القسم: المكائن والآلات الزراعية
المرحلة: الرابعة
المحاضرة: 10

د. أحمد عبطان الجميلي ahmedabtan@tu.edu.iq

المادة: معدات وقاية
الموضوع: معايرة معدات الرش
التاريخ: 7-12-2025

المبيدات في البيئة
Pesticides in the Environment

يتشارك مُستخدمو المبيدات والجمهور مخاوفهم بشأن كيفية تأثيرها على البيئة. في البداية، كانت المخاطر على البشر هي السبب الرئيسي وراء قرار وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPAبتصنيف مبيدٍ ما كمنتجٍ مُقيد الاستخدام. أما الآن، فتُدرج المزيد من ملصقات المبيدات الآثار البيئية (مثل تلوث المياه الجوفية أو سميتها للطيور أو الكائنات المائية) كأسبابٍ لتقييد الاستخدام. لتسجيل مبيداتٍ جديدة، تُلزم وكالة حماية البيئة المُصنّعين بإجراء اختباراتٍ بيئيةٍ مُكثفة. كما تُراجع الوكالة الآثار البيئية عند إعادة تقييم تسجيلات المبيدات الحالية.

1

البيئة *The Environment*:

- تشمل البيئة كل ما يحيط بنا. وهي لا تشمل فقط العناصر الطبيعية التي تتبادر إلى الذهن عادةً عند ذكر كلمة "بيئة"، بل تشمل أيضًا الناس، والأجزاء الصناعية من عالمنا، والمناطق الداخلية التي نعيش ونعمل فيها.
- البيئة هي الهواء، والتربة، والماء، والنباتات، والحيوانات، والمنازل، والمطاعم، ومباني المكاتب، والمصانع، وكل ما تحتويه. يجب على أي شخص يستخدم مبيدًا حشريًا - سواءً داخل المنزل أو خارجه، في مدينة أو مزرعة - أن يُراعي تأثير هذا المبيد على البيئة.
- يجب على مستخدمي المبيدات طرح ثلاثة أسئلة:
  1. أين سيذهب المبيد بعد مغادرته عبوته أو معداته؟
  2. ما هي الآثار التي قد يُخلّفها هذا المبيد على المواقع غير المستهدفة التي قد يصل إليها؟
  3. ما الذي يُمكنني فعله لتقليل الآثار الضارة؟

2

خصائص المبيدات الحشرية:
لفهم كيفية انتقال المبيدات في البيئة، يجب أولاً فهم بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمبيدات، وكيفية تحديد تفاعلها مع البيئة. هذه الخصائص هي قابلية الذوبان solubility، والامتزاز adsorption، والثبات persistence، والتقلب volatility.

قابلية الذوبان *solubility*
الذوبانية هي مقياس لقدرة المبيد على الذوبان في مذيب، عادةً الماء. تذوب المبيدات عالية الذوبان في الماء بسهولة. هذه المنتجات أكثر عرضة من المبيدات الأقل ذوبانًا للتحرك مع الماء في الجريان السطحي أو عبر التربة.

الامتزاز *adsorption*
الامتزاز هو العملية التي يرتبط بها المبيد بجزيئات التربة. يحدث الامتزاز بسبب التجاذب بين المادة الكيميائية وجزيئات التربة. عادةً ما تنجذب المبيدات القابلة للذوبان في الزيت إلى جزيئات الطين والمواد العضوية في التربة أكثر من المبيدات القابلة للذوبان في الماء. كذلك، تُمتَص جزيئات المبيدات ذات الشحنة الموجبة بإحكام على جزيئات التربة سالبة الشحنة. المبيد الذي يُمتَص على جزيئات التربة يكون أقل عرضة للانتقال من موقع الرش من المبيد الذي لا يُمتَص على التربة بإحكام.

