.
- بيئية: يمكن أن يساهم الذكاء الاصطناعي في تقليل استهلاك الموارد (مثل المياه والمبيدات)، مما يدعم الاستدامة البيئية.
- **إقليميـــــة:** تقدم الدراسة رؤى للدول العربية التي تعتمد على الزيتون كمحصول رئيسي، مثل الأردن، تونس، وسوريا، حيث تفتقر هذه الدول إلى دراسات متخصصة في هذا المجال.
- **علميـــــة**: تسد الدراسة فجوة في الأدبيات العربية المتعلقة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة، مع التركيز على الزيتون.

الذكاء الاصطناعي في الزراعة:

يشـــير الذكاء الاصطناعي إلى تطوير أنظمة قادرة على أداء مهام تتطلب ذكاءً بشريًا، مثل التعلم، اتخاذ القرارات، وتحليل البيانات (قاصدي، 2022). في الزراعة، يُستخدم الذكاء الاصطناعي لتحسين إدارة المحاصيل، مراقبة التربة، والتنبؤ بالمحصول، مما يساهم في تحقيق الأمن الغذائي (قاصدي، 2022). تتضمن التطبيقات الرئيسية للذكاء الاصطناعي في الزراعة التعلم الآلي، الشبكات العصبونية، وتحليل البيانات الضخمة (طهار، 2023). تشير دراسة طهار (2023) إلى أن الذكاء الاصطناعي يعزز الكفاءة الزراعية من خلال أتمتة العمليات، تقليل استهلاك الموارد،

وتحسين جودة المنتجات الزراعية، مما يجعله أداة حيوية لتطوير الإنتاج الزراعي.

تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إنتاج الزيتـــون:

تشير الأدبيات إلى أن الذكاء الاصطناعي يُستخدم في عدة جوانب لتحسين إنتاجية الزيتون وزيت الزيتون:

تحليل البيانات الضخمة والتعلم الآلي: تستخدم الشبكات العصبونية لتحليل بيانات التربة، المناخ، وصحة الأشجار لتحسين إدارة المحاصيل. وفقًا لـ Lonetti et al. (2025)، تم تحليل 628 دراسة حول استخدام الشبكات العصبونية في إنتاج زيت الزيتون، حيث أظهرت النتائج تحسينات في الكفاءة وجودة الزيت بنسبة تصل إلى 30%. كما أشارت دراسة Christias & Mocanu (2021) إلى أن إطار التعلم الآلي يمكنه التنبؤ بأرباح مزارع الزيتون بدقة عالية بناءً على بيانات الإنتاج.

مراقبة المحاصيل: تستخدم الطائرات بدون طيار مع تقنيات الذكاء الاصطناعي للكشف عن الزيتون وتقدير المحصول. وفقًا لـ Karabatis et al. (2023)، يمكن استخدام البيانات الحقيقية أو الاصطناعية من الطائرات بدون طيار لتحديد مواقع الزيتون بدقة، مما يقلل الفاقد أثناء الحصاد بنسبة 15-20%.

تحديد النضج وجودة الزيت: تستخدم الشبكات العصبونية لتصنيف أصناف الزيتون وتحديد مراحل النضج. على سبيل المثال، أظهرت دراسة Aroca-Santos et al. (2016) أن الشبكات العصبونية قادرة على تمييز خلطات زيت الزيتون البكر والمكرر بدقة تصل إلى 95%. كذلك، طورت دراسة Binetti et al. (2017) نماذج لتصنيف زيوت الزيتون في إقليم أبوليا باستخدام بيانات NMR وNIR، مما ساهم في تحسين جودة المنتج.

مراقبة الجودة بأجهزة استشعار منخفضة التكلفة: أشارت دراسة Venturini et al. (2021) إلى أن أجهزة استشعار الفلورية المنخفضة التكلفة، مع تقنيات التعلم الآلي، يمكن أن تحل محل التحليلات الكيميائية التقليدية في تقييم جودة زيت الزيتون، مما يقلل التكاليف بنسبة تصل إلى 40%.

مكافحة الأمراض: أظهرت دراسة Anwar et al. (2025) أن الهياكل العصبونية الخارجية ذاتية الارتداد يمكن أن تساعد في التحكم في أمراض الزيتون، مما يقلل من استخدام المبيدات ويحسن الإنتاجية.

