مجله هواشناسی کشاورزی
جلد ۱، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۲، ص.۳۶- ۲۶

Journal of Agricultural Meteorology
Vol. 1, No. 1, Spring &Summer. 2013, p. 26-36

بررسی روابط گرمایی و رطوبتی و باردهی خیار در خُرداقلیم‌های کشت پلاستیکی

اسماعیل حاتمی[۱]، محمود رائینی سرجاز[۲*]، ویدا چالوی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۱۲

چکیده

در شرایط دمایی و رطوبتی بالا در زیر تونل‌های پلاستیکی برای پیش‌رس کردن خیار امکان گسترش سریع بیماری‌های قارچی فراهم می‌شود، که خیارکاران به‌ناچار اقدام به سمپاشی پیاپی می‌کنند. بهره‌گیری از تهویه طبیعی در تونل‌های پلاستیکی مشبک می‌تواند شیوع بیماری‌های قارچی را کاهش دهد. هدف این پژوهش بررسی روابط گرمایی و رطوبتی خُرداقلیم‌های کشت خیار سبز و بهره‌گیری از آن برای کاهش نم نسبی، تامین دمای بایسته و افزایش تولید خیار است. برای این منظور از سه خُرداقلیم (۱) تونل پلاستیکی بسته (MC)، (۲) تونل پلاستیکی مشبک (MP10)، با ۱۰۰ سوراخ (به قطر ۱۰ میلیمتر)، و (۳) تونل پلاستیکی مشبک (MP15) با ۱۰۰ سوراخ (به‌قطر ۱۵ میلیمتر) در هر مترمربع، به عنوان تیمارهای آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار استفاده شد. کشت خیار در اسفند در تونل‌هایی به‌پهنای ۳/۳ متر، ارتفاع ۱/۷ متر، و پهنای ۶ متر، در شهرستان محمودآباد، انجام شد. یافته‌ها نشان داد که دماهای میانگین و بیشینه در تونل‌های پلاستیکی همیشه بیشتر، و به‌طور معنی‌داری متفاوت از دمای هوای آزاد بودند. جمع درجه-روز گرمایی در تیمار MC بیشتر از دو تیمار دیگر بود. برای میانگین و کمینه نم‌نسبی روزانه تفاوتی بین خرداقلیم‌های مشبک (MP10 و MP15) و هوای آزاد دیده نشد، و همواره نم نسبی تیمار MC به طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای مشبک و هوای آزاد بود. محصول برداشت شده در تیمار MC به ترتیب ۱۲٪ و ۲۰٪ بیشتر از خیار تولیدی در تونل‌های MP10 و MP15 بود. نتیجه‌گیری می‌شود که با افت نم نسبی در تونل‌های مشبک، نسبت به پلاستیک بسته، امکان شیوع بیماری‌های قارچی کاهش می‌یابد. و در میان خرداقلیم‌های مشبک، تونل MP10 هم در تعدیل نم نسبی نقش داشت و هم در مقایسه با تونل بسته افت تولید کمتری داشت.

واژه های کلیدی: تونل پلاستیکی مشبک، خُرداقلیم، خیار، مازندران، نم‌نسبی.

مقدمه

کشاورزی محافظت شده مهارتی است که برای بهبود محیط طبیعی به منظور بهینه‌سازی رشد گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد (هوچموث و همکاران، ۲۰۰۲). این فن اغلب برای محافظت گیاه در برابر سرمازدگی و برای افزایش دوره رشد استفاده می‌شود. از این رو کشاورزان با تولید محصولِ زودتر از فصل کشت به درآمد بیشتری دست خواهند یافت. یکی از روش‌های معمول برای افزایش دوره رویش که توسط پرورش‌دهندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از پوشش‌های ردیفی است. پوشش‌های ردیفی عموماً از مواد شفاف و نیمه شفاف ساخته می‌شوند، به‌طوری‌که هر پوشش یک یا چند ردیف از گیاهان را در بر می‌گیرند. وجود این پوشش‌ها در پیرامون گیاه موجب افزایش دمای هوا و خاک در مجاورت گیاه می‌شود، که باعث افزایش سرعت رشد گیاه می‌گردد. همچنین وجود این پوشش‌ها آسیب‌های ناشی از باد

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[۲] دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(* نویسنده مسئول: raeini@sanru.ac.ir)
[۳] استادیار، گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

را کاهش می‌دهد (هلباکا، ۲۰۰۲). این پوشش‌ها در شماری از گونه‌های کدوئیان (کدو، خیار، هندوانه) موجب رشد ۲۵ درصدی در محصول شده است (هلباکا، ۲۰۰۲).

