

# المواد المنظمة لنمو النباتات

د . محسن عباس الريدى

من الوسائل الأساسية التي يلجأ إليها المزارعون والفلاحون اليوم لجودة إنتاج محاصيلهم الزراعية استعمال المخصبات الكيماوية والمهلكات الحشرية والفطرية وغيرها . ولكن خلال العشرين عاما الأخيرة اضيفت مواد جديدة تعرف مجتمعة باسم المواد المنظمة لنمو النباتات **Plant growth-regulating substances** ، لأنها متى حسن استعمالها فإنها تغير بطرق مختلفة من طبيعة نمو النباتات المعاملة بها ، وقد ازداد الاهتمام أخيرا بدراسة هذه المواد حيث أن نتائجها العملية لها تأثير مباشر سريع على وفرة إنتاج الغذاء وهو أحد ضروريات الحياة في عالمنا اليوم .

وهذه المواد المنظمة لنمو النباتات نوعان :

١ - مواد تصنعها النباتات طبيعيا ، ويطلق عليها « الهرمونات النباتية » ، **Plant Hormones** ، وهذه لا تفرز من غدد خاصة كما هو الحال في الهرمونات الحيوانية ولكنها تتكون بكميات ضئيلة جدا في أجزاء خاصة من النبات كالبراعم والأوراق ثم تنتقل خلاله الى الأجزاء الأخرى فتؤثر عليها وقد أمكن فصل بعض هذه الهرمونات النباتية كأكسين **Auxin A** وأكسين **B** من المناطق النامية في النباتات .

٢ - مواد كيماوية لها نفس تأثير الهرمونات النباتية على عمليات النمو في النباتات ، وهذه المواد تتركب صناعيا فقط لأنها لا توجد في النباتات الخضراء .

ونذكر فيما يلي كيف اكتشفت المواد المنظمة لنمو النباتات وتركيبها الكيماوي وأهم الاستعمالات الاقتصادية العديدة لها .

كان ( شارلز داروين ) **Charles Darwin** هو أول من أشار الى امكان وجود مواد تنظم نمو النباتات فقد قام عام ١٨٨١ بدراسة تأثير الإضاءة على النباتات الموجودة في الظلام ، وانتهى من هذه التجارب إلى أن النباتات عندما تتعرض لضوء من جانب واحد فلا بد أنها تكون إحدى المواد التي تسبب انحناءها ناحية هذا الضوء ، ولكن مضت قرابة خمسين عاما قبل أن يتمكن ( كول ) **Cog** بالمانيا عام ١٩٢٥ من فصل أول مواد منظمة لنمو النباتات ، فقد فصل مادتي أكسين **A** وأكسين **B** من البول ، بعد أن استرعى نظر العلماء أن البول يؤثر على نمو الخلايا النباتية ، ويعرف أكسين **A** باسم **Auxenolonic acid** فتركيبه الكيماوي ك  $C_{18}H_{20}O_4$  ، وهو سهل التحلل بالأحماض والقلويات ، وفي أثناء قيام ( كوجل ) بأبحاثه على هاتين المادتين توصل إلى فصل مادة ثالثة منظمة للنمو من الضميرة وبعض الكائنات النباتية الدنيئة هوبيتا أندول حامض الخليك **Beta indole acetic acid** وتركيبه الكيماوي ك  $C_{10}H_{12}N_2O_2$  ، وهو لا يتأثر بالقلويات ولكنه سهل التحلل بالأحماض ، وقد استعمل ( كوجل ) ومساعدوه خواص هذه المواد في اثبات أن المادة

المنظمة للنمو التي تنبأ ( داروين ) بوجودها في القمم النامية للنباتات وتسبب انحناءها ناحية الضوء هي في الحقيقة مادة أكسين ١ ، ولو أنه تعرف حالياً مواد أخرى -خلاف أكسين ١- لها نفس هذا التأثير .