الجوانب الاقتصادية لاستخدام الذكاء الاصطناعي:

من الناحية الاقتصادية، يقدم الذكاء الاصطناعي فوائد كبيرة ولكنه يتطلب استثمارات

أولية مرتفعة. وفقًا لـ Testa et al. (2014)، فإن الابتكارات في إدارة مزارع الزيتون، مثل استخدام التقنيات الحديثة، تزيد الإنتاجية بنسبة 20-30% مقارنة بالأساليب التقليدية، ولكنها تتطلب تكاليف أولية تصل إلى 50,000 دولار للهكتار في المزارع الكبيرة. كما أشارت دراسة Christias & Mocanu (2021) إلى أن استخدام التعلم الآلي في توقع الأرباح يمكن أن يزيد العوائد الاقتصادية بنسبة 25% من خلال تحسين تخصيص الموارد.

ومع ذلك، تشير الأدبيات إلى تحديات اقتصادية، خاصة في الدول العربية. وفقًا لـ قاصدي (2022)، فإن نقص البنية التحتية التقنية وارتفاع تكاليف التكنولوجيا يعيقان تبني الذكاء الاصطناعي في الزراعة العربية. كما أشار طهار (2023) إلى أن المزارع الصغيرة، التي تشكل نسبة كبيرة في الدول العربية، تواجه صعوبات في تحمل التكاليف الأولية لأجهزة الاستشعار والبرمجيات.

منهجية الدراسة:

المنهج:

تعتمد الدراسة على منهج تحليلي وصفي يستند إلى مراجعة الأدبيات العلمية وتحليل البيانات الثانوية المتاحة من الدراسات المرجعية. تم استخدام التحليل الاقتصادي لتقييم تكاليف وفوائد تطبيق الذكاء الاصطناعي في مزارع الزيتون، مع التركيز على دراسات الحالة من مناطق مختلفة (مثل إيطاليا، سوريا، والبرازيل).

مصادر البيانات :

مراجع عربية: مثل دراسة قاصدي (2022) التي تناقش الزراعة الذكية في الدول العربية، وطهار (2023) التي تتناول تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الإنتاج الزراعي.

مراجع إنجليزية: تشمل دراسات مثل Lonetti et al. (2025) وSilva et al. (2015) التي تستعرض استخدام الشبكات العصبونية في إنتاج زيت الزيتون، و Testa et al. (2014) التي تحلل الجوانب الاقتصادية لإنتاج الزيتون.

بيانات اقتصادية: تم جمع بيانات من دراسات مثل Christias & Mocanu (2021) التي تقدم إطارًا لتوقع الأرباح باستخدام التعلم الآلي.

أدوات التحليل:

تحليل التكلفة والعائد (Cost-Benefit Analysis): لتقييم الجدوى الاقتصادية لتطبيق الذكاء الاصطناعي.

مقارنة الأداء: بين الأساليب التقليدية وتلك المعتمدة على الذكاء الاصطناعي، باستخدام بيانات من الدراسات المرجعية.

تحليل SWOT: لتحديد نقاط القوة، الضعف، الفرص، والتهديدات المرتبطة بتطبيق الذكاء الاصطناعي في مزارع الزيتون.

حدود الدراسة

ـ ندرة الدراسات العربية المتخصصة في تطبيق الذكاء الاصطناعي على الزيتون.

ـ الاعتماد على بيانات ثانوية قد لا تعكس بدقة السياقات المحلية في الدول العربية.

ـ افتقار بعض الدراسات إلى بيانات تفصيلية عن التكاليف التشغيلية لتقنيات الذكاء الاصطناعي.

نتائج الدراسة:

التطبيقات الرئيسية للذكاء الاصطناعي في إنتاج الزيتون

تشير الدراسات المرجعية إلى أن الذكاء الاصطناعي يُستخدم في عدة جوانب لتحسين إنتاجية الزيتون، منها:

ـ **تحليل البيانات الضخمة:** يستخدم التعلم الآلي لتحليل بيانات التربة، المناخ، وصحة الأشجار (Lonetti et al., 2025).

ـ **مراقبة المحاصيل:** تستخدم الطائرات بدون طيار وأجهزة الاستشعار مع الذكاء الاصطناعي للكشف عن الزيتون وتقدير المحصول (Karabatis et al., 2023).

ـ **تحديد النضـــج:** تستخدم الشبكات العصبونية لتصنيف أصناف الزيتون وتحديد مراحل النضج (Aroca-Santos et al., 2016; Binetti et al., 2017).

ـ **مراقبة الجـــودة:** يُستخدم الذكاء الاصطناعي لتقييم جودة زيت الزيتون باستخدام أجهزة استشعار منخفضة التكلفة (Venturini et al., 2021).

ـ **التنبؤ بالأرباح:** يساعد التعلم الآلي في توقع الأرباح بناءً على بيانات الإنتاج والتكاليف (Christias & Mocanu, 2021).

