

پروسی خصوصیات مکانیکی و راحتی پارچه‌های دورو چاپ مورد استفاده در نسل جدید پوشاک

بهاره کلانتری^۱، سیامک الماسی^۲، محسن گرجی^۳

هدف از انجام این تحقیق تولید پارچه دورو با دو طرح چاپی مختلف و مقایسه خواص فیزیکی و مکانیکی و خصوصیات راحتی پارچه‌های حاصل از تکنیک چاپ دورو با پارچه‌های یکرو چاپ می‌باشد. برای این منظور پارچه پنبه‌ای با وزن 200 ± 5 گرم بر مترمربع جهت تولید پارچه با دو طرح چاپی مختلف مورد استفاده قرار گرفت. عملیات چاپ با استفاده از رنگزاهای خمی و رنگدانه‌ها در دو طرف پارچه انجام گردید. خصوصیات فیزیکی و مکانیکی از قبیل وزن، ضخامت، نیروی پارگی، مقاومت در برابر جرخوردگی و سختی خمشی و خصوصیات راحتی از قبیل نفوذپذیری بخار آب، نفوذپذیری هوا و مدیریت رطوبت پارچه دورو اندازه‌گیری شده و با پارچه مشابه که دارای یک طرح چاپ می‌باشد مقایسه گردید. مقایسه نتایج حاصله برای پارچه‌های چاپ شده با دو طرح مختلف و پارچه‌های یکرو چاپ نشان می‌دهد که انجام عملیات چاپ دورو تأثیر منفی قابل توجهی بر روی خصوصیات مکانیکی و راحتی پارچه نداشته و از این پارچه‌ها می‌توان برای تولید لباسهای دورو که قابلیت استفاده از دو طرف آن وجود داشته باشد استفاده نمود.

مقدمه

یکی از مواردی که باعث ایجاد بازارهای جدید در فروش پوشاک می‌گردد تولید لباسهایی است که قابلیت استفاده از هر دو طرف آن برای فرد پوشنده وجود داشته باشد. دسته‌ای از این لباسها از دو لایه پارچه تشکیل شده‌اند که کاربرد آنها در انواع کاپشنهای دورو می‌باشد. استفاده از دو سیستم پارچه در این البسه منجر به افزایش وزن و کاهش راحتی می‌گردد که برای کاربر خوشایند نمی‌باشد. یکی از راه حل‌های رفع تضاد بین افزایش کارایی لباس و کاهش پارامترهای راحتی استفاده از تکنیک چاپ و ایجاد دو طرح چاپی بر روی یک لایه پارچه می‌باشد. نکته‌ای که در این تکنیک چاپ بایستی در نظر گرفته شود حفظ خواص مکانیکی از قبیل سختی خمشی، استحکام کششی و مقاومت در برابر جرخوردگی و خواص راحتی مانند نفوذپذیری بخار آب، نفوذپذیری هوا و انتقال رطوبت پارچه بستر می‌باشد. از طرف دیگر منسوجات بعنوان ساختارهای لیفی دارای تخلخل‌های بهم پیوسته می‌باشند. این فضاهای خالی بین الیاف و نخها موجب انتقال و پخش شدن مایعات و رنگزاهای طرح یک طرف پارچه به طرف دیگر و عبارتی امتزاج دو طرح در یکدیگر می‌گردد. لذا شرایط عملیات چاپ بایستی بگونه‌ای مهندسی گردد تا ضمن جلوگیری از تأثیر متقابل دو طرح چاپی بر یکدیگر خواص مکانیکی و راحتی پارچه نیز حفظ گردد [۱، ۲]. در این تحقیق پارچه پنبه‌ای با دو طرح چاپی و رنگزاهای مختلف چاپ گردید و خواص فیزیکی و مکانیکی و خصوصیات راحتی پارچه‌های حاصل از تکنیک چاپ دورو با پارچه‌های یکرو چاپ مقایسه شد.