ولاختبار مدى « تأثير » activity المواد المنظمة للنمو ، تقطع أطراف أعمدة الريشة Coleoptiles لبادرات نبات الزمير ، ثم توضع قطعة صغيرة من الآجار تحتوى على المادة المراد اختبارها فوق غمد الريشة المقطوع بحيث يكون جزء منها فقط ملاساً له . فإذا كانت المادة فعالة فإنها حين تسرى من الآجار الى غمد الريشة خلال الجانب الملامس للآجار ، فإنها تجعل هذا الجانب ينمو أسرع من الجانب الآخر وينحنى غمد الريشة تبعاً لذلك ، ويجب أن يجرى هذا الاختبار في ضوء أحمر خافت جداً حتى لا يتعارض إنحناء البادرات ناحية الضوء مع انحنائها نتيجة تأثير المادة عليها ، وتقاس قوة تأثير المواد المنظمة للنمو بوحدة أهمية واحدة الزمير ، Avena unit التي وضعها ( فنت F. W. Went ) ، وهي عبارة عن كمية « الأكسين » الموجودة في قطعة من الآجار ٢٪ أبعادها ٢×٢×٢/٢ ملم التي تسبب على درجة حرارة ٢٢° مئوية إنحناء غمد الريشة مقطوع ١٠° إذا وضعت عليه هذه القطعة من الآجار مدة ساعتين ، ويمكن جمع أكسين ١ الطبيعي بوضع الأطراف المقطعة لأعمدة ريشة بادرات الزمير على قطعة رقيقة من الآجار حوالي ساعتين ثم تقطع وتستعمل كما سبق .

ويجب الإشارة هنا الى انه بالرغم من أن مادتي أكسين أ وبيتا - أندول حامض الخليك تسببان إنحناء النباتات ناحية الضوء ، فلا يتبع ذلك أن هذه المواد المتشابهة التأثير أيضاً في أوجه استعمالاته الأخرى ، كتأثيرها على نمو الجذور مثلاً .. فسنرى فيما بعد أن المواد المنظمة لنمو النباتات كقاعدة عامة « مختصة » specific في تأثيرها .

ولقد أدى فصل مادتي أكسين أ وأكسين ب من البول في مبدأ الأمر ، إلى توالي الأبحاث عليه حتى فصل منه إلى الآن عدد غير قليل من المواد المنظمة لنمو النباتات أهمها فينيل حامض الخليك Phenyl acetic acid ، وفينيل حامض البروبيونك Phnyl propionic acid ، وأندول حامض الخليك ، وهرمونات الجنس المختلفة ، والأدرينالين Adrenalin ، وبعض هذه المواد كأكسين ١ ، يتناولها الحيوان في الغذاء ولكنها تمر الى البول دون تغيير .. أما بعضها الآخر كاندول حامض الخليك ، فينتج عن تمثيل البروتين في جسم الحيوان ، وقد وجد أن نوع المادة المنظمة للنمو وكميتها يتوقفان على نوع وكمية الغذاء الذي يتناوله الحيوان .

## تأثير المواد المنظمة على طول الخلية

إذا وضع النبات في الظلام بحجرة دفيئة رطبة فإن ساقه يقرط في الطول ، ويفقد لونه الأخضر ويتحول إلى لون أصفر باهت ويظهر من الفحص التشريحي لمثل هذا النبات زيادة استطالة خلايا سلاميات الساق ، وهي خلايا قليلة العدد ، ولكن تزيد كل واحدة منها في الطول كثيراً حتى تصبح أضعاف طولها الأصلي .. كذلك تقرط في الطول النباتات المعرضة لضوء الشمس إذا دلكت سيقانها ببعض الكيماويات أو بمستخلص حبوب لقاح نبات الذرة الشامية المنقوعة في الماء .

ويسبب أكسين ١ ، وبيتا - أندول حامض الخليك انحناء النباتات ناحية الضوء لأنها يسرعان من استطالة الخلايا الموجودة في الجانب المظلم من النبات فيصبح معدل نموها أسرع من معدل نمو الخلايا الموجودة في الجانب المضيء ، والنباتات حساسة جداً لتأثير هذه المواد حتى أن يظهر تأثيرها بها خلال بضع دقائق باستعمال تركيزات مخففة جداً قد لا تزيد على جزء واحد في ١٠٠ مليون .

