الباب الثالث

الظروف البيئية داخل الأنفاق البلاستيك

نظرا لأن الفيلم البلاستيكى المغطى للأنفاق يمثل فاصل بين داخل النفق والهواء الخارجى لذلك يختلف المناخ داخل الصوبة البلاستيكية عن المناخ خارجها — وبصفة عامة يكون لهذا المناخ المختلف داخل الصوب تأثير جيد على نمو النباتات وينعكس على الأنتاجية العالية والجودة الأفضل — وأهم العوامل المناخية للنبات هى : الضوء — الحرارة — ثانى أكسيد الكربون — الرياح وكذلك الرطوبة النسبية .

أولا : النظام الضوئى فى البيوت البلاستيكية

تحتاج النباتات لبناء المواد العضوية المختلفة إلى الماء والعناصر الغذائية التى نحصل عليها من التربة وتحتاج أيضا وبصفة أساسية إلى ثانى أكسيد الكربون — والطاقة الضوئية وهى المكونات الأساسية اللازمة لبدء عملية التمثيل الضوئى . والمصدر الطبيعى للطاقة الضوئية هو الشمس — ولا تستفيد النباتات من الطيف الضوئى ككل وأنما من الأشعة الشمسية التى تتراوح أطوالها من ٦٣٠ — ٧٥٠ NM — بينما تتراوح أطوال موجات الأشعة فوق البنفسجية من ٢٩٠ — ٣٦٠ NM وأطوال الأشعة تحت الحمراء من ٧٦٠ — ٣٠٠٠ NM — ويتوقف النظام الضوئى داخل الصوب البلاستيكية على العوامل الانشائية (نوع البلاستيك المستخدم) — وعلى الظروف الطبوغرافية والجوية للمنطقة — فالأشعة الشمسية الواصلة إلى الأرض منها أشعة مباشرة وأشعة منتثرة — وللأشعة المباشرة أهمية أساسية للعمليات الفسيولوجية للنبات — وكلما كانت الشمس عالية فوق الأرض كلما أصبحت الأشعة المباشرة أكثر من الأشعة المنتثرة — وللظروف الجوية تأثير على هذين النوعين — فحينما يكون الجو غائما ويسوده الضباب

تكون الأشعة المنتشرة هى الواصلة إلى النباتات — وكلما كان الجو صحوا كلما زادت الأشعة المباشرة لذلك كان لتلوث الجو من المصانع القريبة من مكان الزراعة تأثير على كمية الأشعة المباشرة الواصلة إلى النباتات .

كذلك فأن الأشعة الشمسية الواقعة على السطح الخارجى للغطاء (pE) لا تنفذ كلها إلى داخل الصوبة — فجزء من هذه الأشعة تحتفظ به العناصر غير الشفافة فى جسم البلاستيك وجزء آخر يمتصه البولى ايثيلين (pE) وجزء ثالث ينعكس — لذلك فان كمية الأشعاع الشمسى النافذ إلى داخل النفق أقل مما يقع فى الوسط الخارجى — وتشير الدراسات إلى أن الأشعاع الكلى داخل الأنفاق البلاستيكية يتراوح بين ٤٠ . ٧٠٪ من كمية الأشعاع الخارجى — ويرجع سبب زيادة كمية الأشعة المنتشرة فى الأنفاق البلاستيكية إلى قطرات الماءالمكثفة ليلا والمتكونة على السطوح الداخلية للأنفاق وقد أمكن التغلب على هـــذه الظاهرة بأنتاج أنواع من البولى ايثيلين الذى لا يسمح بتكون قطرات المـاء حيث يمكن تجميع هذه القطرات وتسير حتى تسقط على جوانب النفقويعرف هذا النوع بأسم snn clear وأستخدام هذا النوع يؤدى إلى زيادة فى كمية الضوء التى تمر من خلال pE بنسبة ٢٠٪ والتى كانت تنعكس بفعل قطرات المـاء — كذلك تؤثر درجة أتساخ سطوح البلاستيك بالغبار أو الدخان على قدرتها على نفاذ الأشعة الضوئية — كذلك تقل نفاذية البلاستيك للضوء بتكرار أستخدامه أكثر من مرة حيث تقل نفاذية أنواع الـ pE بمعدل ٦ — ٨٪سنويا pE المعامل ضد الأشعة فوق البنفسجية بمعدل ٥ — ٧٪ سنويا — بينما تقل نفاذية EVH للضوء ٦ — ٨٪ فى أول سنة فقط وبعد ذلك لا تتأثر درجةنفاذيته بزيادة فترة أستخدامه .

