الباب التاسع

امتصاص وانتقال المبيدات
داخـــل النباتات

أولا : مقـــدمة ٠

ثانيا : امتصاص النباتات للمبيدات ٠

ثالثا : انتقال المبيدات داخل النباتات ٠

امتصاص وانتقال المبيدات
داخل النباتات

أولا : مقـــدمة :

من المعروف أنه لكى يكون مبيد الحشائش مؤثرا وقادرا على اداء وظيفته فلابد له من أداء وظيفته داخل انسجة النباتات أى لابد له من أن يدخل الى داخل النبات ليصـل الى هـذه الأنسجة ـ وبعض الأسـطح النباتية تمتص المبيد بسرعة بينما البعض الآخر بطىء فى ذلك أو لا يمتصه كلية ، وعلى هذا فقد تختلف استجابات النباتات المختلفة باختلاف قدرتها على امتصاص المبيد

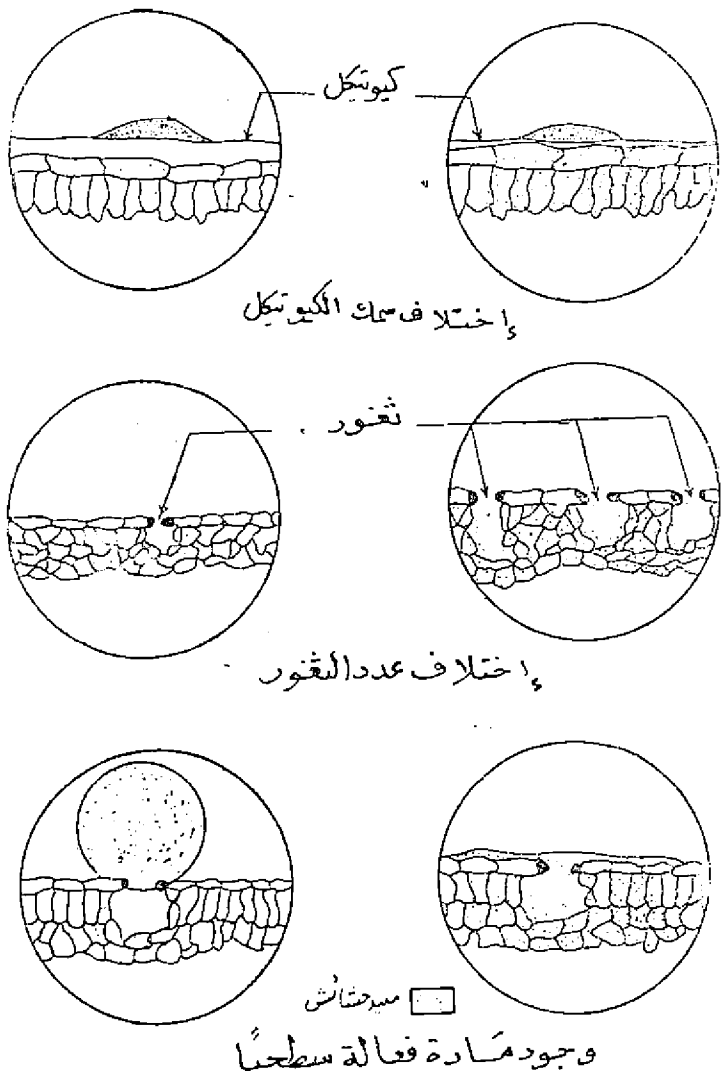
ومن المعتاد أن تدخل المبيدات الى داخل النباتات اما عن طريق الأوراق أو عن طريق الجذور · كما أن بعض المبيدات يتم امتصاصهـا بكفاءة تامة عن طريق سويقات البادرات أو اغماد النجيليات أو السوق الصغيرة للنباتات والتى تخترق سطح التربة المعامل بالمبيد ـ كما أنه فى بعض الحالات فان البذور نفسها تمتص قدرا من المبيدات المستعملة ·