پوشش‌های ردیفی انواع مختلفی دارند، یکی از رایج‌ترین آن‌ها تونل‌های پلاستیکی می‌باشد. این تونل‌ها معمولاً از پلی‌اتیلن، پلی‌استر یا پلی‌پروپیلن ساخته می‌شوند. پلی‌اتیلن ممکن است شفاف یا رنگ‌آمیزی شده باشد و روی حلقه‌های فلزی برپا شود. استفاده از تونل‌های پلاستیکی اگرچه سودمندی‌های بسیاری دارد، اما دارای کاستی‌هایی نیز هست. این تونل‌ها با ایجاد شرایط گرم و مرطوب در پیرامون گیاه زمینه را برای شیوع و گسترش هرچه سریع‌تر بیماری‌های قارچی فراهم می‌کنند. به‌ناچار کشاورزان برای حفظ گیاه از بیماری و تولید محصول بیشتر پیاپی اقدام به سم‌پاشی می‌کنند. سم‌پاشی فراوان هم موجب آلودگی محیط زیست می‌شود و هم مقدار سم در محصول تولیدی را از حد استاندارد فراتر می‌برد، و سلامت مصرف‌کننده را تهدید می‌کند. با توجه به اهمیت سلامت جامعه و محیط زیست نیاز است روش‌هایی درپیش گرفته شود تا از میزان مصرف سموم شیمیایی کاسته شود. استفاده از گیاهان مقاوم به بیماری، تولید سمومی با دوره کارنس کوتاه، مبارزه بیولوژیک با آفات و بیماری‌ها و بهبود متغیرهای هواشناختی خرداقلیم‌های کشت گیاه از جمله روش‌هایی هستند که می‌توان به کار برد.

کارآمدی تونل‌های پلاستیکی مشبک در افزایش تولید، خود کارکردی از دمای این خُرداقلیم است. افزایش دما در زیر پوشش‌های پلاستیکی تابع سه عاملِ اندازه سایبان گیاهی، ویژگی‌های نوری پوشش پلاستیکی و ضخامت لایه مرزی گیاه یا خاک می‌باشد. لایه مرزی، لایه‌ای از هوا در پیرامون سطح برگ، گیاه یا خاک است، که در آن ترابری گرما و ماده بیشتر تابع پخش است. بنابراین، آشفتگی هوا در آن اندک است و در پی آن شار گرما، جرم و تکانه نیز کم می‌شود. لایه مرزی نسبت به انتقال گرما و جرم به و از سطح گیاه یا خاک مقاومت ایجاد می‌کند. ضخامت این لایه وابسته به سرعت باد، آشفتگی هوا و اندازه سطح است. پوشش‌های پلاستیکی با ایجاد هوای نسبتاً آرام در مجاورت گیاهان موجب افزایش ضخامت این لایه می‌شوند، بنابراین عامل اصلی افزایش دما، افزایش ضخامت لایه مرزی گیاه و در پی آن کاهش همرفت است (استرک و همکاران، ۱۹۹۴؛ رائینی و همکاران، ۱۹۹۸؛ پولارد و همکاران، ۱۹۷۸؛ ولز و همکاران، ۱۹۸۵). بنابراین به دلیل این که زیر تونل‌های پلاستیکی مشبک جریان افقی هوا بسیار ناچیز است، ضخامت لایه مرزی افزایش می‌یابد، افزایش ضخامت لایه مرزی افزایش دما را در پی خواهد داشت. از این رو نباید تفاوت دمایی زیادی میان تونل‌های پلاستیکی مشبک و بسته وجود داشته باشد.

بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته، در هنگام وزش باد، پلاستیک‌های مشبک که دارای ۶۰ تا ۸۰ سوراخ در هر مترمربع و سوراخ‌هایی به قطر ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر هستند، می‌توانند به‌طور چشمگیری دمای درونی تونل را کاهش دهند. در صورتی که پلاستیک‌های مشبک با ۶۰ تا ۸۰ سوراخ در یک مترمربع با سوراخ‌های به قطر ۱۰ تا ۱۲ میلی‌متر تغییرات دمائی قابل‌توجه‌ای را نشان نداده‌اند (زایتس، ۱۹۹۶).

بوریول و همکاران (۱۹۹۳) متغیرهای محیطی را زیر تونل‌های پلاستیکی کوتاه با درصدهای سوراخ ۷۸/.، ۱/۵۷، ۲/۳۵ و ۳/۱۴ ارزیابی نمودند و دریافتند سوراخ‌های موجود روی پلاستیک تاثیر چشمگیری بر انرژی خورشیدی موجود در تونل‌ها ندارد. کاهش میانگین دمای روزانه با افزایش تعداد سوراخ را دلیلی بر عملی بودن تهویه در تونل‌های پلاستیکی مشبک دانسته‌اند . آنان، همچنین دریافتند که میانگین دمای خاک، میانگین و کمینه دمای هوای روزانه و رطوبت نسبی در تونل‌های مشبک بیشتر از محیط بیرون بود (اوکیمورا و هانادا، ۱۹۹۳)

میلر و همکاران (۲۰۰۰) خرداقلیم‌های زیر پوشش‌های پلاستیکی بسته و پوشش‌های مشبک با درصدهای سوراخ ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ که با استفاده از پلاستیک پلی‌اتیلن شفاف احداث شده بودند را مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش بزرگی سوراخ، به دلیل افزایش تهویه، میانگین دمای روزانه درداخل محوطه پوشش شده کاهش یافت، و بیشینه میانگین دما در پوشش کاملاً بسته و کمینه آن در قطعه بدون پوشش (هوای آزاد) رخ داد. آنان همچنین دریافتند که در بازه گرمترین زمان روز، ساعت‌های ۱۱ تا ۱۵ در زمستان و تابستان افزایش دما رخ داده است. افزون بر این،

در زمستان در پایان روز افت سریع دما در همه تیمارها دیده شده است.