أيضا يفضل أن يكون أتجاه الأنفاق من الشرق للغرب لتأمين أكبر كمية ممكنة من الضوء طوال اليوم — كذلك يمكن زيادة كمية الأضاءة داخل الأنفاق بجعل شكل السطوح يشكل مع الأشعة الواقعة زاوية ٤٥د — حيث وجد أن الأشعة داخل الأنفاق تكون أفضل بكثير عند زاوية ٤٥د بالمقارنة مع زاوية ١٥د أو الأكثر من ٤٥د .

وتختلف شدة الأشعة الشمسية الواردة إلى سطح الأرض بأختلاف فصول السنة فهى تقل فى الشتاء وتزداد فى الصيف — كما تتغير أثناء النهار حيث تكون أقل ما يمكن عند الشروق والغروب بينما تكون أكبر كمية أشعاع وقت الظهيرة وأيضا تختلف كمية الأشعاع النافذة للأنفاق تبعا لحالة الجو فتكون فى الأيام الصحوة أكبر منها بمعدل ١ — ٣,٥ عن الأيام الغائمة .

ولشدة الضوء تأثير كبير على عملية التمثيل الضوئى — حيث تزداد هذه العملية بزيادة شدة الأضاءة حتى تصبح أحد العوامل الأخرى المؤثرة فى عملية التمثيل الضوئى محددا .

وفى مصر تعتبر شدة الأضاءة كافية خلال فترة الشتاء وليس هناك حاجة للأضاءة الصناعية ولكن يمكن الأسراع من أنتاج شتلات المحاصيل التابعة للعائلة الباذنجانية مثل الطماطم والفلفل والباذنجان وكذلك محاصيل العائلة القرعية كالخيار وذلك عند زراعة البذور فى الصوب البلاستيكية بهدف أنتاج شتلات خلال أشهر ديسمبر ويناير لزراعتهـا تحت الأنفاق أو فى الأرض المكشوفة حيث تؤدى الأضاءة الصناعية خـلال أشهر ديسمبر ويناير إلى الأسراع فى الفترة اللازمة لأعداد شتلات الطماطم من ٤٠ — ٥٠ يوم فى الأضاءة العادية إلى ٢٥ — ٣٠ يوم ولخيار من ٢٥ — ٣٥ يوم إلى ١٥ — ٢٥ يـوم .

وتزداد شدة الأشعاع الشمسى فى مصر فى الربيع وأوائل الصيف لذلك لابد من اللجوء إلى التظليل لحماية النباتات ولأطالة موسم النمو — وكما سبق القول يمكن أستعمال ستائر من الكتان الأبيض كما تستخدم طريقة طلاء الأسطح الخارجية بالجير (بمعدل ٢ كيجم جير / ٢٠ لتر ماء) على أن يزال هذا الطلاء فى الخريف .

ثانيا : النظام الحرارى داخل البيوت البلاستيكية :

اذا أعتبرنا البيت البلاستيكى المستعمل لحماية المزروعات كهيكل محاط بغشاء شفاف فمن الطبيعى أن يكون المناخ داخله له تفاعل مباشر بالمناخ الخارجى — لا سيما فى مستوى الحرارة ذلك لأن الغشاء الذى يتصدى للرياح لا يمنع بصفة كلية تسرب الحرارة ويقع هذا التفاعل بثلاث طرق مختلفة :—

١ — فى صورة أشعة تخترق الغطاء الشفاف .

٢ — من خلال قدرة الغشاء على توصيل الحرارة من الهواء الداخلى والخارجى .

٣ — من خلال تسرب الهواء الداخلى إلى الخارج والهواء الخارجى إلى الداخل .