التحليل الاقتصادي

جدول 1: مقارنة التكاليف بين الأساليب التقليدية والذكاء الاصطناعي

الجانب	الأساليب التقليدية	الذكاء الاصطناعي
التكاليف الأولية	منخفضة (معدات يدوية، عمالة)	مرتفعة (أجهزة استشعار، برمجيات، تدريب)
تكاليف التشغيل	مرتفعة (عمالة، مبيدات، ماء)	منخفضة نسبيًا (أتمتة، دقة)

الإنتاجية (طن/هكتار)	2-4طن	3-6طن (زيادة 20-50%)
الفاقد (%)	15-25%	5-10%
العائد الاقتصادي (دولار/هكتار)	2000-3000	3000-4500

تشير البيانات المستخلصة من Testa et al. (2014) وChristias & Mocanu (2021) إلى أن تطبيق الذكاء الاصطناعي يزيد الإنتاجية بنسبة 20-50% مقارنة بالأساليب التقليدية، مع تقليل الفاقد بنسبة تصل إلى 60%. ومع ذلك، التكاليف الأولية المرتفعة (مثل شراء أجهزة الاستشعار والبرمجيات) قد تشكل عائقًا أمام المزارع الصغيرة. في المقابل، تكاليف التشغيل المنخفضة تجعل الذكاء الاصطناعي مجديًا اقتصاديًا على المدى الطويل.

جدول 2: تحليل SWOT لتطبيق الذكاء الاصطناعي في مزارع الزيتون

العامل	التفاصيل
نقاط القوة	-زيادة الإنتاجية وتحسين جودة الزيت.(Venturini et al., 2021)
	-تقليل استهلاك الموارد (قاصدي، 2022).
	-دقة في مراقبة المحاصيل.(Karabatis et al., 2023)
نقاط الضعف	-ارتفاع التكاليف الأولية.(Testa et al., 2014)
	-الحاجة إلى مهارات تقنية متقدمة.
	-محدودية الدراسات في السياق العربي (طهار، 2023).
الفرص	-زيادة الطلب العالمي على زيت الزيتون عالي الجودة.
	-دعم حكومي للزراعة الذكية في الدول العربية (قاصدي،.(2022
	-إمكانية تصدير التكنولوجيا إلى دول أخرى.
التهديدات	-تقلبات الأسعار في السوق العالمية.
	-نقص البنية التحتية التقنية في الدول العربية.
	-مقاومة المزارعين التقليديين للتغيير.

يُظهر تحليل SWOT أن نقاط القوة والفرص لاستخدام الذكاء الاصطناعي تفوق نقاط الضعف والتهديدات، خاصة في الدول التي تمتلك بنية تحتية مناسبة. ومع ذلك، تظل التكاليف الأولية ونقص المهارات التقنية تحديات كبيرة، خاصة في السياق العربي.

جدول 3: مقارنة الأداء الاقتصادي بين أحجام المزارع

حجم المزرعة	التكلفة الأولية (دولار)	العائد السنوي (دولار/هكتار)	فترة استرداد التكلفة (سنوات)
صغيرة (<5 هكتار)	10,000-20,000	2,500-3,500	7

متوسطة (5-20 هكتار)	20,000-50,000	3,000-4,500	6
كبيرة (>20 هكتار)	50,000-100,000	4,000-6,000	5

تشير البيانات المستخلصة من Testa et al. (2014) وChristias & Mocanu (2021) إلى أن المزارع الكبيرة تستفيد أكثر من تطبيق الذكاء الاصطناعي بسبب اقتصاديات الحجم، حيث تكون فترة استرداد التكلفة أقصر. المزارع الصغيرة تواجه تحديات أكبر بسبب التكاليف الأولية المرتفعة مقارنة بالعوائد.

التحديات :

1- التكاليف الأولية: شراء أجهزة الاستشعار، الطائرات بدون طيار، والبرمجيات يتطلب استثمارات كبيرة (Testa et al., 2014).

2- نقص المهارات: المزارعون في الدول العربية قد يفتقرون إلى المهارات التقنية اللازمة لتشغيل هذه التقنيات (قاصدي، 2022).

3- البنية التحتية: محدودية الوصول إلى الإنترنت والتقنيات الحديثة في المناطق الريفية (طهار، 2023).

4- مقاومة التغيير: المزارعون التقليديون قد يترددون في تبني تقنيات جديدة بسبب المخاطر المالية.

الاستنتاجات:

1- يُظهر الذكاء الاصطناعي إمكانيات كبيرة في تحسين إنتاجية الزيتون من خلال زيادة الكفاءة، تقليل الفاقد، وتحسين جودة الزيت.

2- الفوائد الاقتصادية للذكاء الاصطناعي تفوق التكاليف على المدى الطويل، خاصة في المزارع الكبيرة والمتوسطة.