ثانيا : أمتصاص النباتات للمبيدات :

١ ـ الأمتصاص بواسطة الأوراق :

من المعـروف أن أوراق بعض النبـاتات تتغطى بطبقة رقيقـة من الكيوتيكل أو تحتوى على أعداد كبيرة من الثغور التنفسية ـ وهـذه الأوراق تمتص كمية من المبيد أكبر مما تمتصه تلك المغطاه بطبقة سميكة من الكيوتيكل ، أو تحتوى على أعداد قليلة من الثغور التنفسية ، وبالطبع فان درجة التسمم بالمبيد تتوقف على كمية ما يمتص من المبيد ـ وكذلك فالمبيد المحتوى على مادة نشطة سطحيا Surfactant تبلل اسـطح

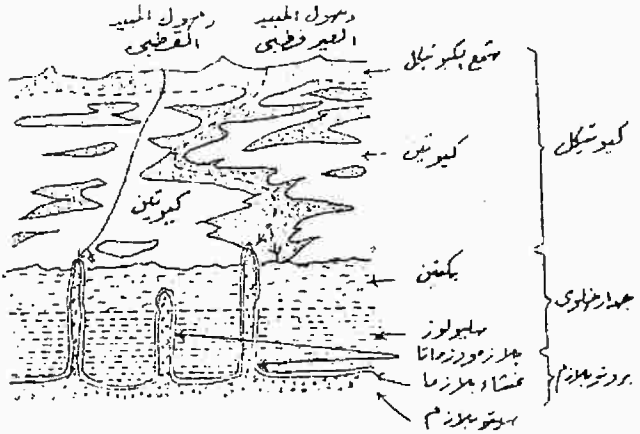
الأوراق وبالتالى تجعل ما يمتص منه اكثر من ذلك غير المحتـــوى على مادة فعالة سطحيا وذلك كما يتضح من الشكل التالى . ـ



شكل (٥) : امتصاص المبيدات بالأوراق النباتية وتأثره بسمك الكيوتيكل وعدد الثغور ووجود مادة فعالة سطحيا ·

وأهم أنواع الأمتصاص لمبيدات بعد الأنبثاق هو ما يحدث خـلال اسطح الأوراق خـــلال الكيوتيكل ـ ونظرا لأن الكيوتيكل غير متجانس التركيب فيتركب من طبقة خارجية عبارة عن شمع الكيوتيكل يليها الى

الداخل الكيوتن نفسه – يلى ذلك الى الداخل طبقة البكتين التى تكون هى وطبقة السليولوز التى تليهـــا الجدار الخلوى وذلك كمـــا يبـــدو من الشكل التالى : –



شكل (٦) : رسم تخيلى للطرق التى تسلكها المبيدات الى داخـل الأوراق النباتية ٠

ويلاحظ أن هنـاك تدرج فى قطبية طبقات الكيوتيكل فتزداد قطبية طبقات الكيوتيكل زيادة متدرجة من شمع الكيوتيكل الى الكيوتين الى البكتين وأخيرا الى السليولوز ٠ فطبقة الشمع هى أقل طبقات الكيوتيكل قطبيـة (أى أكثرها حبـا للذوبان فى الدهون وكرها للذوبان فى المـاء hydrophobic) بينمـا السليولوز هـو اكثرها حبـا للذوبان فى المـاء hydrophilic ٠ ولهـذا فان مبيدات الحشـائش القطبيـة (أى التى تذوب فى الماء) تجد صـعوبة بالغة فى اختراق طبقة شـمع الكيوتيكل ولكنها لو اخترقت هذه الطبقة فانها تستطيع أن تنتقل بين الطبقات التالية بسهولة أكبر ٠ وعلى العكس من ذلك فان مبيدات الحشائش غير القطبية تجد سهولة كبيرة فى اختراق طبقة شمع الكيوتين (لأنها تذوب فيها) ، ولكنها تجد صـعوبة متزايدة فى الأنتقـال من طبقة الكيوتين للبكتين للسليولوز وعلى هذا فان الخاصية القطبية لمبيد الحشائش تحدد الى درجة كبيرة قدرة الأوراق النباتية على امتصـاصه من خـلال طبقـة الكيوتيكل والجدر الخلوية لهذه الأوراق ٠