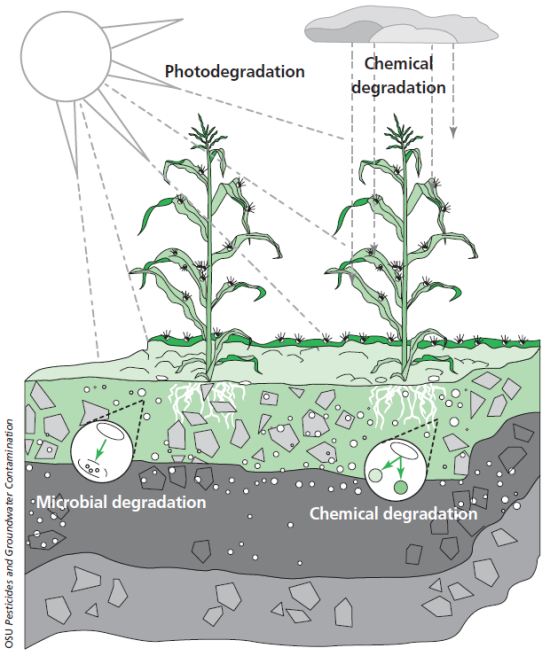
3

خصائص المبيدات الحشرية:
والثبات *persistence*
الثبات هو قدرة المبيد على البقاء حاضرًا ونشطًا في شكله الأصلي لفترة طويلة قبل أن يتحلل. يُوصف ثبات المادة الكيميائية من خلال "عمر النصف": وهو مقياس مقارن للوقت اللازم لتحلل المادة الكيميائية (تحللها). كلما طال عمر النصف، زادت ثبات المبيد.

يُطلق على المبيد الذي يبقى في البيئة بعد الاستخدام أو الانسكاب اسم "البقايا". أحيانًا تكون البقايا مرغوبة لأنها توفر مكافحة طويلة الأمد للآفات وتقلل من الحاجة إلى تكرار الاستخدام. ومع ذلك، يمكن لبعض المبيدات الحشرية الثابتة أن تضر بالنباتات أو الحيوانات الحساسة، بما في ذلك البشر. لذلك، من المهم للغاية منع مبيدات الآفات الثابتة من الانتقال خارج الموقع من خلال سوء المناولة، أو التطبيق، أو الانجراف، أو الترشيح، أو الجريان السطحي.

إلى جانب كونها تُشكل خطرًا على الأشخاص والحيوانات غير المستهدفة التي تدخل منطقة مُعالجة، فإن استخدام مبيدات الآفات الثابتة قد يُنتج بقايا غير قانونية على المحاصيل الغذائية أو العلفية الدورية. لحماية المستهلكين، توجد حدود قانونية لكمية البقايا التي يُمكن أن تبقى على المنتجات المُباعة كأغذية أو أعلاف. تحقق من الملصق للاطلاع على بيانات حول ثبات المبيد وقيود إعادة الزراعة. يرتبط معدل تحلل المبيد بثباته.

4



الشكل 7.1 تحطم المبيدات الحشرية في البيئة

تحلل المبيدات:

تتحلل مركبات المبيدات من خلال عدة عمليات إلى مواد كيميائية أبسط، وغالبًا ما تكون أقل سمية. تتحلل بعض المبيدات بسرعة كبيرة في غضون أيام أو حتى ساعات. بينما يبقى بعضها الآخر في البيئة لمدة عام أو أكثر.

تتحلل المبيدات من خلال العمليات التالية (الشكل 7.1):

- **التحلل الكيميائي:** تحلل المواد الكيميائية التي لا تتضمن كائنات حية، وعادةً ما يتم ذلك عن طريق تفاعل كيميائي مع الماء.
- **التأثير الميكروبي:** تحلل المواد الكيميائية بواسطة الكائنات الدقيقة في التربة، مثل الفطريات أو البكتيريا.
- **التحلل الضوئي:** تحلل المواد الكيميائية استجابةً لأشعة الشمس.
- يؤثر كل من الماء ودرجة الحرارة على تحلل المبيدات. يمكن أن تزيد الظروف الدافئة والرطبة من سرعة تحلل المبيدات؛ بينما تُبطئ الظروف الباردة والجافة عملية التحلل.

التطاير:

التطاير هو ميل المبيد إلى التحول إلى غاز أو بخار. بعض المبيدات أكثر تطايرًا من غيرها. يزداد احتمال التطاير مع ارتفاع درجات الحرارة والرياح. ويزداد احتمال التطاير أيضًا في ظروف انخفاض الرطوبة النسبية، لأن التبخر يزداد في الظروف الأكثر جفافًا.

