# الطحالب الدقيقة، وظاهرة الأليلوباثي، والستيلبينات النباتية: استراتيجية بيئية مستدامة وواعدة لتعزيز مقاومة نباتات الذرة لدودة الحشد الخريفية (*Spodoptera frugiperda*)

# Microalgae, Allelopathy, and Plant Stilbenes: A Promising Eco-Friendly and Sustainable Strategy for Enhancing Maize Resistance Against the Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*)

**Prepared by**

**Dr. Doaa Ahmed Soliman**

**Supervised by**

**Prof. Dr. Mohammed Fathey Salem**

## مقدمة

تُعد دودة الحشد الخريفية (*Spodoptera frugiperda*) من أخطر الآفات الحشرية الغازية التي تهدد الأمن الغذائي والإنتاج الزراعي على مستوى العالم، وذلك لما تمتلكه من قدرة عالية على التكاثر، وسرعة الانتشار، واتساع نطاق العوائل النباتية التي تتغذى عليها، والتي تتجاوز 350 نوعًا نباتيًا، من أهمها الذرة الشامية، والذرة الرفيعة، والأرز، والقمح، وقصب السكر، والقطن، وفول الصويا، والعديد من محاصيل الخضر. وتهاجم اليرقات النباتات في مختلف مراحل نموها، حيث تتغذى بشراهة على الأوراق والقمم النامية والكيزان، مسببةً ثقوبًا وتمزقات واسعة تقلل من كفاءة عملية البناء الضوئي، وتؤدي إلى انخفاض جودة وإنتاجية المحصول، وقد تصل الخسائر الاقتصادية في بعض الحالات إلى نسب مرتفعة إذا لم تُتخذ إجراءات المكافحة المناسبة.

موطن دودة الحشد الخريفية الأصلي هو المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية في القارتين الأمريكيتين، إلا أنها انتشرت خلال السنوات الأخيرة بصورة سريعة إلى القارة الإفريقية ثم آسيا نتيجة قدرتها الكبيرة على الطيران

لمسافات طويلة وانتقالها عبر التجارة الدولية. وفي مصر، تم تسجيل ظهورها لأول مرة عام 2019، لتصبح خلال فترة قصيرة من أهم الآفات التي تهدد زراعة الذرة والمحاصيل الحقلية، خاصة مع ملاءمة الظروف المناخية لتكاثرها وتعدد عوائلها النباتية، مما استدعى تكثيف برامج الرصد والمكافحة للحد من انتشارها.

واعتمدت برامج المكافحة التقليدية بصورة كبيرة على المبيدات الكيميائية، إلا أن الاستخدام المكثف والمتكرر لهذه المبيدات أدى إلى ظهور العديد من المشكلات، من أهمها تطور المقاومة لدى الحشرة، وتلوث البيئة، والإضرار بالكائنات النافعة مثل الأعداء الحيوية والملقحات، بالإضافة إلى احتمالية وجود متبقيات للمبيدات في المنتجات الزراعية، وهو ما يتعارض مع متطلبات الزراعة المستدامة والإنتاج العضوي.

لذلك اتجهت الأبحاث الحديثة إلى البحث عن بدائل آمنة وصديقة للبيئة تعتمد على المركبات الطبيعية ذات النشاط الحيوي، ويأتي في مقدمتها الطحالب الدقيقة والسيانوبكتيريا، لما تمتلكه من قدرة على إنتاج طيف واسع من المركبات الثانوية النشطة بيولوجيًا، مثل الفينولات، والتربينات، والقلويدات، والببتيدات، والأحماض الدهنية، والمركبات الأليلوكيميائية، التي أظهرت كفاءة في تثبيط نمو العديد من الآفات والحشرات ومسببات الأمراض النباتية، إلى جانب دورها في تحسين نمو النبات وزيادة قدرته على تحمل الإجهادات الحيوية وغير الحيوية.

كما تُعد مركبات الستيلبينات (Stilbenes) من أهم المركبات الدفاعية الطبيعية التي تنتجها النباتات استجابةً للإصابة بالحشرات أو مسببات الأمراض، وتُعرف بأنها فيتوألكسينات (Phytoalexins) تمتلك خصائص مضادة للفطريات والبكتيريا والحشرات، حيث تعمل على إعاقة نمو الكائنات الممرضة، وتقليل كفاءة تغذية الحشرات، وتحفيز الاستجابات الدفاعية داخل النبات، مما يجعلها من المركبات الواعدة في استراتيجيات المكافحة الحيوية الحديثة.