3- التكاليف الأولية المرتفعة تشكل عائقًا رئيسيًا أمام المزارع الصغيرة، مما يتطلب دعمًا حكوميًا أو تعاونيًا.

4- هناك نقص في الدراسات العربية المتخصصة في تطبيق الذكاء الاصطناعي على الزيتون، مما يتطلب مزيدًا من البحث في السياق العربي.

5- التحديات التقنية والثقافية، مثل نقص المهارات ومقاومة التغيير، تؤثر على تبني الذكاء الاصطناعي في الدول العربية.

التوصيات:

1- دعم حكومي: يجب على الحكومات في الدول العربية تقديم إعانات مالية وتدريب تقني للمزارعين لتسهيل تبني الذكاء الاصطناعي.

2- تطوير البنية التحتية: تحسين الوصول إلى الإنترنت والتقنيات الحديثة في المناطق الريفية.

3- برامج تدريب: إنشاء برامج تدريبية لتعليم المزارعين كيفية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي.

4- تعاونيات زراعية: تشجيع المزارع الصغيرة على تشكيل تعاونيات لتوزيع تكاليف الاستثمار في الذكاء الاصطناعي.

5- بحوث إضافية: إجراء دراسات محلية في الدول العربية لتقييم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إنتاج الزيتون.

6- تطوير تقنيات منخفضة التكلفة: العمل على تطوير أجهزة استشعار وبرمجيات بأسعار معقولة لتناسب المزارع الصغيرة.

7- التسويق العالمي: الاستفادة من تحسين جودة زيت الزيتون لتعزيز التصدير إلى الأسواق العالمية.

المراجـــــــــع:

قاصدي، فايزة. (2022)، الزراعة الذكية كأداة حتمية لتحقيق الأمن الغذائي في الدول العربية، مجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية، 1(5):380-357.

طهار، ناصر. (2023)، أهمية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الانتاج الزراعي، مؤتمر التخصص الاقيلمي في الانتاج الزراعي وتثمين المنتجات الغذائية المحلية كاستراتجية لترقية الصادرات الغذائية وتحقيق الامن الغذائي المستدام، الجزائر.

Lonetti, F., Martelli, F., & Resta, G. (2025). Artificial neural networks applied to olive oil production and characterization: A systematic review. Intelligent Systems with Applications, 200525.

Silva, S. F., Anjos, C. A. R., Cavalcanti, R. N., & dos Santos Celeghini, R. M. (2015). Evaluation of extra virgin olive oil stability by artificial neural network. Food chemistry, 179, 35-43.

Aroca-Santos, R., Cancilla, J. C., Pariente, E. S., & Torrecilla, J. S. (2016). Neural networks applied to characterize blends containing refined and extra virgin olive oils. Talanta, 161, 304–308. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.08.033

Ordukaya, E., & Karlik, B. (2017). Quality control of olive oils using machine learning and electronic nose. Journal of Food Quality, 2017(1), 9272404.

Testa, R., Di Trapani, A. M., Sgroi, F., & Tudisca, S. (2014). Economic analysis of process innovations in the management of olive farms. American Journal of Applied Sciences, 11(9), 1486.

Christias, P., & Mocanu, M. (2021). A Machine Learning Framework for Olive Farms Profit Prediction. Water, 13(23), 3461. https://doi.org/10.3390/w13233461

Anwar, N., Raja, M. A. Z., Kiani, A. K., Ahmad, I., & Shoaib, M. (2025). Autoregressive exogenous neural structures for synthetic datasets of olive disease control model with fractional Grünwald-Letnikov solver. Computers in Biology and Medicine, 187, 109707.

Karabatis, Y., Lin, X., Sanket, N. J., Lagoudakis, M. G., & Aloimonos, Y. (2023, October). Detecting olives with synthetic or real data? olive the above. In 2023 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) (pp. 4242-4249). IEEE.

Binetti, G., Del Coco, L., Ragone, R., Zelasco, S., Perri, E., Montemurro, C., Valentini, R., Naso, D., Fanizzi, F. P., & Schena, F. P. (2017). Cultivar classification of Apulian olive oils: Use of artificial neural networks for comparing NMR, NIR and merceological data. Food chemistry, 219, 131–138. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.041

Venturini, F., Sperti, M., Michelucci, U., Herzig, I., Baumgartner, M., Caballero, J. P., Jimenez, A., & Deriu, M. A. (2021). Exploration of Spanish Olive Oil Quality with a Miniaturized Low-Cost Fluorescence Sensor and Machine Learning Techniques. Foods, 10(5), 1010. https://doi.org/10.3390/foods10051010