ولم تعرف إلى الآن بالضبط كيفية تأثير المواد المنظمة للنمو على طول الخلية ، ولو أن بعض العلماء يعزون ذلك إلى زيادة كمية المواد المكونة لجدر الخلايا ، ولكنه لم توجد أية علاقة بين مقدرات استطالة الخلايا عند معاملتها بهذه المواد ، والكمية المكونة من مواد جدر هذه الخلايا .

وهناك تأثير آخر مخالف للمواد المنظمة للنمو ، وهو تقصير طول سلاميات بدلاً من استطالتها ،

وفيد هذا التأثير أشجار الفاكهة التي تحتاج دائما الى تقليمها ، لأن التقليم يرمى - بخلاف إزالة الأفرع الميتة والمتشابكة وتعريض أجزاء النبات للضوء - إلى تنشيط نمو البراعم الثمرية التي توجد في بعض أصناف الفاكهة كالتفاح والكمثرى على نهاية الدوابر الثمرية الطرفية القصيرة ، ولقد تمكن ( سواربريك ) Swarbrick عام ١٩٤١ ، بمعاملة البراعم الموجودة على نهاية الأفرع الطرفية للتفاح بتركيز عال من الفا نفتالين حامض الخليك  $\text{Alpha naphthalene acetic acid}$  في اللانولين ، من وقف نمو هذه الأفرع وتحويلها إلى دوابر ثمرية .

ومن الظواهر المألوفة في بعض المحاصيل ميلها الى الرقاد أو الضجعان قبل الحصاد مما يضر بمحصولها ضرا بليغا وترجع هذه الظاهرة الى زيادة استتمالة خلايا السلاميات السفلى لسوق نباتات هذه المحاصيل وقد أظهرت التجارب الأولية أن معاملة أسفل هذه السوق بمادة الفا - نفتيل - اسيتاميد  $\text{Alpha - naphthyl - acetamide}$  يجعلها خشبية منتصبة فيمكنها ان تتغلب على الرقاد .

### تأثير المواد المنظمة للنمو على الجذور

تتكاثر بعض أصناف الفاكهة بالعقل بسهولة وهذه توجد على سوقها في مناطق خاصة مجموعة من الخلايا تنشط تحت الظروف المناسبة وتكون الجذور ، بينما يصعب اكنار الاصناف الأخرى بالعقل لان سوقها لاتحوى هذه الخلايا ولذلك يلجأ الى استعمال المواد المنظمة للنمو لكي تساعد عقل الاصناف السهلة اخراج الجذور في تكوين مجموع جذرى قوى بسرعة وتجعل عقل الاصناف الصعبة اخراج الجذور تخرج جذورها بسهولة حتى اصبح اهم استعمال لهذه المواد منذ اكتشافها تنشيط نمو الجذور في العقل ويبلغ حاليا عدد المواد التي تنشط الجذور حوالى أربعين مادة اكثرها استعمالا فينيل حامض الخليك ، الفا نفتالين حامض الخليك ، اندول حامض الخليك اندول حامض البيوتريك  $\text{Indole butyric acid}$  ومادة ٢ و ٤ ثنائى - كلورو - فينوئيسى حامض الخليك  $\text{2,4 di - chloro - phenoxy acetic acid}$  ( يطلق عليها اختصارا ٢ و ٤ د ) وتترواح درجة التركيزات الفعالة من هذه المواد بين ١٠ - ١٠٠٠ جزء في المليون حسب المادة المستعملة ونوع النباتات المراد معاملةها ولو انه يفضل حاليا استعمال مخاليط من هذه المواد بدلا من استعمال مواد فردية .