والشكل السابق يبين الطريق الذى يسلكه مبيد حشائش قطبى (أ) وآخر غير قطبى (ن) عندما يتم امتصاصهما بواسطة اوراق النباتات ليصلا فى النهاية الى داخل بروتوبلازم الخلايا أو السيمبلاست (وهو المكونات الحية فى الخلايا) · عن طريق البلازمودزماتا plasmodesmata أو الى الأيبوبلاست (وهو المكونات غير الحية فى الخلايا) عن طريق الجدر الخلوية · ومن غير المعروف حتى الآن المواصفات الجزيئية الدقيقة المطلوبة فى الجزىء حتى يجد طريقة بسهولة الى داخل الخلايا الحية وعلى أى الأحوال فان الأترازين ـ والمنيورون ـ والكلور بروفام تدخل أولا عن طريق الأيبوبلاست بينما الـ 2:4=D والأميبين والفيناك تدخل أولا عن طريق السيمبلاست · وأن كثيرا من مبيدات الحشائش مثل الأميترول والدالابون والبكلورام تدخل خلال الطريقتين المذكورين ·

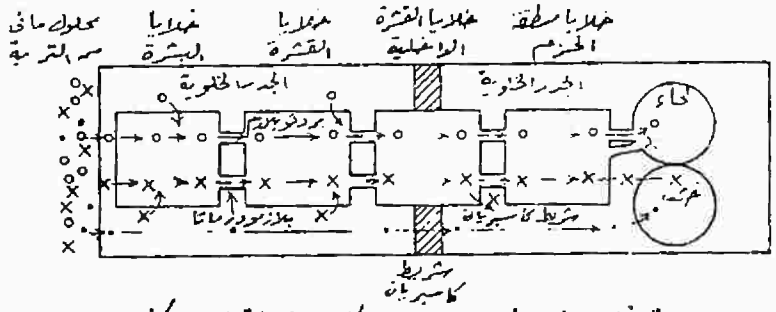
وبناء على ذلك فان أى مادة تعمل على زيادة التصاق أى مبيد قطبى مع سطح النبات ستساعد بالتالى على امتصاصه ـ ولهذا فان المواد الفعالية سطحيا والتى تعمل على تبليل اسطح الأوراق النباتية بالمحاليل القطبية تزيد من امتصاص هذه المحاليل بتقليل التوتر السطحى للمحلول مما يساعد على التبليل أو بتعديل الخاصية القطبية للشموع وللمواد غير القطبية الموجودة فى طبقة الكيوتيكل ـ وعلى هذا فالمادة المبللة أو الناشرة (المادة الفعالة سطحيا) التى تضاف للمبيدات القطبية تعمل على زيادة سمية هذا المبيد · كما أن هذه المواد المبللة أو الناشرة تعمل على تقريب كميات ما يمتص من المبيدات القطبية وغير القطبية وبالتالى تزيل كثيرا من السمية الأختيارية اذا اعتمدت على الأختلاف فى امتصاص المبيد بواسطة أوراق النباتات ·

كما أن ارتفاع درجة الحرارة يعمل على زيادة امتصاص المبيدات بواسطة الأوراق ففى كثير من الحالات ـ تعتبر عملية الأمتصاص نفسها انها عملية كيماوية ـ وعلى ذلك ففى الحدود البيولوجية فان معدل هذه العملية (الأمتصاص) يتضاعف برفع درجة الحرارة عشرة درجات مئوية أو ١٧ درجة فهرنهيت · وعلى هذا فان السمية الأختيارية