چن و ژنگ (۱۹۸۹) مشخص کردند که افزایش تهویه طبیعی در گلخانه‌های پلاستیکی به مدت ۳ ساعت در صبح و شب به صورت روزانه از پایان ماه آوریل تا ۱۰ روز نخست ماه می، مدت زمان ماندگاری شبنم روی برگ‌های خیار را کاهش داد. استفاده از تهویه طبیعی در تمام طول شب در ۱۰ روز دوم و ۱۰ روز پایانی ماه می به ترتیب به میزان ۸۶ و ۴۶ درصد downy mildew را کاهش داد.

استرک و همکاران (۱۹۹۴) در کشور برزیل اثر پلاستیک‌های پلی اتیلن، با ۷۸/.، ۱/۵۷، ۲/۳۵ و ۳/۱۴ درصد سوراخ، بر رشد کاهو بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که رشد کاهو در تونل‌های مشبک بهتر از محیط بیرون بود، چون بالاترین تعداد برگ، بیشترین سطح برگ و وزن خشک برای گیاهان زیر تونل مشبک بدست آمد.

پریرا (۲۰۰۲) پلاستیک‌های پلی‌اتیلن با درصد سوراخ‌های متفاوت ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد را برای کشت تربچه مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که ویژگی‌های محیطی زیر پوشش‌ها تفاوت چندانی نداشتند، در حالی که میزان محصول در تونل با ۵ درصد سوراخ بیشتر از دیگر تیمارها بود.

کشاورزان در استان مازندران در اواخر فصل زمستان از تونل‌های پلاستیکی بسته برای پیش‌رس کردن خیار استفاده می‌کنند که به دلیل شیوع و گسترش سریع بیماری‌های قارچی در این تونل‌ها سم‌پاشی زیادی انجام می‌دهند. سمپاشی فراوان در تونل‌های پلاستیکی می‌تواند یکی از علت‌های بالا بودن مقدار سموم قارچ‌کش در خیار تولیدی استان مازندران باشد. طبق گزارش شکرزاده و همکاران (۱۳۸۲) مقدار سموم قارچ‌کش مانکوزب و بنومیل در خیار تولیدی استان مازندران ۳/۵ برابر استاندارد فائو می‌باشد (شکری و همکاران، ۲۰۰۵). استفاده از تونل‌های پلاستیکی مشبک می‌تواند با تهویه مناسب، دما و رطوبت بالای هوا را در زیر پوشش تعدیل کند.

پلاستیک‌های مشبک شرایط لازم را برای همرفت هوای گرم فراهم می‌کند و از افزایش دما تا اندازه‌ای که برای گیاه زیان-آور باشد جلوگیری می‌کند. افزون بر این با تهویه، رطوبت درون تونل‌ها کاسته شده و شانس تشکیل شبنم کاهش می-یابد، که این می‌تواند از گسترش بیماری‌های قارچی بکاهد (پریرا، ۲۰۰۲). بنابراین هدف این پژوهش بررسی اثر تونل‌های پلاستیکی بسته و مشبک بر خُرداقلیم و تولید خیار در مازندران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز (کاپیک) واقع در شهرستان محمود آباد، در استان مازندران انجام گرفت. این مرکز در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۰ دقیقه و ۱۸ ثانیه قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۵/۵ متر می‌باشد. استان مازندران از شمال به دریاچه مازندران و از جنوب به رشته کوه البرز ختم می‌شود. شهرستان محمودآباد بر اساس تقسیم‌بندی دمارتن دارای اقلیم مرطوب می‌باشد.

برای بررسی روابط گرمایی و رطوبتی زیر پوشش‌های پلاستیکی از سه خُرداقلیم (۱) تونل پلاستیکی پوشیده MC، (۲) تونل پلاستیکی مشبک (MP10)، با ۱۰۰ سوراخ (به قطر ۱۰ میلیمتر) در هر مترمربع (۱/۸۴ درصد از سطح پوشش)، و (۳) تونل پلاستیکی مشبک (MP15) با ۱۰۰ سوراخ (به-قطر ۱۵ میلیمتر) در هر مترمربع (۴/۱۳ درصد از سطح پوشش)، به‌عنوان تیمارهای آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار استفاده شد. این تونل‌ها به عرض ۳/۳ متر، ارتفاع ۱/۷ متر و طول ۶ متر احداث شد. برای ساخت چارچوب تونل‌ها از میلگردهای فولادی بدون آج به قطر ۱۰ میلی‌متر، و پوشش آن از پلاستیک پلی‌اتیلن استفاده شد. با توجه به زاویه تابش خورشید در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر از ۴۲ درجه، تونل‌ها در جهت شمالی جنوبی احداث شدند.

برای ایجاد سوراخ روی پلاستیک از استوانه‌های فلزی (سمبه) به قطرهای ۱۰ و ۱۵ میلی‌متر و یک تخته چوب استفاده شد. تخته چوب در بخش زیرین پلاستیک قرار داده می‌شد و در بالای همان ناحیه سمبه قرار می‌گرفت، با زدن ضربه روی سمبه سوراخ دایره شکلی روی پلاستیک ایجاد می‌شد. سوراخ‌ها به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد شد تا تراکم آن روی پلاستیک به ۱۰۰ عدد در مترمربع برسد. محدوده

ایجاد سوراخ مطابق با عرض کرت تحت پوشش تونل در نظر گرفته شد. زیرا در این عرض همرفت جرم و انرژی اتفاق می‌افتد.