كيف تنتقل المبيدات الحشرية في البيئة:

قد تنتقل المبيدات من موقع التطبيق المستهدف بعدة طرق:

1. في الهواء،
2. وفي الماء،
3. وملتصقة بجزيئات التربة،
4. وعلى الأجسام أو داخلها

(انظر الشكل 7.2).

الحركة في الهواء

يُطلق على حركة المبيدات بعيدًا عن موقع التطبيق بفعل الرياح أو تيارات الهواء اسم "**الانجراف** *Drift*". عادةً ما يكون الأشخاص الذين يخلطون المبيدات ويحملونها ويطبقونها في الهواء الطلق على دراية بسهولة انجرافها خارج الموقع. أما أولئك الذين يتعاملون مع المبيدات في الداخل فقد لا يدركون مدى سهولة انتقال بعض المبيدات خارج الموقع في تيارات الهواء الناتجة عن أنظمة التهوية وأنظمة التدفئة والتبريد بالهواء القسري. قد تنتقل المبيدات خارج الموقع على شكل قطرات رش، أو أبخرة، أو غبار، أو جزيئات صلبة، وحتى على جزيئات التربة المتطايرة.

الحركة في الماء

تتم معظم حركة المبيدات في الماء إما عن طريق الحركة السطحية من الموقع المُعالج (الجريان السطحي) أو الحركة السفلية عبر التربة (الرشح). قد يحدث الجريان السطحي والرشح عند:

1. وضع أو سكب كمية كبيرة من المبيدات على السطح.
2. نقل كميات كبيرة من مياه الأمطار أو مياه الري المبيدات عبر التربة خارج الموقع أو إلى المياه الجوفية.
3. استخدام مبيدات حشرية عالية الذوبان في الماء أو ثابتة.

قد تنتقل مياه الجريان السطحي في البيئة الخارجية إلى أنظمة الصرف الصحي أو الجداول أو البرك أو غيرها من المياه السطحية، حيث يمكن للمبيدات أن تنتقل لمسافات طويلة. قد تصل المبيدات التي تتسرب إلى أسفل عبر التربة إلى المياه الجوفية. في البيئة الداخلية، يمكن أن تتدفق المياه التي تحتوي على مبيدات حشرية إلى مصارف الأرضيات وتلوث أنظمة المياه.

قد يؤدي أي تصرف غير مدروس، مثل إلقاء مبيد حشري أو شطفه في حوض أو مرحاض، إلى تلويث منشأة صرف صحي أو معالجة مياه بالكامل.

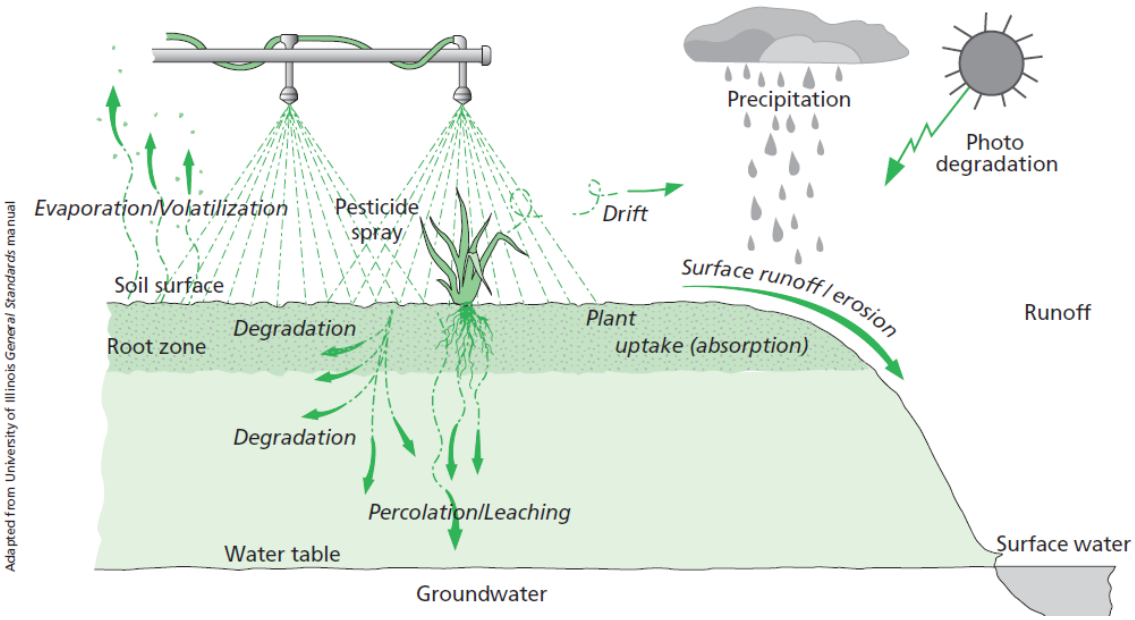
الحركة على أو داخل الأشياء أو النباتات أو الحيوانات