ويتاثر كثيرا شكل ومظهر الجذور الناتجة بنوع المادة المستعملة فقد وجد ان الفا نفتالين حامض الخليك تعطى جذورا كبيرة نوعا سميكة لحمية شفافة وردية اللون ، بينما تعطى مركبات الاندول جذورا طويلة رفيعة خيطية معتمة بيضاء اللون كما تتأثر طبيعة النمو الخضري بنوع المادة المستعملة كذلك فالنباتات المعاملة بالفا نفتالين حامض الخليك تعطى نموا شجيريا ذى فروع كثيرة بينما يتركز نمو النباتات المعاملة باندول حامض الخليك في ساق اصلى واحد .

ومن الفوائد العملية الهامة للمواد المنظمة للنمو نجاح نقل الاشجار التي كثيرا ما تموت اثناء عملية النقل من المشتل فى اشجار البيكان مثلا ثم بعض « خلة الاسنان »  $\text{Tooth picks}$  في محلول مركز من اندول حامض الخليك في الكحول ثم تفرز هذه الخلة في الجذور الكبيرة التي تأثرت اثناء اجراء عملية النقل قبل غرس الاشجار في مكانها المستديم .

وبالرغم من أن المواد المنظمة للنمو تنشط نمو الجذور ، الا انه من الغريب ان النمو الطبيعى للجذور كثيرا ما يتأثر بها فقد وجد ان الجذور اذا غمرت في محاليل هذه المواد فانها تصبح سميكة قصيرة كثيرة التفرع ولذلك لاينصح باستعمال هذه المواد بعد تكوين الجذور .

وهناك مواد أخرى كثيرة تنشط نمو الجذور لايسمح المجال هنا بذكرها ولكن نذكر منها فيتامين ب ١  $\text{B}_1$  الذى يوجد في الحبوب والخميرة والاوراق الخضراء الخ لانه بالرغم من اهمية الفيتامينات لحياة الانسان والحيوان فانه لايعرف الى الان سوى النذر اليسير عن تأثيرها على النباتات وهى المصدر الاول للفيتامينات ويظهر ان فيتامين ب ١ هذا مادة اساسية لنمو الجذور فان الجذور

المقطعة اذا وضعت في وسط غذائي فان خلاياها لا يمكنها ان تظل حية الا اذا اضيف اليها هذا الفيتامين ولذلك تستفيد العقل النامية والشتلات ضعيفة الجذور وبعض الزهور البليبة النمو كالكاميليا *Camellia* من ربيها بمحلول مخفف من فيتامين ب<sub>1</sub> .

### طبيعة تأثير المواد المنظمة للنمو

ذكرنا فيما سبق ان المواد المنظمة للنمو « مختصة » في تأثيرها وانها تعمل في تراكيزات مخففة جدا ولكن علاوة على ذلك فان اية مادة من هذه المواد ٢ و ٤ د مثلا تعطي نوعين مختلفين من النتائج اذا استعمل منها تركيزان مختلفا الشدة فاذا وضع ١ مليون اوقية انكليزية *Ounce* الاوقية الانكليزية = ٢٨,٣٥ جم من مادة ٢ و ٤ د على ساق نبات الفول استطالت الخلايا الموجودة في الجانب المعامل اكثر من خلايا الجانب الاخر فينحنى النبات بعيدا عن الجانب المعامل ولكن اذا استعمل تركيز اخر اقوى .

٢٠٠٠ مرة من هذا التركيز ممزجا بقليل من اللانولين ثم ذلك على الساق كذلك فان تأثير المادة يختلف ، إذ ينتقل الغذاء المخزن في الاعضاء النباتية الى الجزء المعامل حيث تتكون فيه خلايا جديدة تتحور في النهاية الى جذور تخترق بشرة الساق ، وإذا احيط هذا الجزء المعامل بترية مندأة امكن لهذه الجذور ان تؤدي عمل الجذور العادية من امداد النبات بالماء والاملاح ! ولكن إذا اختلفت طريقة المعاملة بأن رشت او عفرت الاجزاء الخضرية من نبات الفول بهذه المادة فان نمو الاوراق يقف ويحترق الغذاء المخزن فيعموت النبات خلال اسبوع الى ثلاثة اسابيع بعد المعاملة .