دما و رطوبت هوای زیر تونل‌ها و هوای آزاد با استفاده از دما-رطوبت نگار مکانیکی اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه ابزارهای اندازه‌گیری دما و رطوبت باید دور از تابش مستقیم خورشید در سایه قرار گیرند، این ابزارها درون جعبه‌های هواشناسی قرار داده شدند. کف جعبه‌ها در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری از سطح زمین قرار داشت، از این‌رو دما و رطوبت در ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری از سطح زمین در زیر تونل‌ها و هوای آزاد به طور پیوسته ثبت شد. در طول اندازه‌گیری دما و رطوبت، دستگاه‌های مکانیکی گاه‌گاهی دچار مشکل می‌شدند که این مسئله منجر به ثبت نشدن دما و رطوبت در طول اندازه‌گیری شد. از ۶۲ روزی که تونل‌ها به طور کامل گیاه را زیر پوشش داشتند، تنها برای ۲۸ روز دما و رطوبت زیر تونل‌ها و ۲۴ روز دما و رطوبت هوای آزاد ثبت شد. برای بازسازی دماهای کمبود از همبستگی بین داده‌های دمایی ایستگاه هواشناسی کشاورزی آمل و داده‌های دمای ثبت شده استفاده شد. اما برای تحلیل رطوبت نسبی تنها از داده‌های ثبتی استفاده شد. در جدول ۱ مقدار همبستگی بین دمای ثبت شده در ایستگاه هواشناسی آمل و دمای هوا در تیمارها و هوای آزاد مجاور تیمارها در سطح ۱ درصد معنی‌داری و مدل‌های استخراج شده از همبستگی برای بازسازی داده‌ها نشان داده شده است.

برای آگاهی از درستی داده‌های دمای بازسازی شده توسط معادلات جدول ۱، داده‌های بازسازی شده با داده‌های واقعی ثبت شده مورد واسنجی قرار گرفت و از روش مقایسه آماری درستی آن‌ها اثبات شد. در جدول ۲ یافته‌های به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین دماهای بازسازی شده و واقعی به روش (t-test) و ضریب همبستگی آن‌ها در سطح معنی‌داری ۱ درصد ارائه شده است. یافته‌ها نشان می‌دهند بین دمای بازسازی شده و واقعی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و همبستگی بالایی بین آن‌ها وجود دارد.

برای جلوگیری از بوته‌میری ناشی از فعالیت قارچ‌های خاکزی بی‌درنگ پس از نشاء، پیرامون بوته‌ها با قارچ‌کش کاربندازیم ۶۰٪ پودروتابل ۱ سمپاشی شد، با این حال، در چند روز نخست پس از نشاکاری، شماری از بوته‌ها از بین رفت، که به وسیله بوته‌های دیگر که در همان تونل در گلدان پلاستیکی نگه‌داری می‌شد، جایگزین شدند. در طی دوره داشت با توجه به وضعیت گیاه کودپاشی به صورت محلول با دوز ۲ در ۱۰۰۰ انجام می‌گرفت. برای جلوگیری از گسترش بیماری‌های قارچی، به ویژه سفیدک دروغین، در مجموع ۴ بار سمپاشی روی بوته‌ها انجام شد. در هفته نخست فروردین ماه در حالی که بوته‌ها ۵-۴ برگ داشتند، از قارچ‌کش مانکوزب۲ که دارای دوره کارنس ۱۴ روزه است استفاده شد. در دوره برداشت خیار که ۶۷ روز به درازا کشید، ۳ بار سمپاشی انجام شد، برای سم‌پاشی در این دوره از قارچ‌کش اکوایشن پرو۳ استفاده شد که دارای دوره کارنس ۳ روزه می‌باشد. در آخرین سم‌پاشی به همراه اکوایشن پرو، حشره‌کش ارگانیک پی‌میتروزین برای مقابله با شته مورد استفاده قرار گرفت.

[1] Carbendaim 60%W.P
[2] Mancozeb
[3] Equation pro

جدول ۱- مدل‌های همبستگی میان دمای کمینه، بیشینه و میانگین هوای ایستگاه هواشناسی آمل با تیمارها و هوای آزاد مجاور تیمارها

نام تیمار	دمای مورد آزمون با دمای هوای آزاد	نوع همبستگی	ضریب همبستگی r	معادله همبستگی
MC	کمینه	لگاریتمی	۰/۹۱	$y = 6.8972\,ln(x) - 4.1164$
	بیشینه	توانی	۰/۸۵	$y = 2.704x^{0.8033}$
	میانگین	توانی	۰/۸۸	$y = 3.0378x^{0.7042}$
MP10	کمینه	لگاریتمی	۰/۹۲	$y = 7.0436\,ln(x) - 5.1382$
	بیشینه	توانی	۰/۸۸	$y = 2.0841x^{0.8706}$
	میانگین	چند جمله‌ای	۰/۹۰	$y = -0.0467x^2 + 2.161x - 2.5393$
MP15	کمینه	چند جمله‌ای	۰/۹۳	$y = -0.0267x^2 + 1.3701x - 0.3089$
	بیشینه	توانی	۰/۸۹	$y = 2.2422x^{0.8303}$
	میانگین	توانی	۰/۹۲	$y = 2.1866x^{0.7905}$
هوای آزاد مجاور تیمارها	کمینه	خطی	۰/۹۶	$y = 0.9324x + 0.7065$
	بیشینه	نمایی	۰/۹۳	$y = 6.6325e^{0.0481x}$
	میانگین	نمایی	۰/۹۶	$y = 4.6315e^{0.0727x}$

