موتًا فجائيًا لكل من نباتات الفراولة والحشائش فى المساحة المتأثرة، كما تكون المساحة الدائرية ذات حدود واضحة. وفى حالات البرق لا تظهر أى علامة لإصابات مرضية، ولا تزداد مساحة المنطقة المتأثرة باستثناء أن النباتات الطرفية فيها قد تموت بعد عدة أيام من موت النباتات التى توجد فى مركزها.

تأثير البَرَدْ

تزداد الأضرار من البَرَدْ خاصة أثناء الإزهار ونضج الثمار، فتجرح الثمار، وتظهر الآثار على الثمار غير الناضجة على صورة ندب بنية اللون، مما يجعلها غير صالحة للتسويق حين نضجها.

وتوفر الأوراق حماية لتاج النبات من أضرار البَرَدْ. وعلى الرغم من أن أنصال الأوراق قد تتمزق وأن أعناقها قد تنكسر بفعل البَرَدْ، فإن النباتات سريعًا ما تستعيد نموها الطبيعى (Mass ١٩٩٨).

تأثير ملوثات الهواء

تعد نباتات الفراولة أكثر تحملاً لملوثات الهواء عن عديد من الخضر الأخرى، ومن بين تلك الملوثات الأوزون، وثانى أكسيد الكبريت، والفلوريد. فمثلاً .. تتحمل أوراق الفراولة تركيزات تصل إلى ٠,٥ جزء فى المليون من الأوزون، وجزء واحد فى المليون من ثانى أكسيد الكبريت.

التأثير الفسيولوجى لبعض العوامل الأرضية

ملوحة التربة وماء الرى

تعد الفراولة من أكبر محاصيل الخضر حساسية للملوحة الأرضية؛ فلا تجوز – بداية – زراعتها فى تربة يزيد فيها تركيز الأملاح عن ١,٥ ملليموز/سم (٩٦٠ جزءًا فى المليون من الأملاح) أو ريها بمياه يزيد فيها تركيز الأملاح عن ٧٥٠ جزءًا فى المليون، كما لا تجوز زراعتها فى تربة رديئة الصرف أو ضعيفة النفاذية؛ ذلك لأن التربة الرديئة الصرف تتراكم على سطحها الأملاح باستمرار بعد تبخر الماء الذى يصل إلى

سطح التربة – من الماء الأرضى – بالخاصية الشعرية، أما التربة الضعيفة النفاذية فإنها لا تسمح بغسيل الأملاح – كلما دعت الضرورة إلى ذلك – بإعطاء كميات زائدة من مياه الرى. وغنى عن البيان أن تراكم الأملاح يحدث تلقائيًا حتى وإن لم يرتفع تركيز الأملاح فى ماء الرى عن ١٠٠ جزء فى المليون؛ مما يتطلب غسيل الأملاح المتراكمة فى التربة بالرى بكميات زائدة من الماء وبدون تسميد كلما وصل تركيز الأملاح فى التربة إلى ٩٠٠ جزء فى المليون.

وأكثر الأيونات تأثيرًا على نباتات الفراولة هما أيونا الكلورين والصوديوم، ولكن الفراولة حساسة لارتفاع الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى أيًّا كانت الأملاح السائدة فيه.

ويعتبر احتراق حواف وقمة أوراق الفراولة دليلاً قويًّا على التسمم من الكلورين أو الصوديوم. هذا إلا أن تلك الأعراض يمكن أن تحدث بفعل عوامل أخرى، مثل ظروف الجفاف أو التسمم بالبورون. ولذا .. فإن تحليل الأوراق قد يكون ضروريًّا لتحديد سبب احتراق حوافها، ويكون أيونا الكلورين والصوديوم هما سبب الاحتراق عندما يزيد تركيز الكلورين عن ٠,٥٪، أو تركيز الصوديوم عن ٠,٢٪.

يؤدى تراكم الصوديوم إلى ضعف قوة النمو النباتى، وتأخيره، وإلى زيادة معدلات موت النباتات عن المعدل الطبيعى. ويعتبر الاحتراق البسيط أو المتوسط لقمة وحواف الأوراق أمرًا شائعًا عند ارتفاع ملوحة التربة، ولكن تزداد شدة الاحتراق فى الجو الحار الجاف عما فى الجو البارد الرطب. كما تؤدى الملوحة العالية إلى ضعف تكوين الجذور فى النباتات الصغيرة وعدم تكوين جذور دقيقة، وهى التى تكون نشطة فى عملية الامتصاص، وتكون الجذور سميكة. وتفشل نباتات المدادات غالبًا فى تكوين جذور جديدة على سطح التربة. أما النباتات الكبيرة ذات النمو الجذرى المتعمق فى التربة فإنها تكون – عادة – أكثر تحملاً للملوحة (Mass ١٩٩٨).