### « المواد التي تعوق النمو »

ذكرنا المواد التي تنشط النمو وتشجعه ، ولكن هناك مواد اخرى تعوق النمو وتعطله مثل الادرينالين ( وهو - كما سبق - هرمون يستخلص من البول ) الذي يعوق نمو الجذور حتى لو استعمل مخففاً بنسبة ١٠ اجزاء في المليون ، كما وجد ( الدوس ) و ( كواستل ) و *Aldus & Quastel* اخيراً أن الكومارين *Coumarin* وهي احدى المواد التي تقوم بعمليات التحول الغذائي *Metabolism* في النباتات يمكن استعمالها كمبيد اختياري للحشائش . ويتوقف تأثير هذه المواد على درجة التركيز المستعملة منها ، وهو تأثير وقفي أي أنه يزول بغسيل الاجزاء المعاملة . ويعمل السبب الذي من اجله تعوق هذه المواد النمو ، هو أنها تتحد مع الانزيمات او المواد التي تقوم بعمليات التحول الغذائي في النباتات مكونة مركبات ضعيفة سهلة التحلل ذات شحنات كهربائية متضادة فتتعطل عمليات البناء .

وتستعمل التراكيزات المخففة جداً من بعض الكيماويات في تأخير او اعاقه « تزريع » درنات البطاطس والبصل أثناء التخزين وقد وجد ( متشل ) و ( مارث ) *Mitchell & Marth* أن أحسن طريقة لتخزين البطاطس هي رشها بمحلول يحتوي على ٠,٠١ - ٠,٠٥ ٪ ميثيل أستتر نفتالين حامض الخليك *Methyl ester naphalene acetic acid* فيوقف نشاط البراعم حتى ولو بلغت حرارة التخزين ٧٠ ف ، ويكفي جرام واحد من هذه المادة لمعاملة ( البوشل ) من البطاطس ، او تستعمل طريقة اخرى بأن تفرش الدرناات في طبقتين او ثلاثة بمكان مظلل حجمه ١٠٠٠ قدم مكعب ثم يوضع نصف جرام من هذه المادة على موقد فيتصاعد بخار المادة ويتخلل الدرناات المعاملة . وهناك مادة اخرى كانت تستعمل في المانيا خلال الحرب العالمية الثانية هي مادة الفا نفتيل ثنائي ميثيل الاثير *Alpha naphthyl dimethyl ether* مخلوطة بترية ديانومية بنسبة ٢٪ ثم تنثر على الدرناات ، وفي أمريكا - حالياً - تعامل قطع من الورق بهذه المادة ثم تُلغف بها البطاطس المعبأة .

## تأثير المواد المنظمة للنمو على إنتاج الثمار عديمة البذور

تنشأ الثمار البذرية نتيجة اتحاد الجامعة المذكورة الموجودة في حبة اللقاح بالجامعة المؤنثة الموجودة في مبيض الزهرة. ولكن اظهرت الدراسات الحديثة على المواد المنظمة للنمو، انه يمكن باستعمال بعض الكيماويات تكوين الثمار دون أن تجرى عملية التلقيح وبذلك تصبح هذه الثمار خالية من البذور.

وتوجد في الطبيعة بعض اصناف من الفاكهة عديمة البذور أشهرها الموز والبرتقال و أبو سره و العنب و التينى . وقد علل ( جستسون ) Gustafson عام ١٩٢٩ نشأة هذه الثمار بأن مياض أزهارها تحتوى على كميات كبيرة من « الاكسين ، كافية لان تجعلها تنمو وتكبر في الحجم مكونة لثمار غير بذرية دون الحاجة إلى حبوب اللقاح أو البويضات . ولعل ( جاسودا ) Jasuda اليابانى هو أول من حصل على نجاح حقيقى في هذا الصدد ، إذ انتج ثماراً عديمة البذور من الطماطم والخيار بمعاملة أزهارها المخصبة بمستخلص حبوب لقاح نبات الأوركيد Orchid . وفي عام ١٩٤٤ ذكر ( هتشكوك ) و ( زيرمان ) Hitchcock & Zimmerman إحدى وثلاثين مادة كيماوية لها مثل هذا التأثير بدرجات متفاوتة من بينها اندول حامض الخليك ، والفا نقتالين حامض الخليك ، بيتا نفتوكسى حامض الخليك Beta naphihoxy acetic acid ، مادة ٤ - chloro phenoxyacetic acid ، ومادة ٤،٢ .