جدول ۲- همبستگی میان دمای کمینه، بیشینه و میانگین هوای ایستگاه هواشناسی آمل با تیمارها و هوای آزاد مجاور تیمارها

نام تیمار	دما	دمای واقعی	دمای بازسازی شده	ضریب همبستگی
MC	کمینه	۱۰/۹	۱۰/۹	۰/۹۰
	بیشینه	۲۵/۹	۲۵/۷	۰/۸۴
	میانگین	۱۸/۴	۱۸/۳	۰/۸۷
MP10	کمینه	۱۰/۲	۱۰/۲	۰/۹۲
	بیشینه	۲۴/۵	۲۴/۳	۰/۸۵
	میانگین	۱۷/۴	۱۷/۳	۰/۸۹
MP15	کمینه	۹/۹	۹/۹	۰/۹۳
	بیشینه	۲۳/۵	۲۳/۳	۰/۸۴
	میانگین	۱۶/۷	۱۶/۶	۰/۸۸
هوای آزاد مجاور تیمارها	کمینه	۹/۶	۹/۶	۰/۹۲
	بیشینه	۱۵/۷	۱۵/۷	۰/۸۶
	میانگین	۱۲/۷	۱۲/۷	۰/۸۸

برای آبیاری، شیلنگ آب مستقیماً زیر هر بوته قرار می‌گرفت تا آب کمتری روی برگ باقی بماند تا از گسترش بیماری قارچی جلوگیری شود. برای اندازه‌گیری حجم آب آبیاری، دبی خروجی از شیلنگ از پیش اندازه‌گیری و مدت زمان آبیاری نیز ثبت می‌شد. برای افزایش دقت اندازه‌گیری در دوره برداشت محصول خیار، هر تونل از شمال به جنوب به ۴

کرتچه با مساحت ۵ مترمربع به نام‌های A,B,C و D تقسیم شد و برای هرکرتچه وزن و شمار خیارهای برداشت شده اندازه‌گیری شد. تعداد و وزن خیارهای برداشت شده در بازه‌های ۱۰ روزه برای هر کرتچه، مورد تجزیه آماری قرار گرفت.

یافته‌ها و بحث

تجزیه و تحلیل داده‌های دمای هوا در تیمارها نشان داد همبستگی بالایی بین دمای ۳ تیمار مورد آزمایش وجود دارد. همبستگی بسیار بالایی بین دماهای کمینه (۹۸ تا ۹۹ r =)، دمای بیشینه (۹۷ تا ۹۹ r=) و میانگین دمای (۹۵ تا ۹۸ r =) سه خُرداقلیم وجود داشت.

مقایسه میانگین‌ها برای دماهای کمینه، بیشینه، میانگین و درجه-روز گرمایی تجمعی برای تیمارها در سطح معنی‌داری ۵ درصد (جدول ۳) نشان می‌دهد که میان میانگین دمای کمینه تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما میانگین دمای کمینه تیمار MC به طور معنی‌داری بیشتر از هوای آزاد است، در حالی که میان تیمارهای MP10 و MP15 با هوای آزاد این تفاوت معنی‌دار نشده است.

میانگین دمای بیشینه، میانگین دمای روزانه و درجه-روز گرمایی تجمعی هر ۳ تیمار به طور معنی‌داری بیشتر از هوای آزاد می‌باشد و میان میانگین دمای بیشینه و میانگین دمای روزانه تیمار MC و MP10؛ MP10 و MP15 تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما میان تیمار MC و MP15 تفاوت معنی‌دار است. تفاوت معنی‌داری میان درجه-روز گرمایی تجمعی هر ۳ تیمار وجود دارد که بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار MC و کمترین آن مربوط به تیمار MP15 می‌باشد.

پردازش داده‌های رطوبت نسبی نشان داد همبستگی نسبتاً بالایی بین رطوبت نسبی لحظه‌ای و میانگین وجود دارد. همبستگی نسبتاً بالایی بین رطوبت‌های نسبی ساعت ۱۰ بامداد (۰/۶۶ تا ۰/۸۳ =r)، کمینه رطوبت نسبی (۰/۹۰ تا ۰/۹۶ r =)، رطوبت نسبی ساعت ۶ عصر (۰/۷۹ تا ۰/۸۳ =r) و میانگین رطوبت نسبی (۰/۸۷ تا ۰/۹۵ =r) وجود دارد. کمینه، بیشنه، میانگین دما و درجه-روز گرمایی تجمعی رطوبت - نسبی لحظه‌ای در MC همیشه بیشتر از محیط‌های دیگر بود، در حالی‌که میان رطوبت نسبی کمینه، میانگین و لحظه-ای ۶ عصر دو خرداقلیم مشبک (MP10 و MP15) با هوای آزاد تفاوتی وجود نداشت. اما در ۱۰ بامداد بین دو تیمار مشبک و هوای آزاد تفاوت معنی‌داری وجود داشت و در تمام روز بین دو تیمار مشبک اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ۴). هم‌سویی دما و نم‌نسبی در تونل‌های بسته به‌دلیل ناخوپذیری[1] هوای درون از هوای آزاد، افزایش لایه مرزی آرام و انباشت گرمای نهان در زیر تونل‌ها بود (رائینی سرجاز و بارثاکور، ۱۹۹۸؛ جونز، ۲۰۰۶).