وانطلاقًا من هذه المعطيات، تركز هذه النشرة العلمية على استعراض أخطار دودة الحشد الخريفية وتأثيرها على المحاصيل الزراعية، مع تسليط الضوء على الإمكانات الواعدة للطحالب الدقيقة والسيانوبكتيريا ومركبات الستيلبينات كبدائل طبيعية ومستدامة للمبيدات الكيميائية، بما يتوافق مع

مبادئ الزراعة العضوية ويحقق إدارة متكاملة وآمنة للآفات، ويسهم في الحفاظ على الإنتاج الزراعي والبيئة في آنٍ واحد.

**ما هي دودة الحشد الخريفية؟**

تُعد دودة الحشد الخريفية (*Spodoptera frugiperda*) من أخطر الآفات التي تصيب الذرة، حيث تتغذى اليرقات على الأوراق والقمم النامية، مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية وخسائر اقتصادية كبيرة.

## ماذا يحدث للنبات عند الإصابة؟

عند مهاجمة اليرقات لنبات الذرة يحدث ما يلي:

- تمزق أنسجة الورقة.
- خروج محتويات الخلايا.
- تكوين أنواع الأكسجين التفاعلية.(ROS)
- تنشيط الإشارات الدفاعية داخل النبات.
- زيادة إنتاج المركبات الدفاعية الطبيعية.

## ما هي الطحالب الدقيقة؟

الطحالب الدقيقة كائنات دقيقة قادرة على إنتاج العديد من المركبات الحيوية، وتستخدم في الزراعة العضوية باعتبارها:

- أسمدة حيوية.
- محفزات لنمو النبات.
- منشطات للمقاومة الطبيعية.
- مصدرًا لمركبات المكافحة الحيوية.

## ما هي الأليلوباثي؟

الأليلوباثي هي ظاهرة حيوية تقوم فيها الكائنات الحية بإفراز مركبات كيميائية تؤثر في نمو أو نشاط الكائنات الأخرى.

وتنتج الطحالب الدقيقة عدة مركبات أليلوباثية أهمها:

- المركبات الفينولية.
- الأحماض الدهنية الحرة.
- القلويدات.
- الألدهيدات.
- الببتيدات.

---

## كيف تساعد الطحالب الدقيقة في مقاومة دودة الحشد؟

### أولًا: التأثير غير المباشر

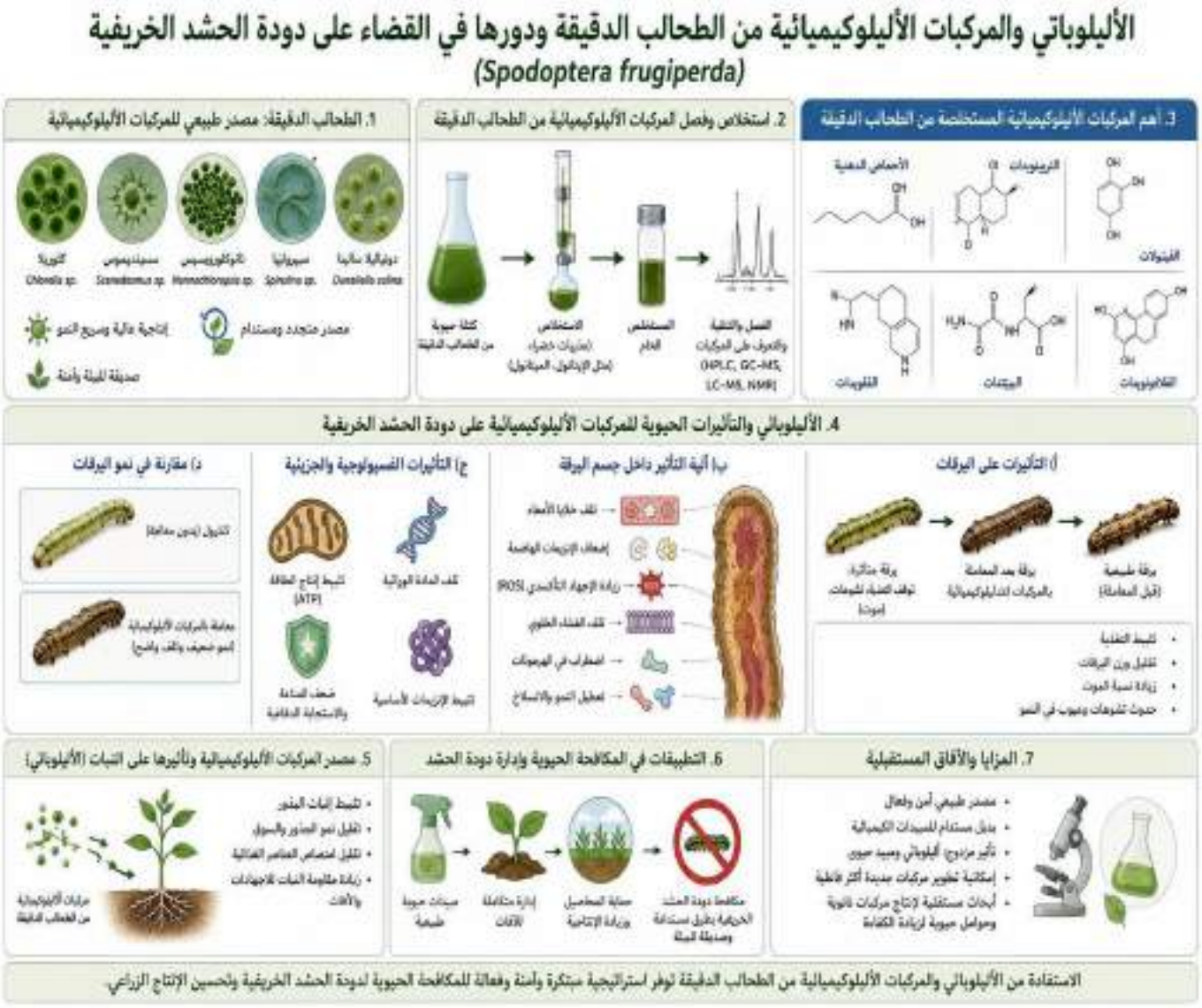
تعمل مستخلصات الطحالب على:

- تنشيط جهاز الدفاع النباتي.
- تحفيز إنتاج الفينولات.
- زيادة تكوين الستيلبينات.
- تنشيط مسار حمض الياسمين.(Jasmonic Acid)
- رفع قدرة النبات على تحمل الإصابة.

### ثانيًا: التأثير المباشر على اليرقات

تشير الدراسات إلى أن بعض مستخلصات الطحالب قد:

- تقلل شهية اليرقات.
- تبطئ نموها.
- تزيد الإجهاد التأكسدي داخل جسمها.
- تؤثر في بعض الإنزيمات الهاضمة.




## أهمية الطحالب الدقيقة في الزراعة العضوية

## تساهم الطحالب الدقيقة في:

- تحسين خصوبة التربة.
- تنشيط الكائنات الدقيقة النافعة.
- تعزيز نمو النبات.
- تقليل الاعتماد على المبيدات الكيميائية.
- دعم برامج المكافحة الحيوية والإدارة المتكاملة للآفات.

# ما هي الستيلبينات؟

الستيلبينات (Stilbenes) هي مجموعه من المركبات الفينولية الثانوية التي تنتجها بعض النبتات استجابة للإجهادات الحيوية او للإجهادات غير الحيوية مثل: الأشعة فوق البنفسجية والحفاف، وتعد هذه المركبات جزءًا من نظام الدفاع الطبيعي للنبات، ويُعد **الريسفيراترول (Resveratrol)** أشهر مركبات الستيلبينات.

## أهم وظائفها:

- تقليل الإجهاد التأكسدي.
- حماية الأغشية الخلوية.
- حماية البروتينات والإنزيمات.
- تعزيز مقاومة النبات للإصابة.

**اهم النباتات المنتجة للستيلبينات:-**
تشمل النباتات الغنية بالستيلبينات:

- العنب (Vitis vinifera
- الفول السوداني Arachis hypogaea
- الصنوبر .Pinus spp
- الذرة الرفيعه Sorghum bioclor