وقد نجح ( سوربيرك ) بانجلترا لعدة سنوات خلّت في إنتاج ثمار عديمة البذور من التفاح والكمثرى بمعاملة أزهارها المخصبة بمحلول على التركيز من مادة ٤،٢ د أو بيتا نفتوكسى حامض الخليك . ولكن في عام ١٩٤٥ كان الصقيع قارصا بانجلترا فآثر على ثمار التفاح والكمثرى تأثيرا شديدا وقتل البذور داخلها ، الا أنه عندما عامل ( سوربيرك ) هذه الثمار الضامرة بمخلوط تركيزه ٩٠ - ١٠٠ جزء في المليون من مواد الفانفتالين حامض الخليك ، وبيتا اندول حامض الخليك ، وبيتا نفتوكسى حامض الخليك ، ومادة ٤،٢ د نمت هذه الثمار ثانية ولم تسقط ثمرة واحدة . بينما سقطت ثمار جميع الأشجار التى لم تعامل . كذلك كان « حمل ، بعض الأشجار المعاملة حوالى أربعة أضعاف الحمل الطبيعى .

كذلك وجد أن أحد الهرمونات الجنسية الحيوانية وهو ثنائى - هيدروكسى ثنائى - اثيل ستلين di- hydroxy di- ethyl stibene إذا خلط بمستخلص حبوب لقاح نبات الطماطم ثم عوملت بهما أزهار الطماطم المخصبة أنتجت ثمارا غير بذرية .

ومن الاستعمالات الحديثة الهامة للكيماويات لإنتاج الثمار غير البذرية على نطاق واسع هو مآظهره ( اوفربيك ) Overbeek في نباتات الاناناس ، إذ تمكن من إنتاج ثمار الاناناس في جميع فصول السنة بطريقة بسيطة هى تشجيع النباتات على النمو حتى يصبح حجمها مناسباً للتزهير ثم توضع بضع نقط من محلول الفانفتالين حامض الخليك أو ٤،٢ د فوق قمة كل نبات ، ويكفى اوقية انكليزية واحدة من المادة الفعالة لمعاملة ١١٢ ألف نبات ! ويمكن استعمال المواد المنظمة للنمو لضمان الحصول على محصول وافر من البذور في المحاصيل التى تزرع لأجل بذورها ، فقد تمكن ( هويتاكر ) و ( برايور ) Whitaker & Pryor من زيادة عدد بذور ثمار القاقون الكنتالوبى Cantaloup بحوالى ٢٧ - ٥٠٪ باستعمال مادة كلورو - فينوكسى حامض الخليك Chloro- phenoxy acitic acid

## تأثير المواد المنظمة للنمو على منع الثمار من التساقط

تميل بعض اصناف التفاح إلى تسقيط ثمارها قبل تمام نضجها واكتسابها لصفات الاكل الجيدة ، وتسبب هذه الظاهرة خسائر كبيرة حتى انه يضطر إلى جمع ثمار بعض اصناف التفاح قبل وصولها إلى درجة جيدة من النضج خشية تساقطها ، ويرجع هذا التساقط إلى أن