با توجه به نتایج تجزیه دما و رطوبت چنین بر می‌آید که پوشش‌های پلاستیکی مشبک ضمن اینکه توانسته‌اند دمای درون تونل را نسبت به هوای آزاد به‌طور معنی‌داری افزایش دهند، نسبت به تیمار بسته کاهش اندکی در دما با توجه به نتایج تجزیه دما و رطوبت چنین بر می‌آید که پوشش‌های پلاستیکی مشبک ضمن اینکه توانسته‌اند دمای درون تونل را نسبت به هوای آزاد به‌طور معنی‌داری افزایش دهند، نسبت به تیمار بسته کاهش اندکی در دما داشتند.

[1] uncoupled

جدول ۳- اثر خرداقلیم‌های مختلف بر میانگین دمای کمینه، بیشنه، میانگین دما و درجه-روز گرمایی تجمعی

دمای هوا در محیط‌های مختلف (درجه سانتی‌گراد)	MC	MP10	MP15	هوای آزاد
میانگین دمای کمینه	۱۱/۴ a*	۱۰/۷ ab	۱۰/۵ ab	۱۰ b
میانگین دمای بیشینه	۲۶/۳ a	۲۴/۹ ab	۲۳/۹ b	۱۵/۳ c
میانگین دمای روزانه	۱۸/۹ a	۱۷/۹ ab	۱۷/۲ b	۱۲/۱ c
درجه-روز گرمایی تجمعی	۱۰۹۶ a	۱۰۴۱ b	۹۹۸ c	۷۰۳ d

* حرف‌های متفاوت در هر ردیف نمایشگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

جدول ۴- اثر خرداقلیم‌های مختلف بر رطوبت نسبی لحظه‌ای، کمینه و میانگین

نام تیمار	MC	MP10	MP15	هوای آزاد
میانگین رطوبت نسبی ساعت ۱۰ صبح	a*۹۶	b۸۶	b۸۴	c ۷۷
میانگین رطوبت نسبی کمینه	a ۷۷	b ۶۶	b۶۵	b۶۴
میانگین رطوبت نسبی ۶ عصر	a۸۷	b۸۰	b۷۷	b۷۷
رطوبت نسبی میانگین	a۸۸	b۸۱	b۸۱	b۸۱

* حرف‌های متفاوت در هر ردیف نمایشگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

جدول۵- مقایسه میانگین تعداد خیار برداشت شده در کرتچه‌ها

نام تیمار	میانگین مجموع تعداد خیار برداشت شده در کرتچه‌ها در بازه‌های زمانی ۱۰ روزه							
	برداشت اول	برداشت دوم	برداشت سوم	برداشت چهارم	برداشت پنجم	برداشت ششم	برداشت هفتم	مجموع
MC	۷/۵ a*	۳۲/۵ a	۲۷/۱ a	۸۹/۸ a	۱۶۷/۷ a	۸۵/۳ a	۸۰/۶ b	۴۹۰/۷ a
MP10	۴/۷ b	۱۳/۵ b	۱۸/۸ b	۷۳/۶ b	۱۵۱/۸ a	۸۵/۰ a	۸۸/۰ a	۴۲۰/۵ b
MP15	۳/۷ b	۱۲/۰ b	۱۶/۰ b	۶۶/۰ b	۱۴۷/۷ a	۷۲/۷ a	۷۸/۳ b	۴۱۱/۸ b

.*حرف‌های متفاوت در هر ستون نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

وجود سوراخ‌ها روی پلاستیک شرایط را برای جریان همرفتی فراهم آورده است و از این راه ترابری انرژی و ماده رخ داده است، که پیآمد آن تهویه هوای تونل‌ها و کاهشی اندک در دما و کاهش چشمگیر رطوبت نسبی می‌باشد. بوریول و همکاران (۱۹۹۳) کاهش میانگین دمای روزانه با افزایش سطح سوراخ را اثباتی برای عملی بودن تهویه در تونل‌های پلاستیکی مشبک دانسته‌اند. پلاستیک‌های مشبک با ۶۰ تا ۸۰ سوراخ در یک مترمربع با سوراخ‌هایی به قطر ۱۰ تا ۱۲ میلی‌متر دمای زیر پوشش را به میزان قابل توجه‌ای کاهش نمی‌دهند (زایتس، ۱۹۹۶). پریرا (۲۰۰۲) کشت سبزی در تونل‌های پلاستیکی مشبک کوتاه را مورد بررسی قرار دادند، در میان تیمارهای آن‌ها تونل‌هایی با سطح سوراخ ۵ و ۱۰ درصد وجود داشت که نزدیک به تیمارهای MP10 و MP15 در پژوهش حاضر می‌باشد، اندازه‌گیری‌های آن‌ها نشان داد میان دما و رطوبت نسبی تیمارهای مشبک تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، اما میان تیمارهای مشبک و تیمار بسته تفاوت معنی‌دار دیده شد. در پژوهش حاضر رطوبت نسبی در تونل‌های مشبک همواره کمتر از تونل بسته بود، و با هوای آزاد تفاوت چندانی نداشتند، که این مسئله نشان می‌دهد سوراخ‌های روی پلاستیک در کاهش رطوبت نسبی نسبت به دما موثرتر عمل کرده‌اند. میانگین تعداد و وزن محصول برداشت شده در هر کرتچه با مساحت ۵ مترمربع به روش SNK مقایسه شد، نتایج نشان می‌دهد (جدول‌های ۵ و ۶)، در ۴ برداشت نخست محصول برداشت شده در تیمار MC به مقدار معنی‌داری بیشتر از دو تیمار مشبک بود و میان دو تیمار مشبک اختلافی دیده نشد. در برداشت پنجم و ششم