للمبيدات التى تطبق بعد الأنبثاق والتى تعتمد على الأختلاف فيما بين النبات فى امتصاصها خلال الأوراق ستتضاءل هذه الأختيارية برفع درجة الحرارة وهذا ما يحدث برش الدينوسيب بعد الأنبثاق ٠

٢ ـ **الامتصاص بواسطة الجذور** : تمتص جذور النباتات كثيرا من مبيدات الحشائش من التربة ٠ وقد بينت الدراسات أن الجذور تمتص بعض المبيدات (مثل مونيورون وسيمازين) بسرعة جدا ، بينما تمتص مبيدات أخرى (مثل دالابون واميترول) ببطء جدا ٠ كما أن بعض المبيدات (مونيورون) تمتص تلقائياً بدون مجهود يبذله النبات والبعض الآخر D=2:4 يبذل النبات جهدا وطاقة فى امتصاصه ٠

ويبدو أن مبيدات الحشائش تدخل الجذور عن طريق الأيبوبلاست أو السيمبلاست أو عن طريق الأيبوبلاست والسيمبلاست معا وطريق الأيبوبلاست يشمل الأنتقال فى الجدر الخلوية نفسها حتى تصل الى أوعية الخشب ٠ وهذا الطريق يستلزم انتقال المبيد خلال الشريط الكسبرى Casparian strip ثم يدخل الخشب ٠ والشريط الكسبرى هو حاجز لحفظ الماء a water-tight barrier فى الجدر الخلوية للقشرة الداخلية (الأندوسبرم) ويفصل القشرة عن منطقة الحزم الوعائية وذلك كما يبدو من الشكل التالى : ـ



• مبيدات تمر خلال الجدر الخلوية ثم شريط كاسبريان لتصل الى الخشب
○ مبيدات تمر خلال البروتوبلازم ثم البلازمودزماتا لتصل الى اللحاء
x مبيدات تمر من الطريقين معًا لتصل الى الخشب واللحاء

شكل (٧) : رسم تخيلى لأمتصاص المبيدات بواسطة الجذور ٠

بينما طريق السيمبلاست فيشمل الدخول أولا الى الجدر الخلوية ثم بعد ذلك الى البروتوبلازم فى خلايا البشرة أو القشرة أو كليهما · ويستمر المبيد داخل البروتوبلازم الذى يمر من خلاله الى الأندودرمز ثم منطقة الحزم الوعائية وأخيرا الى اللحاء وذلك من خلال الوصلات البروتوبلازمية التى بين الخلايا والتى تسمى البلازمودزماتا ·

وطريق الأيبوبلاست سيمبلاست هو نفسه طريق السيمبلاست الا أن المبيد يدخل ثانية الجدر الخلوية بعد مروره على أشرطه كاسبريان ثم بعد ذلك يدخل المبيد أوعية الخشب ·

وعلى الرغم من أن لبعض المبيدات طريقا محددا فى دخوله خلال الجذور الا أن بعضها قد يحدث دخوله من أكثر من طريق واحد · كما أن الخواص الطبيعية والكيماوية لمبيد الحشائش هى التى تحدد أى الطرق يسلكها خلال جذور النبات ليصل الى داخله · وفى معظم الحالات يحدث انتقال سريع للمبيدات الممتصة بالجذر الى اعلا خلال أوعية الخشب مع تيار النتح مع العلم أن الأنتقال خلال اللحاء الى اعلا فقليل أو منعدم · وعلى هذا فدخول المبيدات الممتصة بالجذور الى داخل الخشب أكثر أهمية بمراحل من دخولها الى داخل اللحاء · وعلى أى الأحوال فان الجذور تخلو تقريبا من الكيوتيكل وعلى هذا تمتص الجذور مبيدات الحشائش القطبية بينما غير القطبية منهما فتمتصها الجذور بصعوبة أو لا تمتصها على الأطلاق ·

٣ ـ الأمتصاص بواسطة السيقان :