هذا وفى خلال النهار نجد أن ٧٠ — ٨٠٪ من أشعة الشمس تخترق الغشاء وتتسبب فى أرتفاع درجة حرارة الهواء والتربة كما تساعد النباتات على تكثيف نشاطها وذلك بتحويل المواد المعدنية التى تمتصها من التربة والكربون والماء من الهواء إلى مواد عضوية وهذا يفسر جزئيا أرتفاع الأنتاج المبكر والأجمالى للزراعات تحت الصوب البلاستيكية بالنسبة للزراعات المكشوفة — أما فى الليل فبغروب الشمس تنفض درجات الحرارة خارج البيت ويبدأ تسرب الحرارة الى الخارج فى صورة أشعاع من خلال تدفق الحرارة التى أختزنتها التربه أثناء النهار كما تتسرب الحرارة بالتوصيل الحرارى للغشاء ومع خروج الهواء من خلال عدم أحكام سد الأبواب والنوافذ .

وتختلف قدرة الأغطية المختلفة فى قدرتها على منع أنعكاس الأشعة من داخل النفق تبعا لنوع البلاستيك — فالأغطية المصنوعة من البولى ايثيلين تمنع فقط ٢٦٪ من الأشعة المنبعثة — بينما تصل هذه النسبة إلى ٩٠٪ عند أستخدام البلاستيك المصنوع من PVC ... والفارق الحرارى بين حرارتى النفق والوسط الخارجى تختلف بأختلاف المنطقة وتتراوح من ٢,٥ — ٦ د.م ويزداد هذا الفرق بأتجاه الشمال الجغرافى عن الجنوب — وكذلك يزداد هذا الفارق فى الأيام المشمسة ويصل إلى ١٥ دم — بينما فى الأيام الغائمة يصل إلى ٥ دم — وعند أغلاق البيت فى الأيام المشمسة قد تصل درجة الحرارة بداخله إلى ٤٥دم

كذلك يلاحظ أختلاف فى درجة الحرارة داخل النفق بأختلاف الأرتفاع فدرجة الحرارة على أرتفاع ١ سم فوق التربة تكون أعلى بحوالى ٢,١ دم عن أرتفاع ٢٠ سم وقد تصل إلى ٥,٣ دم على أرتفاع ١٥٠ سم .

وأوضحت الدراسات أن أتجاه النفق من الشرق للغرب يؤدى إلى أرتفاع درجة الحرارة داخل النفق عن أتجاه (شمال — جنوب) — كذلك تكون درجة الحرارة وسط البيت أعلى من جوانبه ويفضل فى حالة الخوف من حدوث صقيع أن تروى الأنفاق حيث يتشبع الهواء ببخار الماء ويقل بذلك فقد الحرارة عن طريق الأشعاع من التربة — كذلك يمكن أستخدام الوسادة المائية Water Matvess وهى عبارة عن أكياس أو خراطيم من البلاستيك الشفاف تملأ بالماء وتوضع بين خطوط الزراعة داخل البيوت البلاستيكية حيث يقوم الماء طوال النهار بتخزين أشعة الشمس ويبدأ فى تشعيعها ليلا مما يؤدى إلى رفع درجة حرارة النفق فى الأيام الباردة ليلا ويمنع التأثير الضار لأنخفاض درجة الحرارة على النباتات ... وفيما يتعلق بدرجة حرارة التربة داخل النفق

رابعا : التغذية الجوية

فهى أعلى من درجة حرارة التربة فى الوسط الخارجى بمعدل ٢ — ٣ دم على عمق ١٠ سم — ويزداد الفارق ليصل إلى ٧دم فى الأيام المشمسة وتكون درجة الحرارة مرتفعة عند سطح التربة بالنهار — وعلى العمق أثناء الليل — ويمكن أيضا بأستخدام الـ **Mulch** زيادة قدرة أحتفاظ التربة بالحرارة عن الوسط الخارجى — يوجد كذلك عدة طرق أخرى تستعمل لتخزين أكثر ما يمكن من الحرارة فى النهار تذكر منها غلق النوافذ المستعملة للتهوية فى الوقت المناسب أى بعد الزوال حين تبدأ درجات الحرارة فى الانخفاض — كما يجب أختيار الموقع الجغرافى المناسب الذى تكون فيه درجات الحرارة متقاربة بين الليل والنهار كما يفضل أن تكون التربة خفيفة وفيها مستوى الماء الأرضى بعيدحتى تسهل تدفئتها — كما توجد عدة طرق أخرى تساعد على المحافظة على الحرارة بالليل داخل البيت مثل :—

— أحكام غلق الأبواب والنوافذ .