بعض الخلايا البرانشيمية التي توجد عند قاعدة عنق كل ثمرة تستعيد قدرتها على الانقسام قبل نضج الثمرة فتنقسم وتكون طبقة من خلايا صغيرة الحجم تسمى طبقة الانفصال *Abcission layer* وذلك بتحول الصفائح الوسطية من خلايا هذه الطبقة إلى مادة مخاطية فتفصل الخلايا عن بعضها ، وتبقى الثمرة مدة قصيرة متصلة بالفرع بواسطة الحزم الوعائية إلى أن تسقط بتأثير ثقلها وبمساعدة الرياح ، وقد أمكن التحكم في نمو هذه الطبقة باستعمال المواد المنظمة للنمو ، ويوجد أن أشد هذه المواد تأثيراً هو ألفا نفتالين حامض الخليك إذ أن معاملة أشجار التفاح بمحلول من هذه المادة تركيزه ١٠ - ٢٠ جزءاً في المليون يمنع أو يؤخر تكوين طبقة الانفصال لمدة ١٠ - ٢١ يوماً حسب الصنف ، وإذا عوملت الأشجار بهذا المحلول مرة أخرى قبل زوال تأثير العامل الأخرى تأخر تكوين هذه الطبقة فترة أخرى قدرها ١٠ - ١٢ يوماً ، ولكن إذا كانت الفترة بين المعاملتين قصيرة فإن الثمار تلتصق جداً بأشجارها حتى يصعب فصلها عند الجمع ، وبالرغم من أن هذه المواد تمنع أو تؤخر تساقط الثمار ، إلا أنها لا تؤخر من عمليات النضج الطبيعي الذي يتم في وقته المعتاد .

وستحقق المواد المنظمة للنمو فائدة كبرى إذا أمكن استعمالها في الإسراع من نضج الفاكهة ، ولوائه قد توصل العلماء الألمان خلال الحرب العالمية الأخيرة إلى استعمالات جديدة لمادة ١ ثيوسيانو- ٤,٢ ثنائي نترو- بنزين *1 thiocyno-2,4 dinitro- benzene* التي استعملت أصلاً كمادة مهلكة للفطريات ، إذ وجد أن هذه المادة بخلطها باوكسي كلورور النحاس *Copper oxychloride* فإنها تسرع من انضاج ثمار العنب والطماطم ، ويرجع أن هذا الخليط ينشط معدل التنفس في الثمار فتسرع في النضج .

ويمكن باستعمال المواد المنظمة للنمو تحسين صفات بعض الفواكه المخزنة .. فالتفاح المخزن مثلاً بعد خروجه من التلاجات تظهر على قشرته الخارجية بقع بنية اللون *Apple scald* تشبه منظره عند عرضه في الأسواق ، وقد وجد الدكتور (مارث) أن بعض أصناف التفاح تقاوم هذه الظاهرة بغيرها في مستحلب من اللانولين ونفتالين حامض الخليك .

يتضح مما سبق أن المواد المنظمة للنمو « مختصة » في تأثيرها ، وأن هذا التأثير يتوقف على درجة التركيز المستعملة . كما أن المقادير الفعالة منها ضئيلة جداً ، وقد أظهرت التجارب أخيراً بأمريكا أن بعض هذه المواد - كمادة ٤,٢ د - تنتقل بسهولة نسبية في النباتات ، بينما بعضها الآخر كمادة ألفا نفتالين حامض الخليك ليست كذلك . كما وجد أن تأثيرها يعتمد في بعض الحالات على مقدار السكريات الموجودة في الخلايا النباتية ، وعلى ذلك فالنباتات النامية في الظلام لا تستجيب لتأثير بعض هذه المواد إلا إذا زودت بالمحاليل السكرية ، وهذه الملاحظات يجب الاهتمام بها كأساس لتقدير مدى انتقال السكريات في النبات . كذلك يجب الاحتراس عند استعمال هذه المواد ، فإن استعمال تركيز ١ - ٥ أجزاء في المليون مثلاً من مادة ٤,٢ د يؤدي إلى عقد ثمار الطماطم دون تلقيح ، ولكن استعمال تركيز ١٠٠ - ١٥٠ جزءاً في المليون يجعل نباتات الطماطم تنمو بطرق شاذة غير مرغوبة .. إذ تستدق الثمار وتصبح فارغة ذات جدار جلدي ، وتكون النوات الجديدة رفيعة مغزلية ، ويصحب ذلك ظهور أعراض على النباتات تشبه أعراض مرض الفيرس لأنها لا تنتقل إلى النباتات السليمة إذا ما طمعت عليها .