اثبتت ابحاث عدد من العلماء أن سيقان النباتات ـ خصوصا سيقان البادرات ـ تمتص مبيدات الحشائش بدرجة اكفأ من امتصاص الجذور لها · والمثل المشهور فى ذلك أن سيقان بادرات الدينبه تمتص كمية من المبيد الأبتام (EPTC) ـ التى عوملت به التربة ـ اكبر مما تمتصه جذورها ـ وأن هذه السيقان هى المكان الذى يؤثر فى انسجته هذا المبيد · وعموما فالأختلاف فى قدرة سيقان النباتات المختلفة على

امتصاص المبيد قد يكون عاملا مهما فى اظهار السمية الأختيارية فى عدد من مبيدات الحشائش ٠

ثالثا : انتقال المبيدات داخل النباتات : ـ

هناك طريقين تسلكهما المبيدات عند انتقالها داخل النباتات ـ احدهما طريق تسلكه المبيدات التى تفضل الذوبان فى الدهون ـ وهذا الطريق هو طريق اللحاء ويشمل الأنتقال من خلية الى اخرى من خلال الروابط البروتوبلازمية التى تربط بين الخلايا ـ وهذا المكون الحى يسمى السيمبلاست Symplast .

بينما الطريق الثانى الذى تسلكه المبيدات داخل النباتات فهو طريق المبيدات التى تفضلالذوبان فى الماء والتى تمتصخلال الجذور ويشمل هذا الطريق خلايا الخشب والجدر الخلوية والمسافات بين الخلوية وهو يمثل الجزء غير الحى Apoplastفى الخلية ٠

١ ـ الأنتقال خلال السيمبلاست (اللحاء) :

المبيدات المرشوشة على أوراق النباتات والتى تفضل الأنتقال خلال السيمبلاست تسلك نفس طريق السكر المجهز فى الأوراق الخضراء نتيجة عملية التمثيل الضوئى ٠ وينتقل هذا المبيد من خلية الى اخرى فى الورقة من خلال الروابط البروتوبلازمية بين الخلوية (البلازمودزماتا Plasmodesmata) حتى تصل الى اللحاء ، ثم تنتقل خلاله تاركة انسجة الورقة متجهة الى اسفل النبات والى اعلاه حتى تتراكم هذه المبيدات فى المناطق التى يتراكم فيها السكر ليستعمل فى عمليات النمو وتكشف الأنسجة ـ والمعروف أن أقصى معدلات النمو فى اى نبات تحدث فى القمم النامية وفى الأوراق التى تكبر فى الحجم لتصل الى النضج وفى السيقان التى تستطيل بسرعة وفى الثمار والبذور التى تتكون وتنضج واخيرا فى القمم النامية فى الجذور ٠

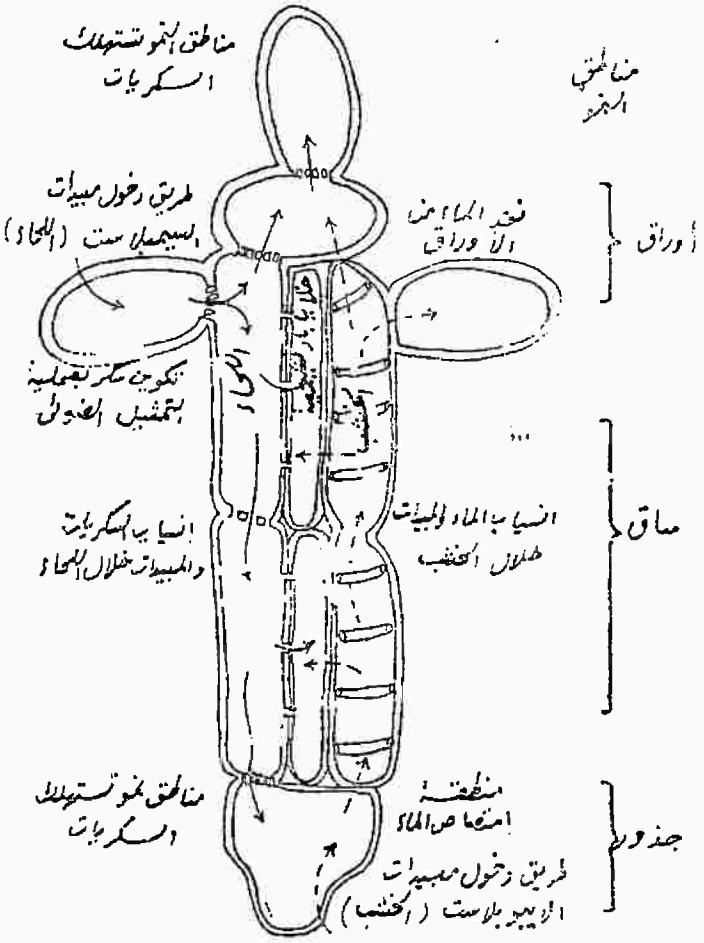
ويبدو أن الانتقال خلال اللحاء يمكن وصفه انه « انسياب كمى