— أختيار الغطاء المناسب والذى لا يسمح بتسرب نسبة كبيرة من الأشعة الحرارية ليلا .

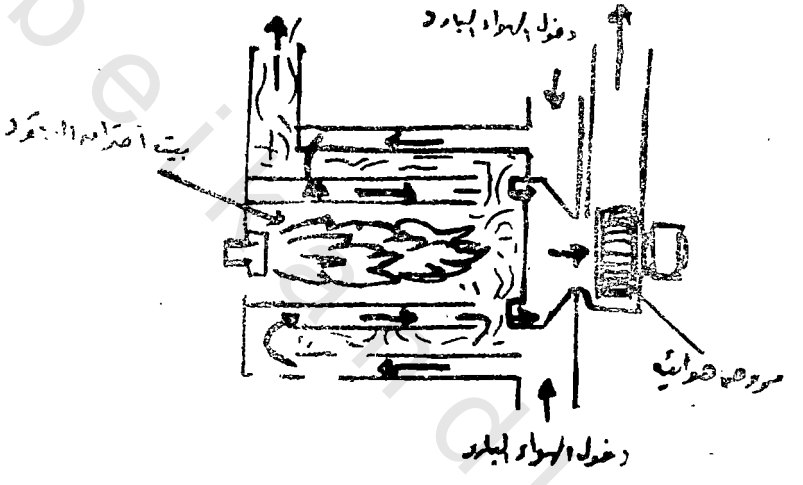
— وضع غطاء ثانى فوق الزراعات داخل البيوت للتقليل من تسرب الحرارة عن طريق الأشعاع والتوصيل .

طرق التدفئة :

قد تحتاج محاصيل بعض الخضر الصيفية المزروعة داخل البيوت البلاستيكية بجانب الأحتياجات السابقة التى من شأنها المحافظة على الحرارة أثناء الليل إلى التدفئة للمحافظة على الحد الأمثل من درجات الحرارة الملائمة لنمو النباتات أو أنتاج الشتلات . وتتم التدفئة الصناعية بواسطة أجهزة التدفئة والتى يمكن

تقسيمها إلى نوعين :—

— النوع الأول من الأجهزة ويستعمل فيه الماء كوسيلة للتخزين ثم لتوزيع الحرارة ويتكون من مولد بخارى يستعمل لرفع درجة حرارة الماء إلى ١٠٠ دم ومن أنابيب تستعمل لحمل الماء إلى كل أطراف البيت للتدفئة وتتم التدفئة نتيجة لأشعاع الحرارة من الأنابيب لتصل للنباتات والتربة مباشرة



شكل (٣٤)

— النوع الثانى من الأجهزة وفيه يستعمل الهواء كوسيلة لنقل الحرارة ويتكون هذا النوع من مولد حرارى ومن مروحة كهربائية لدفع الهواء الذى ترتفع درجة حرارته عند أتصاله بجدران بيت الأحتراق أو بالمولد نفسه والذى يتم توزيعه فى البيت بواسطة أنبوبة من البلاستيك السليم الذى يصل قطره وهو بحالة أنتفاخ ٦٠ سم — ناشراً الحرارة عن طريق الثقوب الدائرية (٦ سم) العديدة الموجودة على الجانبين وعلى طوال أمتداده ، والذى يعلق

بواسطة أسلاك على أرتفاع ٧٥ — ١٠٠ سم عن سطح الأرض . وبهذه الطريقة تكون درجة الحرارة حول النباتات القريبة من الأنبوب البلاستيكى وعلى أرتفاع ١ م لا تزيد إلا بمقدار ٢, — ٥.دم عن حرارة الهواء داخل النفق — ويتم تشغيل أجهزة التدفئة بواسطة منظمات حرارية Thermostats .