يمكن أن تنتقل المبيدات أيضًا بعيدًا عن موقع الرش عندما تكون على أو داخل الأشياء أو الكائنات الحية التي تتحرك (أو تُنقل) خارج الموقع. عندما يحضر أو يرتدي مناولو المبيدات معدات الوقاية الشخصية أو ملابس العمل أو غيرها من الأغراض الملوثة إلى منازلهم، فقد تنتقل بقايا المبيدات إلى السجاد والأثاث وأغراض الغسيل، وكذلك إلى الحيوانات الأليفة والأشخاص.

يمكن أن تتسرب بعض المبيدات داخل المنازل.

في البيوت الزجاجية، على سبيل المثال، قد تتسرب المبيدات عبر التربة أو غيرها من أوساط الزراعة، وتلوث أسطح البيوت الزجاجية الأخرى.

7



الشكل 7.2 انتقال المبيدات الحشرية في البيئة.

8

منع انجراف المبيدات الحشرية:

أظهرت الدراسات أن نسبة كبيرة من المبيدات الحشرية قد لا تصل أبدًا إلى الموقع المستهدف بسبب الانجراف. ويمكن أن يؤدي الانجراف الكبير إلى إتلاف أو تلويث المحاصيل الحساسة، وتسمم النحل، ويشكل مخاطر صحية على البشر والحيوانات، ويلوث التربة والمياه في المناطق المجاورة. من المستحيل القضاء على الانجراف، ولكن من الممكن تقليله إلى مستوى مقبول.

انجراف الرش

يشير انجراف الرش إلى حركة المبيد بعيدًا عن الهدف أثناء رشه بسائل. وينتج ذلك عن انتقال قطرات الرش الصغيرة خارج الموقع بفعل تيارات الهواء. ويحدث انجراف الرش بشكل أكثر تكرارًا من انجراف البخار أو انجراف الجسيمات (الغبار).

يمكنك تجنب معظم مشاكل انجراف الرش من خلال الاهتمام جيدًا بحجم قطرات الرش واتجاه الرياح وسرعتها. فالقطرات الكبيرة أقل عرضة للانحراف من الصغيرة. ومن المهم اختيار الفوهة والضغط المناسبين لتقليل الانحراف. فالضغط العالي والفوهات ذات الفتحات الصغيرة تُنتج قطرات صغيرة قابلة للانحراف.
على العكس، تُنتج فتحات الفوهات الكبيرة والضغوط المنخفضة قطرات أكبر.

9

تصنيف حجم القطرات

تُنتج الفوهات نطاقًا واسعًا من أحجام القطرات، يُعرف باسم طيف حجم القطرات. وبغض النظر عن نوع الفوهة المستخدمة، فإن نسبة القطرات التي تُنتجها الفوهة صغيرة بما يكفي للانحراف. تُعد تصاميم الفوهات الحديثة خيارات ممتازة لأنها تُقلل من كمية القطرات المعرضة للانحراف أثناء الاستخدام.
يُمكن لنظام تصنيف حجم القطرات أن يُساعد في وصف أحجام القطرات التي تُنتجها الفوهة. يُصنف هذا المعيار (S-572.1 - تصنيف فوهات الرش حسب حجم القطرات)، الذي وضعته الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين والبيولوجيا، الفوهات إلى ثماني فئات (انظر الجدول 7.1). باستخدام هذه الفئات، يُمكنك اختيار الفوهة وحجم الفتحة وضغط التشغيل الذي يُنتج طيف حجم القطرات المُوصى به.
يُرجى مراجعة الملصق للاطلاع على مواصفات حجم القطرات التي قد تكون مُطبقة لتطبيق مُعين.