وقد أدت زيادة تركيز الملوحة فى المحاليل المغذية بمزارع الصوف الصخرى من ٢,٦ إلى ٨,٦ ملى موز/سم إلى زيادة تركيز الكلورين من ٠,٠٣٪ إلى ٠,٦١٪ (على أساس الوزن الجاف)، ونقص تركيز النترات فى العصير الخلوى لأعناق الأوراق من ١٠,٥١

إلى ٣,٦٠ مجم/مل، هذا بينما لم يتأثر – على أساس الوزن الجاف – تركيز كلا من البوتاسيوم، والصوديوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم بزيادة تركيز الملوحة (Awang & Atherton ١٩٩٤).

كما أدت زيادة تركيز الملوحة في مزارع الصوف الصخري من ٢,٥ إلى ٨,٥ ملليموز/سم إلى نقص محصول الثمار، وصاحب ذلك نقصًا في محتوى الثمار من الرطوبة، وزيادة في نسبة محتواها من المادة الجافة (من ٨,٣٢٪ عند ملوحة ٢,٥ ملليموز/سم إلى ٩,٧٨٪ عند ملوحة ٨,٥ ملليموز/سم). وعلى الرغم من أن تركيز السكريات المختزلة والأحماض – على أساس الوزن الجاف – لم يتأثر بمعاملة الملوحة، فإن تركيزهما النسبي – على أساس الوزن الرطب – ازداد بنقص محتوى الثمار من الرطوبة. هذا ولم تكن للملوحة أي تأثيرات على صلابة الثمار أو لونها (Awang وآخرون ١٩٩٣).

وبينما أحدث تعريض نباتات الفراولة للملوحة العالية – بصورة دائمة – نقصًا جوهريًا في النمو النباتي والمحصول، فإنها أدت كذلك إلى تحسين جودة الثمار. وقد كان النقص في المحصول مرتبطًا بنقص في عدد النورات الزهرية؛ مما حدا ببعض الباحثين إلى اقتراح تأخير تعريض النباتات للملوحة العالية – في الزراعات اللاأرضية – للسماح بتكوين نمو خضري قوي قبل الإزهار، فلا يتأثر المحصول، بينما تتحسن نوعيته؛ ذلك لأن محصول الفراولة يعتمد بدرجة عالية على عدد النورات الزهرية، الذي يعتمد – بدوره – على عدد الأوراق والتيجان. كذلك فإن محصول الفراولة يرتبط سلبيًا مع الوزن الكلي للأوراق؛ مما يعني أن الشد الذي تضعه الملوحة على النمو الورقي يمكن أن يؤثر إيجابيًا على المحصول.

وقد أظهرت دراسات Awang & Atherton (١٩٩٥) أن عدد أوراق النبات (من ١٢ إلى ٦٠ ورقة/نبات) عند بداية المعاملة بالملوحة (من ٢,٦ إلى ٨,٩ ملليموز/سم في المحاليل المغذية بالزراعات اللاأرضية) لم يكن له تأثير على النقص في النمو الخضري والإزهار الذي سببته معاملة الملوحة. ولم يحدث نقص في عدد الثمار إلا عندما عرضت النباتات ذات الستين ورقة لأعلى مستوى من الملوحة (٨,٩ ملليموز/سم)، وهي المعاملة التي أحدثت – كذلك – نقصًا في المحصول الكلي (الجاف والطازج) في جميع الأحجام النباتية ما عدا أصغرها (١٢ ورقة).

جفاف التربة

نظرًا لأن معظم المجموع الجذرى لنباتات الفراولة يوجد فى الخمسة عشر سنتيمترًا العلوية من التربة .. فإن أى نقص فى الرطوبة الأرضية – وخاصة إذا رافقته رياح قوية، أو رطوبة منخفضة، أو حرارة عالية – يمكن أن يسبب شدًّا رطوبيًّا بالنباتات.

وإذا حدث الشد الرطوبى أثناء فترة اكتمال نمو الثمار، فإنه يحد من زيادتها فى الحجم، ويؤدى إلى تلون كأس الثمرة باللون البنى (وهو الحالة التى تعرف باسم brown cap)، وقد يؤدى فى الحالات الشديدة إلى جفاف الثمار ذاتها.

كذلك يؤدى الجفاف إلى منع تجذير نباتات المدادات فى المشاتل، حيث تموت القمة النامية بالجذور.

ويؤدى استمرار تعرض النباتات للذبول لعدة أيام – تحت ظروف الجفاف – إلى موت الأوراق السفلى، وإلى نقص فى النمو الخضرى ومعدل النتح، كما يلى (عن El-Farhan & Pritts ١٩٩٧):

دلائل النمو المتأثرة بالجفاف	النقص (٪)
عدد الأوراق/نبات	٤٤
عدد المدادات/نبات	٧٣
عدد التيجان/نبات	٨٤
الوزن الجاف للأوراق	٦١
الوزن الجاف الكلى	٤٠
دليل المساحة الورقية LAI	٥٠
النتح	٤٥

وقد أدى تعريض نباتات الفراولة للجفاف بصورة دائمة إلى نقص عدد الثمار بنسبة ٣٠٪، والمحصول بنسبة ٨٠٪، كما أدى إلى صغر حجم الثمار، ونقص وزنها الجاف، وإسراع نضجها.

وقد حُصل على أعلى محصول من الفراولة بالمحافظة على الرطوبة فى التربة أعلى من ٦٥٪ من السعة الحقلية.