روش تحقیق

در این تحقیق از پارچه پنبه‌ای با بافت ساده و وزن 200 ± 5 گرم بر مترمربع استفاده گردید. عملیات چاپ با

استفاده از دستگاه چاپ روتاری در دو طرف پارچه انجام گردید. جهت چاپ طرف اول پارچه از رنگزاهای خمی و چاپ طرف دوم از رنگدانه‌ها استفاده شد. خصوصیات فیزیکی و مکانیکی پارچه‌های یکرو چاپ و دورو چاپ از قبیل وزن، ضخامت، نیروی پارگی، مقاومت در برابر جرخوردگی و سختی خمشی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری وزن نمونه‌ها از ترازوی دیجیتال ساخت شرکت Sartorius آلمان با دقت چهار رقم اعشار استفاده گردید. ضخامت پارچه‌ها با استفاده از دستگاه ضخامت‌سنج اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها بصورت دایره به مساحت 100 cm^2 آماده شده و ضخامت پارچه‌ها تحت فشار معین $7/25$ نیوتن تعیین گردید. ضخامت حداقل در ۵ قسمت مختلف اندازه‌گیری شده و میانگین ضخامت پارچه برحسب میلیمتر گزارش گردید. جهت ارزیابی نیروی پارگی پارچه‌ها از دستگاه کشش Instron 2011 ساخت انگلستان استفاده گردید. دو سری نمونه در جهت تار و پود با ابعاد 50×200 میلیمتر آماده‌سازی گردید. تعداد نمونه‌ها برای هر جهت حداقل ۵ عدد انتخاب شده و فاصله فکها 150 میلیمتر تنظیم گردید. مقاومت در برابر جرخوردگی پارچه‌ها در جهات تار و پود با استفاده از دستگاه پاندولی Elementear ساخت انگلستان اندازه‌گیری گردید. در این روش نیروی جرخوردگی توسط ادامه یافتن پارگی و شکاف ایجاد شده با طول معین در پارچه و با اعمال نیروی ناگهانی اندازه‌گیری می‌شود. آزمون برای حداقل ۵ نمونه در هر جهت پارچه تکرار شده و نیروی جرخوردگی برحسب نیوتن گزارش گردید. دستگاه سنجش مقاومت پارچه در برابر تاخوردگی ساخت شرکت KARL FRANK GmbH کشور آلمان به منظور تعیین سختی خمشی پارچه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌ها با ابعاد 5×2 سانتیمتر آماده شده و خمش لحظه‌ای بصورت درصد از روی صفحه

نمایش دستگاه خوانده شد. آزمایش طبق استاندارد DIN 53864 انجام گردید. جهت ارزیابی خصوصیات راحتی پارچه‌ها آزمایشات نفوذپذیری بخار آب، نفوذپذیری هوا و مدیریت رطوبت پارچه دورو اندازه‌گیری شده و با پارچه مشابه که دارای یک طرح چاپ می‌باشد مقایسه گردید. برای ارزیابی نفوذپذیری هوا، نمونه پارچه‌ها با مساحت 20 سانتیمتر مربع آماده شده و آزمایش با دستگاه نفوذپذیری هوا ساخت شرکت KARL FRANK GmbH کشور آلمان انجام شد. جهت اندازه‌گیری نفوذپذیری بخار آب از روش فنجان استفاده گردید. در این آزمایش نمونه پارچه روی دهانه باز ظرف حاوی آب بسته و درزگیری شده و سپس در محیطی با شرایط استاندارد در دمای $21 \pm 1^\circ \text{C}$ و رطوبت نسبی $65 \pm 2\%$ قرار داده شد. پس از برقرار شدن تعادل، توزینهای متوالی ظرف با ترازویی با دقت چهار رقم اعشار انجام شد و نرخ انتقال بخار آب از داخل نمونه محاسبه گردید. نفوذپذیری بخار آب (WVP) با واحد $\text{g/m}^2/\text{day}$ طبق رابطه ذیل محاسبه می‌شود:

$$WVP = \frac{2tM}{At} \quad (1)$$

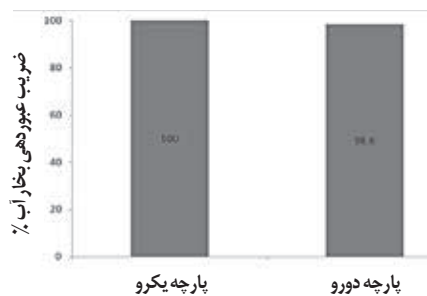
در این رابطه M میزان جرم از دست رفته برحسب گرم، t زمان مابین توزین‌ها برحسب ساعت و A سطح داخلی ظرف برحسب مترمربع می‌باشد که برابر است با:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \times 10^{-2} \quad (2)$$

در این رابطه d قطر داخلی ظرف برحسب (mm) است. ضریب عبوردهی بخار آب نسبت به پارچه مرجع از رابطه (۳) به دست می‌آید که در آن $(WVP)_F$ نفوذپذیری



شکل ۱. نفوذپذیری هوای پارچه یکرو و دورو چاپ



شکل ۲. ضریب عبوردهی بخار آب پارچه های یکرو و دورو

تغییرات مقدار آب را در مقابل زمان در سطوح رو و زیر (و) پارچه های یکرو و دورو را نشان می دهد. از مشاهده این منحنی ها نتیجه می گردد که مقدار آب در سطح رویی پارچه ها کمتر از سطح زیرین آنها می باشد. این نشان می دهد که بیشتر مایع پمپاژ شده بر روی سطح پارچه سریعاً به سطح زیرین پارچه منتقل می گردد. از منحنی های بدست آمده مجموعه ای از شاخصها برای تعیین خصوصیات انتقال رطوبت پارچه بدست می آید. زمان تر شدن سطح رویی و سطح زیرین مدت زمانی می باشد که سطح رویی و زیرین پارچه پس از شروع آزمایش شروع به خیس شدن می نماید. این زمان برحسب ثانیه بوده و هنگامیکه شیب منحنی مقدار آب بر روی سطوح رویی و زیرین پارچه بیشتر از $\tan(15^\circ)$ باشد محاسبه میگردد. نرخ جذب بیشینه، نرخ جذب رطوبت بیشینه بر روی سطح رویی و زیرین پارچه برحسب $(\%/SEC)$ می باشد که از شیب اولیه منحنی های مقدار آب بدست می آید. شعاع تر شدن بیشینه برحسب میلیمتر می باشد که بعنوان ماکزیمم شعاع دایره تر شده بر روی سطوح رویی و زیرین پارچه تعریف گردیده است.

جدول ۲. نیروی پارگی، مقاومت در برابر جرخوردگی و سختی خمشی پارچه های یکرو چاپ و دورو چاپ

ویژگی	پارچه یکرو چاپ	پارچه دورو چاپ
نیروی پارگی در جهت تار (N)	۱۰۹۵(۲۵/۲)	۱۰۷۶(۲۰/۷۳)
نیروی پارگی در جهت پود (N)	۵۸۰(۱۰/۶)	۵۷۳(۸/۴۶)
مقاومت در برابر جرخوردگی در جهت تار (N)	۳۳/۵(۱/۱۴)	۳۱(۰/۷۴)
مقاومت در برابر جرخوردگی در جهت پود (N)	۱۹/۸(۰/۹۷)	۲۰(۰/۶۳)
سختی خمشی (%)	۲(۰/۴۷)	۲(۰/۳۲)