طرق التبريد داخل البيوت البلاستيكية :

يمكن خفض درجات الحرارة داخل البيوت باستعمال عدة طرق منها :

— الطريقة الأولى وغير المكلفة نسبيا وتتمثل فى أستعمال وسائل التهوية الموجودة فى البيت والتى يمكن أن تكون يدوية أو آلية (النوافذ والفتحات المختلفة رسم ٣٥) ، ويفضل أن تكون الفتحات أو النوافذ فى السقف أيضا وليس على الجوانب فقط . وفى حالة أشتداد هبوب الرياح تفتح فقط النوافذ غير المعاكسة لأتجاه الرياح وذلك لتفادى الأضرار التى قد تحدثها التيارات الهوائية — كذلك يلجأ أثناء الأيام المشمسة والحارة إلى رش السطح الخارجى البلاستيكى بالماء بالأضافة إلى رش الماء على ممرات الخدمة والجدران الداخلية حيث يساعد تبخر الماء على خفض الحرارة الداخلية .

— الطريقة الثانية : وتستعمل حين يشتد الأشعاع الشمسى وتصبح التهوية غير كافية للسيطرة على ارتفاع درجات الحرارة وتتمثل فى أستخدام مراوح هوائية فى الجانب الأو ط للبيت لأستخراج الهواء الساخن وتعويضه بالهواء الخارجى الذى يكون غالبا على درجة حرارة منخفضة نسبيا .

— الطريقة الثالثة — إذا كانت درجات الحرارة الخارجية مرتفعة بالنسبة لأحتياجات النباتات يجب تبريد الهواء الخارجى عند أدخاله للبيت وذلك بأستعمال مبرد الهواء الذى يتكون من الحشية المائية والمروحة (قد سبق شرحه فى باب سابق) .

ثالثا : الرطوبة النسبية داخل البيوت البلاستيكية :

يؤدى بخر الماء من التربة ونتح النباتات داخل البيوت البلاستيكية إلى زيادة تشبع الهواء بالماء وتزداد الرطوبة النسبية داخل الأنفاق — ولا تختلف أنواع الأغطية البلاستيكية أو سمكها أختلا فا كبيرا فى تأثيرها على نسبة الرطوبة داخل البيوت البلاستيكية وتزداد نسبة الرطوبة أثناء الليل ويتكثف الماء على السطح الداخلى للبيت ويمكن أن يتساقط بعد ذلك على هيئة رذاذ على النباتات مما يساعد على زيادة فرصة الأصابة بالأمراض وتقليل جودة المحصول — كذلك أثناء فترات سطوع الشمس الشديدة يزداد النتح والبخر من التربة وترتفع نسبة الرطوبة داخل البيوت خاصة إذا كانت محكمة الأغلاق حيث وصلت فى بعض الأحيان إلى ٧٠ — ٨٠٪ داخل البيوت عندما كانت فى الوسط الخارجى من ٣٠ — ٤٠٪ مما يتطلب معه السرعة فى التهوية — وللحد من تبخر الماء من سطح التربة يمكن أستعمال التغطية المباشرة لسطح التربة بالبلاستيك الأسود .

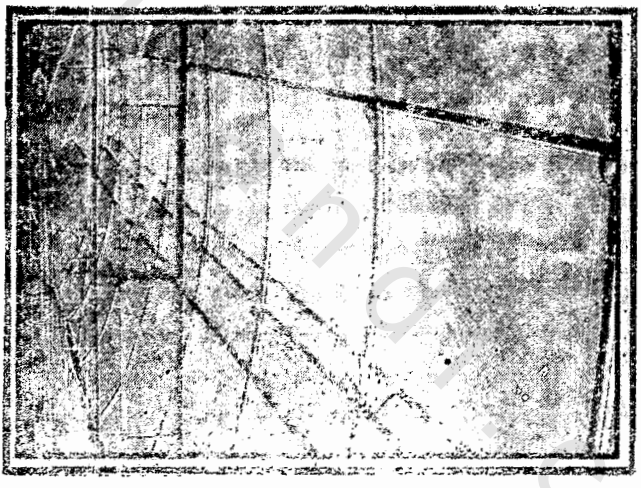
ويمكن عن طريق أتباع النقاط التالية تقليل نسبة الرطوبة الجوية لتجنب الضرر الناتج من زيادة الرطوبة داخل البيت :—

— ترشيد أضافة ماء الرى وتقليل كمياته إلى أقل حد ممكن وكذلك الحد من رش النباتات بالمبيدات بقدر الأمكان .