لكتلة من المحلول ، واحدى تفسيرات هذه القوة الدافعة لهذا الانسياب الكمى هو الانحدار فى الضغط الأسموزى من الخلايا التى تقوم بالتمثيل الضوئى وتجهز السكر الى الخلايا التى تستهلك هذا السكر ، وذلك لأن ضغط خلايا التمثيل الضوئى اعلا كثيرا من ضغط خلايا استهلاك السكر ٠

ونظرا لأن اللحاء والبلازمودزماتا هى مكونات حية فان مبيد الحشائش الذى له سمية حادة عليهما ويقوم بقتلهما يترتب على ذلك توقف الانسياب أو النقل عن طريق السيمبلاست ٠

وقد لوحظ أن الـ 2 : 4 - D ينتقل سريعا من الأوراق المرشوشة به الى باقى اجزاء النبات ، وينتقل داخل النباتات الصغيرة اسرع من انتقاله داخل النباتات الكبيرة والمتقدمة فى العمر ـ وأن سرعة انتقاله من الأوراق الى الجذور هى فى المتوسط ١٠٠سم / ساعة ٠ كما أن سرعته داخل النباتات التى لم تروى من مدة طويلة أو تعانى العطش تتساوى مع سرعته داخل النباتات المروية ترا أو التى لا تعانى العطش كما أن وضع نقطة منه على العرق الوسطى لأوراق بعض النباتات فانه يتم انتقاله منها الى كل أجزاء النبات اسرع مما لو وضعت هذه النقطة على حافة الورقة ٠ ونظرا لأن انتقال المبيدات خلال اللحاء يمر من نفس طريق الغذاء المتكون فى الأوراق من عملية التمثيل الضوئى الى باقى اجزاء النبات ولهذا فان تطبيق مبيدات الحشائش الجهازية على أوراق الحشائش المعمرة يترتب عليه انتقال كميات كبيرة منه الى الأجزاء من النبات المعمر الموجودة تحت سطح التربة اذا كان هذا النبات نشطا فى تخزين كميات من السكر فى هذه الأجزاء تحت الأرضية ٠ وهذا يتم بعد أن يكمل النبات بناء نموه الخضرى ٠ كما أن الأنتقال خلال اللحاء يكون قليلا جدا بوضع النبات فى الظلام لمدد طويلا أو بتقليل الأضاءة من حوله ٠ ولهذا فان استعمال المبيدات الجهازية لقتل الأجزاء تحت الأرضية من الحشائش المعمرة لا يؤدى رفع التركيز فى معظم الحالات لزيادة فاعلية المبيد ولكن قد يؤدى الى نقص فاعليته بسبب أن هذا التركيز العالى