میان تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما در برداشت هفتم محصول تیمار MP10 به مقدار معنی‌داری بیشتر از دو تیمار دیگر بود. در مجموع تیمار MC با میانگین تولید ۶۳/۶ کیلوگرم خیار در هر کرتچه بیشترین عملکرد را داشته است به طوری که از محصول تولید شده در تیمارهای MP10 و MP15 به ترتیب با مقادیر ۵۶/۴ و ۵۲/۹ کیلوگرم به مقدار معنی داری بیشتر است (جدول ۶). محصول برداشت شده در کرتچه‌های تیمار MC به ترتیب ۱۲/۸ و ۲۰/۲ درصد بیشتر از محصول برداشت شده در تیمارهای MP10 و MP15 می‌باشد.

در جدول ۷ مجموع محصول برداشت شده در تیمارها ارائه شده است، کل محصول برداشت شده ۲۰۷۷ کیلوگرم می‌باشد که سهم تیمارهای MC، MP10 و MP15 به ترتیب ۷۶۴، ۶۷۸ و ۶۳۶ کیلوگرم می‌باشد، در نتیجه محصول تولید شده به ازای هر بوته خیار در تیمارها به ترتیب ۷/۹، ۷/۱ و ۶/۶ کیلوگرم می‌باشد.شرایط محیطی در طول دوره سبز شدن، گلدهی و به میوه رفتن گیاه خیار بسیار مهم است و سرانجام تعیین کننده مدت و مقدار باردهی می‌باشد (کالبارزاک، ۲۰۱۰). دمای بهینه هوا نقش مهمی در باردهی خیار دارد. چنانچه دمای هوا کمتر از دمای بهینه باشد رشد و تولید خیار افت می‌کند. در آغاز بهار، یا در کشت‌های پلاستیکی خارج از فصل، باردهی خیار و آهنگ رویش آن وابسته به همخوانی دمای هوا با دمای بهینه رشد است. در این پژوهش تولید خیار در برداشت‌های آغازین و کل برداشت دوره در تونل پلاستیکی بسته بیشتر از دو تیمار دیگر بود، که این به دلیل بیشتر بودن جمع گرمایی درون این تونل بوده است. همبستگی خطی بسیار بالایی (r = ۰/۹۸) میان محصول تولیدی با درجه-روز گرمایی تجمعی و میانگین دمای روزانه دیده شد. کالبارزاک (۲۰۱۰) گزارش داده است که محصول تولیدی خیار به‌طور چشمگیری وابسته به میانگین دمای هوا در دوره است. یافته‌های آنان گواه این است که میزان تاثیرپذیری محصول خیار مزرعه‌ای از میانگین دمای هوا ۴۲/۲ درصد می‌باشد.

جدول ۶: مقایسه میانگین وزن خیار برداشت شده از کرتچه‌ها

نام تیمار	میانگین مجموع وزن خیار برداشت شده در خُرد کرت‌ها در بازه‌های زمانی ۱۰ روزه (کیلوگرم)							
	برداشت اول	برداشت دوم	برداشت سوم	برداشت چهارم	برداشت پنجم	برداشت ششم	برداشت هفتم	مجموع
MC	۰/۵^{a*}	۲/۶^{a}	۳/۷^{a}	۱۲/۳^{a}	۲۳/۰^{a}	۱۰/۵^{a}	۱۱/۰^{b}	۶۳/۶^{a}
MP10	۰/۳^{b}	۱/۱^{b}	۲/۲^{b}	۹/۳^{b}	۲۱/۵^{a}	۱۰/۳^{a}	۱۲/۶^{a}	۵۶/۴^{b}
MP15	۰/۲^{b}	۰/۸^{b}	۲/۲^{b}	۸/۱^{b}	۲۰/۰^{a}	۹/۲^{a}	۱۰/۷^{b}	۵۲/۹^{b}

.*حرف‌های متفاوت در هر ستون نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است

جدول ۷- کل محصول برداشت شده در تیمارها و بلوک‌ها

شماره بلوک	وزن محصول (کیلوگرم)		
	نام تیمار		
	MC	MP10	MP15
۱	۲۴۸	۲۱۳	۲۰۸
۲	۲۴۸	۲۳۶	۲۲۵
۳	۲۶۷	۲۲۸	۲۰۳
جمع تیمار	۷۶۴^{a*}	۶۷۸^{b}	۶۳۶^{b}

*. حرف‌های متفاوت در ردیف پایانی نشانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

نتیجه‌گیری

دما و رطوبت بالا از عامل‌های اصلی گسترش بیماری‌های قارچی شناخته شده‌اند، که در کشت‌های پلاستیکی چکه‌های آب تشکیل شده در جدار درونی پوشش، با چکیدن روی برگ گیاه این فرآیند را سرعت می‌بخشند. با توجه به یافته‌های بدست آمده، به نظر می‌رسد تونل‌های پلاستیکی مشبک به‌کار رفته توانسته‌اند در تامین دما و در عین حال کاهش رطوبت درون تونل موثر واقع شوند.