عوامل أخرى:

يؤثر سُمك السائل أيضًا على حجم القطرات. فكلما ازداد السُمك، ازداد حجم القطرات، مما يقلل من احتمالية انحرافها عن الهدف. قد تبدأ قطرات الرش الدقيقة بالتبخر قبل وصولها إلى هدفها. تصبح هذه القطرات صغيرة جدًا وخفيفة، وقد تتحرك خارج الموقع. تُقلل إضافات التحكم في الانجراف الحديثة من احتمالية الانجراف دون أن تُغير حجم القطرات بشكل كبير. مع ذلك، تذكر دائمًا اتباع تعليمات الملصق حول استخدام مُساعد الرش المُخصص لتقليل الانجراف. قد تزيد بعض إضافات التحكم في الانجراف من احتمالية انجراف خليط الخزان المُطبق. انتبه أيضًا إلى أن قطرات الرش الكبيرة قد تُقلل من التغطية، مما يُقلل من فعالية مكافحة الآفات.

10

ASABE STANDARD S-572.1[a] SPRAY DROPLET SPECTRUM CATEGORIES		
Category[b]	Symbol	Color Code[c]
Extra Fine	(XF)	Purple
Very Fine	(VF)	Red
Fine	(F)	Orange
Medium	(M)	Yellow
Coarse	(C)	Blue
Very Coarse	(VC)	Green
Extra Course	(XC)	White
Ultra Coarse	(UC)	Black

[a] Revised 2009. This standard defines droplet spectrum categories for the classification of spray nozzles relative to the specified reference fan nozzle. The purpose of classification is to provide the nozzle user with droplet size information primarily to indicate off-site spray drift potential and secondarily for application efficacy.

[b] Please refer to product label for specific guidelines on a droplet spectrum category required for a given application scenario.

[c] Nozzle manufacturers will provide information necessary to place their nozzle types into a droplet spectrum category based at least on orifice size and pressure. The color code is also standard.

سرعة الرياح واتجاهها هما أهم العوامل البيئية المؤثرة على انجراف الرش. قد تشير الملصقات إلى أقصى وأدنى سرعة للرياح عند الرش. باستثناء حالات تقلبات درجات الحرارة (انظر أدناه)، غالبًا ما يكون الصباح الباكر والمساء أفضل الأوقات لاستخدام المبيدات. ويرجع ذلك إلى أن الرياح غالبًا ما تكون أكثر شيوعًا عند منتصف النهار، عندما ترتفع درجة الحرارة بالقرب من سطح الأرض. يؤدي هذا إلى ارتفاع الهواء الساخن بسرعة واختلاطه بالهواء البارد فوقه، مما يُعزز انجراف الرش. أفضل وقت للرش هو عندما تتحرك قطرات الرش ببطء إلى الأعلى في غياب الرياح أو انقلابات درجات الحرارة.

الجدول 7.1 طيف قطرات الرذاذ

11

قد يؤثر ارتفاع رش المبيد فوق الأرض أو الهدف أيضًا على انجراف الرذاذ. غالبًا ما تُنتج التطبيقات التي تستخدم قطرات كبيرة بالقرب من الأرض انجرافًا ضئيلًا. من ناحية أخرى، يُرجَّح أن يُنتج الرش الجوي ورش الأشجار العالية انجرافًا للرذاذ نظرًا لتقاطعهما مع مسافات هوائية كبيرة بعيدًا عن الأرض. يمكن تقليل انجراف الرذاذ من رشاشات الذراع عن طريق خفض ارتفاع الذراع إلى ما بين 20 و24 بوصة من المحصول المستهدف.

يمكن تقليل من انجراف الرذاذ الخارجي عن طريق:

1. الرش عندما تكون سرعة الرياح بين 3 و10 أميال في الساعة.
2. الرش باتجاه الريح من المناطق الحساسة، مثل المباني السكنية، والمدارس، والمحاصيل، والمجاري المائية، وخلايا النحل.
3. استخدام فوهات وضغوط مناسبة.
4. استخدام إضافات للتحكم في انجراف الرذاذ (إن وجدت).
5. خفض ارتفاع ذراع الرفع.
6. ترك منطقة حدودية أو عازلة غير معالجة في المنطقة المستهدفة باتجاه الريح.