**ما العوامل التي تحفز انتاج الستيلبينات؟**
يزداد إنتاج الستيلبينات عند تعرض النبات الى:

**الاجهادات الحيوية:**

- الإصابة بالفطريات الممرضة.
- هجوم الحشرات.
- غزو مسببات الامراض

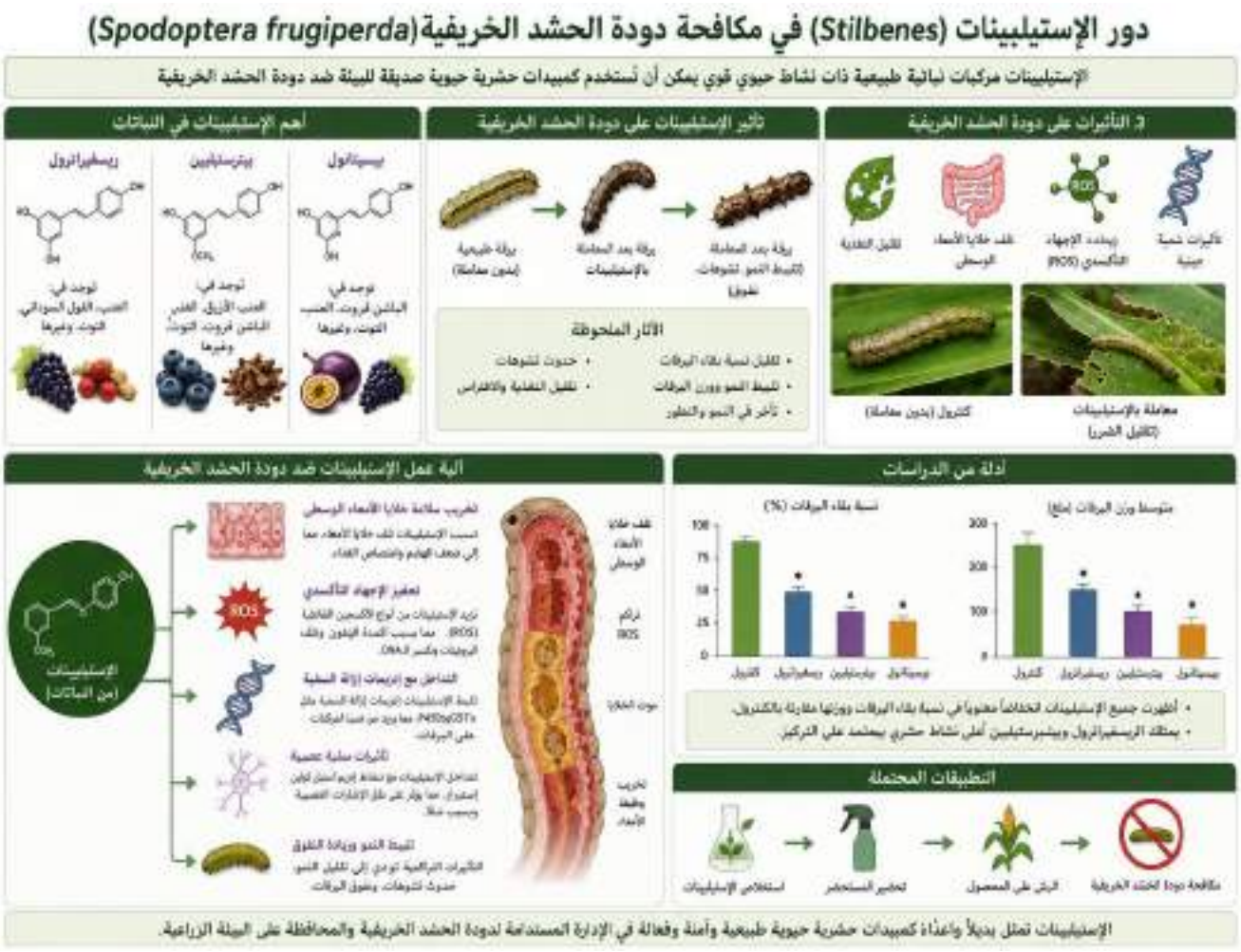
**الاجهادات غير الحيوية:**

- الأشعة فوق البنفسجية UV
- ايونات الالمونيوم
- بعض الهرمونات النباتية مثل: ميثيل الجاسمونات والايثيلين

**دور الستيلبينات في مقاومة الحشرات:**
لا تقتصر وظيفه الستيلبينات على مقاومة مسببات الامراض، بل تمتد ايضا الى الحشرات العاشبة.
فقد أظهرت الدراسات ان بعض مركبات الستيلبين:

- تقلل من تغذية الحشرات على النبات.
- تثبط نمو اليرقات
- تؤثر في تطور بعض الآفات الحشرية

ومن الأمثلة المهمة ان الستيلبينات المستخلصة من بعض النباتات اظهرت قدرة على: تثبيط نمو دودة الحشد الخريفية وهي من اخطر الآفات التي تصيب الذرة.




## خلاصة النشرة العلمية

توضح هذه النشرة أن دودة الحشد الخريفية تُعد من أخطر الآفات التي تهدد محصول الذرة والعديد من المحاصيل الاقتصادية، لما تسببه من خسائر كبيرة في الإنتاج، إلى جانب التحديات الناتجة عن الاعتماد المتزايد على المبيدات الكيميائية وما يترتب عليه من مقاومة الحشرة وتلوث البيئة.