با توجه به یافته‌های برداشت خیار، آغاز و اوج باردهی در هر سه تیمار همزمان رخ داد، ولی تیمار MC محصول بیشتری تولید کرد. تیمار مشبک MP10 نسبت به تیمار MC افت محصول کمتری را نشان داد و با در نظر گرفتن این مسئله که تیمار مشبک یاد شده در کاهش رطوبت هوا موثر واقع شده است، می‌توان آن را گزینه مناسبی برای تولید خیار سالم‌تر از لحاظ کاهش مصرف سم‌های شیمیایی و آلودگی زیست محیطی پیشنهاد کرد.

منابع

Buriol, G. A., Schneider, F. M., Streck, N. A. 1993. Environmental modification caused by low tunnels transparent perforated polyethylene used to grow lettuce. Ciência Rural, 23: 261-266.

Chen, D. S., Zheng, H. S., Liu, H. Z. 1989. A primary discussion on adjustment of dew duration by natural ventilation to control downy mildew of cucumber in plastic greenhouse. Hort. Abst., 61: 1951.

Helbaka, J. 2002. Row cover for vegetable gardens. Washington State University, King County Cooperative Extension Service, Fact Sheet, No. 19.

Hochmuth, G. J., Hochmuth, R. C., Kostewicz, S., Stall, W. 2000. Row Covers for Commercial Vegetable Culture in Florida. Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, Circular 728.

Jensen, M. H., Malter, A. J. 1995. Protected Agriculture: A Global Review. World Bank Technical Paper, No. 253, The International Bank for Reconstruction and Development, 18181 T Street, N.W., The World Bank, Washington, D.C.

Jones, H. G. 2006. Plants and Microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology. Translated by Raeini-Sarjaz, M. 1385. Mazandaran University, Babolsar, Iran.

Kalbarczyk, R. 2010. Unfavourable thermal conditions of air at the turn of the 20th and 21st centuries reducing crop productivity of pickling cucumber (Cucumis sativus L.) in Poland. Span. J. Agric. Res., 8(4): 1163-1173.

Okimura, M., Hanada, T. 1993. Effects of row cover on the growth of leafy vegetables in summer in the subtropical zone of Japan. Japan Agric. Res. Quarterly, 26:294-303.

Pereira, Edilaine Regina. 2002. Performance of Radish cultivated in Low Tunnel with Different Perforated Plastic Area. ASAE Annual Meeting, Paper No. 024116.

Pollard, J., ELoy, J. B., Wells, O. S. 1978. A simple method for evaluating thermal transmission properties of plastic polymers for use as row covers. Proc. Natl. Agric. Plast. Congr., 20:193-199.

Wells, O. S., Loy J. B. 1985. Intensive vegetable production with row covers. Hort Sci., 20:822-826.

Raeini-Sarjaz, M., Barthakur, N. N. 1998. Water-use efficiency and total dry matter production of bush bean under plastic covers. Agric. Meteorol., 87: 75-84

Shokrzadeh Lamuki, M., Vahedi, H., Shabankhani, B. 2005. Evaluation and measurement of Benomil and mankuzeb residues in cucumber produces in Mazandaran Province. J. Med. Sci. Healthc. Serv., 13 (5): 65-70, (In Persian).

Streck, N. A., Buriol, G. A., Andriolo, J. L. 1994. Growth of lettuce in tunnels low with perforated polyethylene film. Rural Sci,, 24 (2): 235-240.

Zaitz, P. 1996. Vegetable growing under plastic covers. Translated by Payvast, Gh., Gilan University publication. (In Persian).

Journal of Agricultural Meteorology
Vol. 1, No. 1, Spring &Summer. 2013, p. 26-36

مجله هواشناسی کشاورزی
جلد ۱، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۲، ص.۳۶- ۲۶

Evaluation of the thermal and humidity relations and cucumber yield within plastic tunnel microclimates

E. Hatami[1] - M. Raeini Sarjaz*[2] - V. Chalavi[3]

Received: 17-3-2013
Accepted: 2-6-2013

Abstract

Under plastic tunnels high thermal and humidity conditions for early ripening might cause fungal diseases, which enforce cucumber growers to use fungicides. Use of natural aeration in perforated plastic tunnels could reduce fungal diseases onset. The aim of this research is to evaluate thermal and humidity relations within cucumber plastic tunnels. For this purpose three microclimates of 1) closed plastic (MC), 2) perforated plastic with 100 holes of 10 mm diameter per m2 (MP10), and 3) perforated plastic tunnels with 100 hole of 15 mm diameter per m2 (MP15) were employed as experimental treatments in a complete randomized block design with three replications. Cucumber seedlings were grown on late February within high tunnels of 3.3 m width, 1.7 m height and 6 m length in Mahmoudabad, Mazandaran. The results show that the daily mean and maximum temperatures with tunnels always were higher and significantly different from open air. Cumulative degree-day was significantly higher within MC, relative to other microclimates. No difference was observed for daily mean and minimum relative humidity in MP10, MP15 and open air. Total cucumber harvest was 12 and 20 percent higher in MC relative to MP10 and MP15, respectively. In conclusion, perforated plastic tunnels provide a modified environment for cucumber, meanwhile MP10 tunnels yield reduction could benefit environment safety regulations.

Keyword: perforated plastic tunnel, microclimate, cucumber, Mazandaran, relative humidity

[1] Agrometeorology M.Sc. Graduate, Department of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[2]Associate Professor, Agrometeorology and Environmental Stress Physiology, Department of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[3]Assistant Professor, Plant Molecular Biology, Department of Horticulture, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran (*Corresponding Email Address: m.raeini@sanru.ac.ir)