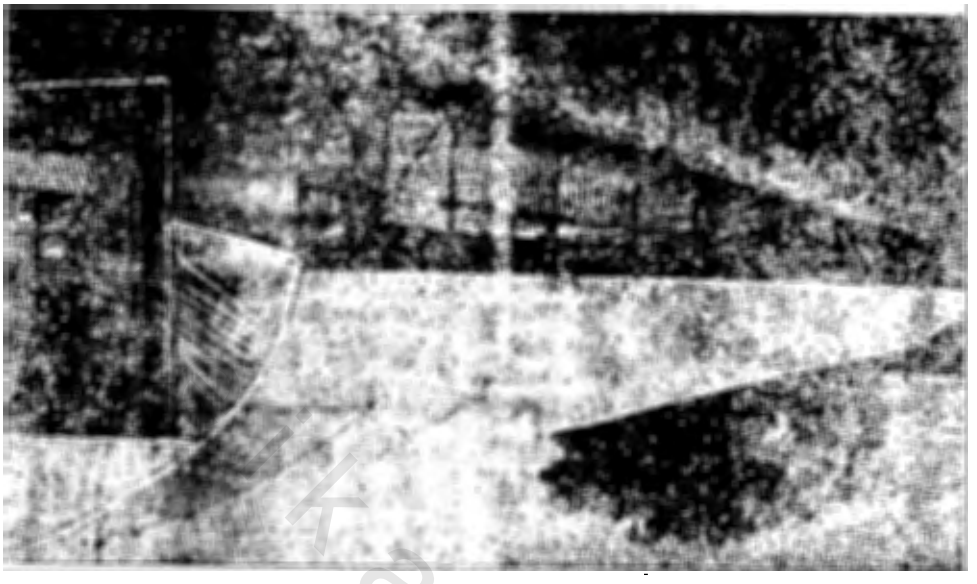
— التهوية الجيدة والسريعة عند أرتفاع درجات الحرارة خاصة عند منتصف النهار .

— زيادة درجة التهوية عند أرتفاع الرطوبة بأستخدام المراوح .

يمثل ثانى أكسيد الكربون أهم جزىء عضوى يشترك فى عملية التمثيل الضوئى فى النباتات حيث يتم أمتصاص غاز ثانى أكسيد الكربون من خلال الثغور من الهواء الجوى ويدخل إلى البلاستيدات الخضراء التى تتم فيها عملية التمثيل الضوئى . وتصل نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو إلى ٠٣٠٠٪ من حجم الهواء المحيط بالنباتات — وقد تختلف هذه النسبة نوعا ما فتزيد فى الصوب وبالقرب من سطح التربة وفى مراقد البذور الدافئة كنتيجة لتحلل المادة العضوية — وعلى الرغم من أن هذا التركيز يبدو صغيرا إلا أن الكمية الفعلية



صورة رقم (٣٥) : التهوية بواسطة نوافذ علوية فى السقف



صورة رقم (٣٦) : التهوية بأستخدام البلاستيك المثقب الذى يمكن تغطيته ببلاستيك غير مثقب .

لثانى أكسيد الكربون الموجودة فى الجو كبيرة جدا . ولا يعتبر ثانى أكسيد الكربون عاملا محددا أو مؤثرا على النمو الا إذا كانت العوامل الأخرى مثالية فقد وجد أنه فى هذه الحالة ، عندما تكون كل العوامل مناسبة ومثالية للنمو السريع فان زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون تعمل فعلا عـــلى زيادة النمو والتبكير فى الأزهار والأثمار وذلك لعلاقته المباشرة بعملية البناء الضوئى . ولقد أجريت تجارب فى الصوب الزجاجية بحيث أمكن التحكم فى أمدادات ثانى أكسيد الكربون بينما كانت العوامل البيئية الأخرى غير محدودة للنمو وأوضحت نتائج هذه الدراسات على أن الوزن الجاف لنباتات الخيار قد زاد بنسبة ٦٠٪ عندما سمح لها بالنمو فى جو يحتوى على غاز ثانى أكسيد الكربون بتركيز ٠,٣١٢٪ وذلك بمقارنتها بنباتات تمت فى جو بتركيز عادى من الغاز