وتستعرض النشرة الدور الواعد للطحالب الدقيقة والسيانوبكتيريا كبدائل طبيعية في برامج المكافحة الحيوية، إذ تسهم في تنشيط دفاعات النبات الطبيعية، وإنتاج مركبات أليلوكيميائية ذات نشاط حيوي، بالإضافة إلى تحسين نمو النبات وزيادة قدرته على تحمل الإجهادات المختلفة. كما تشير إلى أن هذه المستخلصات قد تؤثر مباشرةً في يرقات دودة الحشد من خلال تقليل تغذيتها وإبطاء نموها.

وتبرز النشرة أيضًا أهمية مركبات الستيلبينات، وهي مركبات دفاعية طبيعية ينتجها النبات استجابةً للإصابة بالحشرات أو مسببات الأمراض، حيث تعمل على تعزيز مقاومة النبات، وتقليل الضرر التأكسدي، وإعاقة نمو بعض الآفات، مما يجعلها عنصرًا مهمًا في استراتيجيات المكافحة المستدامة.

وفي ضوء ما سبق، تؤكد النشرة أن توظيف الطحالب الدقيقة والسيانوبكتيريا، إلى جانب تحفيز إنتاج المركبات الدفاعية الطبيعية مثل الستيلبينات، يمثل نهجًا علميًا واعدًا لدعم الإدارة المتكاملة لدودة الحشد الخريفية، بما يتوافق مع مبادئ الزراعة العضوية ويُسهم في تحقيق إنتاج زراعي أكثر استدامة مع الحفاظ على صحة الإنسان والبيئة.

## References:-


1. Casanova, M., et al. (2023). Microalgae and cyanobacteria as biostimulants and biopesticides in sustainable agriculture. Plants, 12, 1884.
2. Chaïb, S., Pistevos, J. C. A., Bertrand, C., & Bonnard, I. (2021). **Allelopathy and allelochemicals from microalgae: An innovative source for bio-herbicidal compounds and biocontrol research.** *Algal Research, 54*, 102213. https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102213
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *Global Action for Fall Armyworm Control.* https://www.fao.org/fall-armyworm
4. Chaïb, I., et al. (2021). *Microalgae as potential biocontrol agents in sustainable agriculture.* Algal Research, 54, 102213.
5. Chaïb, I., et al. (2021). *Microalgae as potential biocontrol agents in sustainable agriculture.* Algal Research, 54, 102213.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). *FAO and Ministry of Agriculture sign agreement to monitor and manage Fall Armyworm in Egypt.* https://www.fao.org/egypt/news/detail/FAO-and-MALR-sign-agreement-to-use-monitor-and-manage-the-early-warning-system-for-the-Fall-Armyworm
7. International Plant Protection Convention (IPPC). (2019). *Report of first detection of Spodoptera frugiperda (Fall Armyworm) in Egypt.* https://www.ippc.int/en/countries/egypt/pestreports/2019/06/report-of-first-detection-of-spodoptera-frugiperda-fall-armyworm-faw-in-egypt
8. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). (2019). *First report of Spodoptera frugiperda in Egypt.* EPPO Reporting Service No. 07, Article 2019/136. https://gd.eppo.int/reporting/article-6566
9. Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., & Tamo, M. (2016). *First report of outbreaks of the fall armyworm Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa.* PLoS ONE, 11(10), e0165632.
10. War, A. R., Paulraj, M. G., Ahmad, T., Buhroo, A. A., Hussain, B., Ignacimuthu, S., & Sharma, H. C. (2012). Mechanisms of plant defense against insect herbivores. Plant Signaling & Behavior, 7(10), 1306–1320.
11. Casmuz, A., Juárez, M. L., Socías, M. G., Murúa, M. G., Prieto, S., Medina, S., Willink, E., & Gastaminza, G. (2010). Review of the host plants of fall armyworm, Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 69(3–4), 209–231.
12. Chong, J., Poutaraud, A., & Hugueney, P. (2009). **Metabolism and roles of stilbenes in plants.** *Plant Science, 177*(3), 143–155. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2009.05.012
13. Chong, J., Poutaraud, A., & Hugueney, P. (2009). *Metabolism and roles of stilbenes in plants.* Plant Science, 177(3), 143–155.
14. Maffei, M. E., Mithöfer, A., & Boland, W. (2007). *Before gene expression: Early events in plant–insect interaction.* Trends in Plant Science, 12(7), 310–316.