ولقد كان تأثير بعض المواد المنظمة للنمو إذا استعملت بتركيزات عالية سبباً في اكتشاف مبيدات الحشائش الاختيارية أو النقادة *Selective weed killers* التي تفتك بالحشائش النامية بمحاصيل الغلال أثناء قيامها بالحقل دون أن تلتحق أذى بالمحاصيل نفسها ، والفكرة الأساسية في هذه المواد أن النباتات عريضة الأوراق التي توجد كحشائش في حقول الغلال مثل القزلا *Charlock* والضحياء *Thistles* تحجز أوراقها جزءاً كبيراً من السائل المبيد أثناء عملية الرش ، بينما ينزلق هذا السائل عن السطوح الشمعية لأوراق نباتات الغلال فتتجو من ضرره لذلك لتهلك الحشائش ذات الأوراق الشمعية الموجودة بالحقول العاملة لأن السائل يتجمع في كرات صغيرة تنزلق بسهولة عن هذه الأوراق حتى ولو كانت عريضة . فإذا ما

استقر السائل المبيد على سطوح الأوراق فإنه يوقف نمو الأوراق الموجودة ثم ينتقل تأثير المبيد خلال النبات أعلى وأسفل المكان انذى رش عليه فيمنع تكوين الأوراق الجديدة ، كما يجعل النبات يحرق المواد المخزنة في الأوراق والسوق والجذور ويتم تأثير المبيد في القضاء على الحشائش في مدة تتراوح بين اسبوع وثلاثة أسابيع حتى ينتهى احتراق جميع المواد المخزنة .

فالحقيقة أن مبيدات الحشائش الاختيارية لاتختار بين الحشائش والمحاصيل ، ولكنها تختار في الواقع بين نباتات مختلفة في طبيعة نموها أو في صفاتها المورفولوجية مما يجعل هذه النباتات تهلك أو تقاوم تأثير هذه المبيدات .

وقد وجد عموماً أن رطلاً واحداً من مادة ٤,٢ د إذا أذيب في ١٠٠ جالون ماء فإنه يقضى على الحشائش عريضة الأوراق في الفدان من القمح . كذلك تستعمل هذه المادة في القضاء على الحشائش عريضة الأوراق التي تظهر في المسطحات الخضراء ، برش هذه المسطحات بمحلول يحتوى على ١٪ من مادة ٤,٢ د وفي أمريكا يخلط  $\frac{1}{4}$  - ٢ رطل من هذه المادة مع ٦٠٠ رطل من أحد الأسمدة الصناعية ثم تنثر على فدان من المسطحات الخضراء .

إلا أنه يجب استعمال مادة ٤,٢ د بحذر ، فإن بقاء هذه المادة في الاراضى الزراعية يؤخر إنبات ونمو محاصيل الحقل كالقطن والطماطم فهما من أكثر المحاصيل حساسية لهذه المادة . هذا عرض سريع موجز للمواد المنظمة لنمو النباتات وأوجه الاستعمالات المختلفة لها ، وأننا الآن في انتظار ماسوف يأتي به المستقبل القريب من تقدم عظيم ، نتيجة الأبحاث المستمرة على هذه المواد ، سوف يحدث انقلاب هام في كثير من النظريات العلمية التي نعتقد الآن بصحتها ، ولكنه سيؤدى في النهاية إلى زيادة معلوماتنا عن التحول الغذائى في الخلايا النباتية . فكل خلية نباتية تحوى « معملاً » كيمياوياً تهدم فيه بعض المواد وتكوّن في نفس الوقت مواد أخرى على درجة كبيرة من التعقيد دون أن تلجأ إلى استعمال درجات مرتفعة من الحرارة أو ضغطاً عالية .. وسيعرف يوماً ما بوضوح ذلك الدور الهام الذى تقوم به المواد المنظمة لنمو النباتات وسيكون ذلك حدثاً هاماً في عالم صناعة المواد الكيماوية .