٠,٠٣٪ — وتم الحصول على نتائج مشابهة فى محاصيل الطماطم والبطاطس ، والبنجر . ويختلف تركيز ثانى أكسيد الكربون داخل البيوت البلاستيكية عن الهواء الجوى الخارجى — ذلك لأن الأغشية المستعملة فى التغطية غير منفذة للهواء — كذلك يختلف تركيز ثانى أكسيد الكربون بأختلاف الفترة من النهار أو الليل — فى حالة الأنفاق المغلقة يمكن أن تنخفض نسبة ثانى أكسيدالكربون فى الهواء الداخلى للبيت أثناء النهار لتصل ٠,٠٠٧٪ مما يعيق عملية التمثيل الضوئى ويقلل من كفاءة تكوين المادة العضوية بالنباتات وفى ساعات الليل يزداد تركيز ثانى أكسيد الكربون حتى يصل ضعف تركيزه فى الهواء الخارجى نتيجة لتنفس النباتات . ومع بداية ساعات النهار وبدأ عملية التمثيل الضوئى فى النباتات يبدأ تركيزه فى الأنخفاض مرة أخرى تبعا لدرجة النمو الخضرى للنباتات المنزرعة حتى يصل إلى أقل تركيز فى نهاية النهار وخاصة فى فترات الشتاء حيث تقل المدة التى تفتح فيها الأنفاق بالأضافة إلى أنخفاض درجة الحرارة مما يقلل من العمليات الحيوية بالتربة التى تؤدى إلى زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون — وتصبح بذلك كميته منخفضة وغير كافية لعملية التمثيل . لذلك كان من الضرورى توفير نسبة كافية منه خاصة فى الشتاء .

هذا ويفضل أمداد الهواء داخل الأنفاق بهذا الغاز خلال ساعات النهار فقط لتوفر الضوء وقيام الأوراق بعملية التمثيل الضوئى وذلك بمعدل مرتين كل يوم ولمدة ٢ — ٤ ساعات كل مرة على أن تتم الدفعة الأولى فى ساعات الصباح والثانية بعد الظهر .

وهناك عدة طرق يمكن بواسطتها أمداد صوب البلاستيك بغاز ثانى أكسيد الكربون :

١ — أستخدام ثانى أكسيد الكربون الناتج من تحلل الأسمدة البلدية : —

يجب أستعمال أسمدة تامة التخمر لأن الأسمدة غير المتخمرة ينتج عنها بالأضافة إلى غاز ثانى أكسيد الكربون بعض الغازات السامة كالنشادر حيث يؤدى أرتفاع تركيزه عن ١,٠٪ إلى ظهور أعراض السمية بأحتراق حواف الأوراق وتضاف الأسمدة البلدية المتحللة بمعدل ١٠ كجم / م٢ ويظهر تأثيره خاصة فى الأيام المشمسة التى تساعد على رفع درجة حرارة التربة وزيادةعملية تحلل هذه المواد العضوية مما يؤدى إلى رفع نسبة ثانى أكسيد الكربونإلى حوالى ٤,٠٪ فوق سطح التربة وإلى حوالى ١٣,٠٪ حول الأوراق .

٢ — أستخدام ثانى أكسيد الكربون السائل المعبأ فى أسطوانات حيث يتم توزيعه داخل البيوت البلاستيكية عن طريق شبكة من الأنابيب المطاطية أو البلاستيكية المثقبة .

٣ — أستخدام غاز ثانى أكسيد الكربون الناتجة من حرق غازاتأخرى حيث يتم حرق غاز البروبان فى مواقد خاصة — ويستعمل أيضا غازالكيروسين بنجاح فى هولندا وألمانيا الأتحادية .