12

مصادر تلوث المياه:

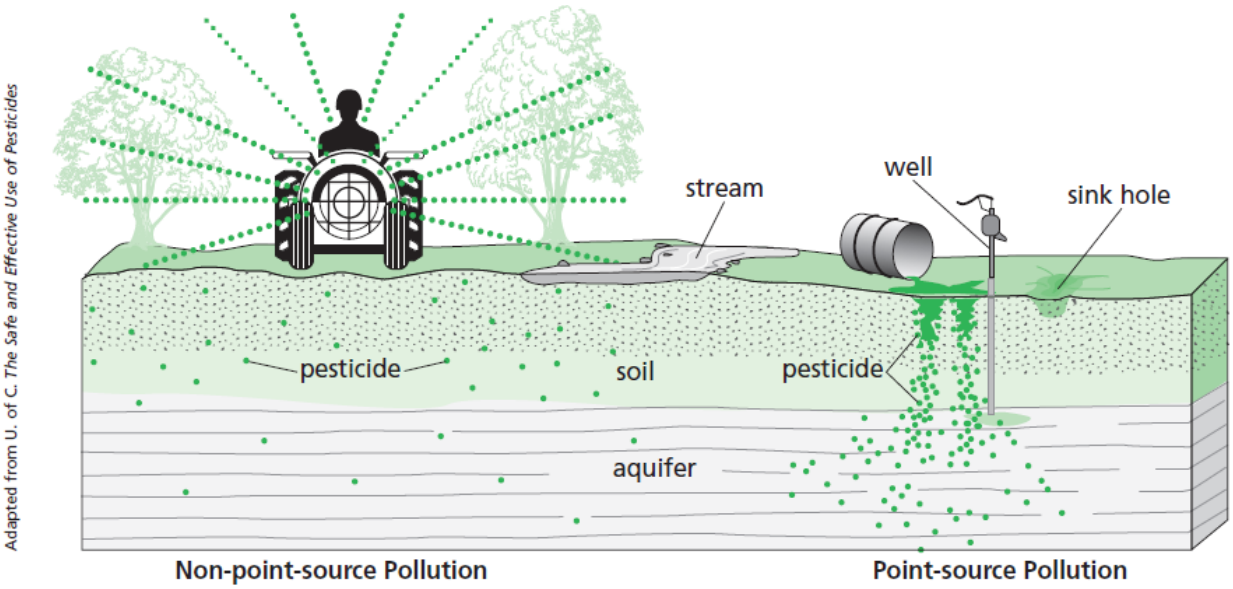
ينتج تلوث المياه السطحية أو الجوفية إما عن تلوث نقطي المصدر أو غير نقطي المصدر (انظر الشكل 7.5). عادةً ما يُعزى تلوث المبيدات الحشرية غير النقطي المصدر إلى تلوث البيئة الخارجية. ومع ذلك، تُظهر الدراسات أن تلوث المياه قد ينتج أيضًا عن تلوث نقطي المصدر.

يأتي التلوث النقطي من مصدر محدد، مثل:

1. تسرب مبيد حشري إلى مجاري تصريف الأمطار.
2. سكب المبيدات الحشرية إلى مصادر المياه.
3. دخول المياه السطحية الملوثة إلى الحفر.
4. تكرار انسكاب المبيدات الحشرية في مواقع الخلط والتحميل.
5. انسكاب مياه الغسيل بإهمال في مواقع تنظيف المعدات.
6. سوء التعامل مع الانسكابات والتسربات في مواقع التخزين.
7. التخلص غير السليم من الحاويات، ومياه الشطف من الحاويات، والمبيدات الحشرية الزائدة.

يأتي التلوث غير النقطي من منطقة واسعة الانتشار. ومن الأمثلة على ذلك انتقال المبيدات الحشرية إلى المجاري المائية أو المياه الجوفية بعد تطبيقها على الحقول الزراعية الكبيرة، أو حقوق المرور، أو المناطق العشبية.

13



الشكل 7.5 يأتي التلوث غير النقطي المصدر من منطقة واسعة الانتشار، بينما يأتي التلوث النقطي المصدر من موقع محدد يمكن تحديده.

14