المستعمل قد يؤدى الى قتل اللحاء الأمر الذى سيترتب عليه وقف انتقال المبيد الى الأجزاء تحت الأرضية من هذا النبات المعمر · ولهـــذا فان الجرعة القليلة مع تكرار الرش أفيد فى هذه الحالة من الجرعة العـالية مرة واحدة لأن الجرعة القليلة ستعمل على قتل النبات المعمر بالكـامل وببطء بينما الجرعة العالية ستعمـــل على قتل الأجزاء المرشوشة منه **وبسرعة ·**



شكل (٨) : رسم تخيلى للطرق التى تسلكها المبيدات داخل النباتات ·

٢ ـ الانتقال خلال الابيوبلاست (الخشب) : ـ

مبيدات الحشائش التى تنتقل خلال الأيوبلاست هى المبيدات التى

تمتص بواسطة الجذور وتسلك نفس طريق الماء الممتص بواسطتها · فنجد أنها تدخل الى خلايا الخشب ثم تصعد الى أعلا مع تيار ماء النتح بما يحتوى من عناصر غذائية ممتصة من التربة · والطريق الرئيسى الذى تنتقل هذه المبيدات من خلاله هو طريق خلايا الخشب وكذلك خلال الجدر الخلوية وكلاهما يعتبر مادة غير حية وعلى هذا فجميع أنواع المبيدات التى تذوب ولو جزئيا فى عصير التربة ـ حتى ولو كانت شديدة السمية للنبات ـ تمتص من التربة وتصعد بسرعة الى أعلا فى النبات لتصل الى كل اجزائه ـ وهذا التحرك لمثل هذه المبيدات الشديدة السمية لا يضر أوعية الخشب التى يمر خلالها نظرا لأنها غير حية ·

٣ ـ الأنتقال خلال الأيبوبلاست والسيمبلات معا : ـ

لوحظ أن بعض المبيدات تنتقل داخل النباتات خلال الأيبوبلاست والسيمبلاست معا ـ وأن البعض الآخر ينتقل بواحد من الطريقين المذكورين ـ وعلى سبيل المثال فقد وجد أن الكلور أمبين Chloramben ينتقل أساسا خلال السيمبلاست بينما ينتقل المونيورون أساسا عن طريق الأيبوبلاست ووجد كذلك أن الأميترول ينتقل خلال الطريقين المذكورين وفى الحقيقة فهو ينتقل فى كل أجزاء النبات · ونظرا لأن المبيد المنتقل خلال أوعية الخشب أو اللحاء يمر خلال ممر طويل فانه من المحتمل أن ينتشر بعض المبيد من طريق الخشب الى طريق اللحاء أو العكس بواسطة الأنتشار العادى أو الأمتصاص النشط لخلايا أى من الطريقين ثم يستتبع ذلك اتخاذ المبيد لطريق آخر خلاف ما كان يمر منه أصلا ·

٤ ـ الأنتقال خلال المسافات بين الخلوية : ـ

يمكن لبعض المركبات غير القطبية والمنخفضة فى توترها السطحى أن تنتقل داخليا فى النبات خلال المسافات بين الخلوية وعلى سبيل المثال فيمكن للزيوت أن تمتص بواسطة النبات وتنتقل فى كل اجزائه وأن ميكانيكية انتقالها وتحركها داخل النبات غير معروفة تماما ولكن يعتقد أن الزيوت تتحرك داخل النبات خلال المسافات بين الخلوية · وغالبا

لا يحدث لها انتقال خلال أوعية الخشب تحت الظروف العادية · كما وجد أن الكيروسين والمواد المماثلة له تمتص بواسطة الجذور المقطوعة حتى تصل الى الأوراق واذا طبقت على الأوراق تصل سريعا الى الجذور وأن انتقالها يتم فى هذه الحالة خلال المسافات بين الخلوية ـ وأن استر الـ 2 : 4 - D المذاب فى الكيروسين يمكن أن ينتقل داخليا فى النبات خلال المسافات بين الخلوية التى يمر منها الكيروسين نفسه ·