وقد اتخذت ظاهرة الإدماع guttation – أحيانًا – كدليل على وفرة الماء الأرضى للنمو النباتى، ولكن الإدماع لايحدث إلا فى الأوراق الحديثة.

وتجدر الإشارة إلى أن *F. chilonesis* أكثر قدرة على تحمل ظروف الجفاف، وأكثر كفاءة فى الاستفادة من الماء المتاح له عن كل من *F. virginiana*، وأصناف الفراولة التجارية.

وتوجد اختلافات بين أصناف الفراولة فى قدرتها على تحمل الجفاف، وفى مدى تعمق إنتشار نموها الجذرى (عن El-Farhan & Pritts ١٩٩٧).

وتؤدى معاملة نباتات الفراولة – تحت ظروف الشدّ الرطوبى – بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate إلى خفض معدل النتح، وإلى إحداث تغيرات فى النشاط الأيضى بما يجعل النبات أكثر قدرة على تحمل الشد الرطوبى (Wang ١٩٩٩).

غدق التربة

يُحدث استمرار غمر التربة بالماء أو هطول الأمطار باستمرار لعدة أيام أضرارًا كثيرة بنباتات الفراولة فالأمطار يمكن أن تؤدى إلى تشقق الثمار عند الأكتاف، كما أن غدق التربة يمكن أن يؤدى إلى ظهور حالة الثمار الألبينو (Mass ١٩٩٨).

علاقة العوامل الأرضية غير المناسبة بعفن الجذور الأسود

كثيرًا ما تشاهد بعض نباتات الفراولة وقد ضعف نموها ومحصولها، وإذا ما فحصت جذور هذه النباتات فإنها تظهر سوداء اللون، وهى حالة تعرف بعفن الجذور الأسود black root rot، ويسبب هذا العفن عديدًا من الفطريات، من أهمها: *Rhizoctonia fragariae*، و *Pythium* spp.، وكذلك النيماتودا *Pratylenchus penetrans*. ومن بين أهم العوامل التى تجعل نباتات الفراولة أكثر حساسية للإصابة بهذا المرض: اندماج التربة وضعف مساميتها، ونعومة حبيبات التربة، وعدم الزراعة على مصاطب مرتفعة، وزيادة عمر المزرعة وخاصة فى الزراعات المعمرة (Wing وآخرون ١٩٩٥).

تكثر حالة عفن الجذور الأسود عند زراعة الفراولة فى الأراضى غير المعقمة. ويلاحظ أن مختلف المسببات المرضية تصيب فى البداية الجذور الدقيقة الماصة؛ مما يؤدى إلى

اكتسابها لونًا أسود وموتها، ويتبع ذلك إصابة وموت الجذور الأولية (عن Fort & Shaw ٢٠٠٠).

تأثير الميكوريزا

أدى تلقيح جذور شتلات الفراولة بفطريات الميكوريزا *Glomus macrocarpum*، و *G. versiforme* إلى زيادة المحصول عما فى النباتات التى لم تلقح، وذلك فى الجزء الأخير من موسم الحصاد، ولكن اختلفت كثيرًا أصناف الفراولة فى استجابتها لمختلف أنواع وسلالات الميكوريزا (Chávez & Ferrara-Cerrato ١٩٩٠).

كذلك أدت معاملة نباتات الفراولة بفطر الميكوريزا *Glomus intraradices* إلى إحداث زيادة جوهرية فى كل من: ارتفاع النبات، والمساحة الورقية، وعدد الأوراق تناسبت طرديًا مع الزيادة فى عدد جراثيم الفطر التى لقحت بها النباتات من ٧٥٠ إلى ١٢٠٠٠ جرثومة/نبات، وكان الحد الأدنى المستعمل كافيًا لإحداث تأثير إيجابى على النمو النباتى (Silva وآخرون ١٩٩٦).

أهمية الهرمونات الطبيعية ومعاملات منظمات النمو فى عقد الثمار ونموها

يظهر الأوكسين الحر فى الثمار الحقيقية للفراولة بعد ٤ أيام من تفتح الزهرة، وتظهر كميات بسيطة منه فى التخت الزهرى بعد ٧ أيام أخرى، ويصل إلى أعلى تركيز له فى كل من الثمار الحقيقية والتخت الزهرى قبل مرحلة التلون الأبيض للثمرة، وبعد ذلك ينخفض – تدريجيًا – مستوى الأوكسين الحر فى التخت الزهرى، ثم فى البذور الحقيقية، وذلك مع بدء تلون الثمرة باللون الأحمر (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

وقد وجد Nitsch أن إزالة أمتعة الأزهار (أو الثمار الفقيرة) فى أى مرحلة – قبل أن تكمل تكوينها – أدى إلى وقف نمو التخت الزهرى، بينما أدت إزالة بعضها فقط إلى إنتاج ثمار مشوهة، حيث لم يستمر نمو التخت الزهرى إلا فى الأجزاء المحيطة بالثمار الفقيرة المتبقية فقط. ويتناسب وزن الجزء اللحمى (الثمرة المأكولة) مع عدد الثمار الفقيرة الموجودة به.