هوا از درون آن است. این پارامتر در برخی از کالاها از جمله چادرها، چترهای نجات، لباسهای بارانی و لباسهای مورد استفاده در مناطق سرد دارای اهمیت می باشد [۳]. شکل (۱) نفوذپذیری هوای پارچه یکرو و دورو چاپ را نشان می دهد. نفوذپذیری هوای پارچه دورو چاپ در مقایسه با پارچه یکرو در حدود ۲۵ درصد کاهش نشان داده است. به نظر می رسد کاهش نفوذپذیری هوای پارچه دورو بدلیل چاپ طرف دوم پارچه با پیگمنت و استفاده از بیندر در نسخه چاپ می باشد. نفوذپذیری و یا قابلیت گذردهی بخار آب پارچه ها خاصیت مهمی در فعالیتهای شدید بدنی است. پارچه ای که دارای قابلیت کمی در نفوذپذیری بخار آب باشد قادر به انتقال عرق به اندازه کافی نبوده و باعث تجمع عرق در لباس شده و موجب احساس ناراحتی در شخص می گردد [۳]. برای بررسی میزان و سرعت جذب و انتقال مایعات، میزان نفوذپذیری بخار آب پارچه های یکرو و دورو چاپ مورد بررسی قرار گرفت تا تأثیر انجام عملیات چاپ طرف دوم پارچه بر این خاصیت مشخص گردد.

شکل (۲) میزان ضریب عبوردهی بخار آب پارچه یکرو چاپ و دورو چاپ را نشان می دهد. همانطور که در شکل مشاهده می گردد در صورتیکه ضریب عبوردهی بخار آب پارچه یکرو ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شود میانگین ضریب عبوردهی بخار آب پارچه دورو در طی روزهای متوالی ۹۷/۶ درصد خواهد بود و نفوذپذیری بخار آب این دو پارچه تفاوت معنی داری را نشان نمی دهد. بنابراین انجام عملیات چاپ دوم بر روی طرف دیگر پارچه تأثیر منفی چندانی بر قابلیت عبور مولکولهای بخار آب نداشته است. انتقال رطوبت مایع در البسه تأثیر چشمگیری بر درک پوشنده از احساس راحتی دارد. یکی از مکانیزم های اصلی خنک سازی بدن انسان تعریق و تبخیر می باشد. تبخیر رطوبت از سطح پوست یا سطح پارچه موجب کاهش حرارت سطح بدن می گردد. بنابراین جذب عرق توسط لباس و انتقال آن به سطح پارچه که تبخیر در آنجا رخ می دهد بر احساس راحتی البسه تأثیر گذار می باشد. ارزیابی مدیریت رطوبت پارچه های یکرو و دورو توسط دستگاه MMT انجام گرفته است. با استفاده از این دستگاه می توان انتقال رطوبت دینامیک مایع در پارچه را در سه جهت در یک مرحله اندازه گیری کرد [۵]. شکل (۳) و (۴)

بخار آب پارچه مورد آزمایش (پارچه دورو) و $(WVP)_T$ (WVP) نفوذپذیری بخار پارچه مرجع (پارچه یکرو) است [۳].

$$\text{ضریب عبوردهی بخار آب} = \frac{(WVP)_T}{(WVP)_T} \times 100 \quad (3)$$

جهت ارزیابی خصوصیات مدیریت رطوبت پارچه از دستگاه Moisture Management Tester ساخت شرکت SDL Atlas کشور انگلستان استفاده گردید. پیش از انجام آزمایش نمونه ها جهت آماده سازی طبق استاندارد (ASTM D 1776) به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد در دمای $21 \pm 1^\circ C$ و رطوبت نسبی $65 \pm 2\%$ قرار گرفتند. این دستگاه براساس رهاسازی کنترل شده قطره ای از محلول نمک بر روی پارچه عمل می کند. عملیات پمپاژ محلول به مدت ۲۰ ثانیه بوده و مدت زمان اندازه گیری ۱۲۰ ثانیه تنظیم گردید. پارامترهای اندازه گیری شده توسط حس گرهای عبارت از زمان تر شدن، نرخ جذب بیشینه شعاع تر شدن بیشینه، سرعت پخش شدن قطره، قابلیت انتقال رطوبت از یک طرف به طرف دیگر پارچه و قابلیت مدیریت رطوبت کلی (OMMC) می باشد. نمونه پارچه های یکرو و دورو با ابعاد 8.8 cm^2 آماده شد و برای هر پارچه ۵ نمونه مورد آزمایش قرار گرفت.

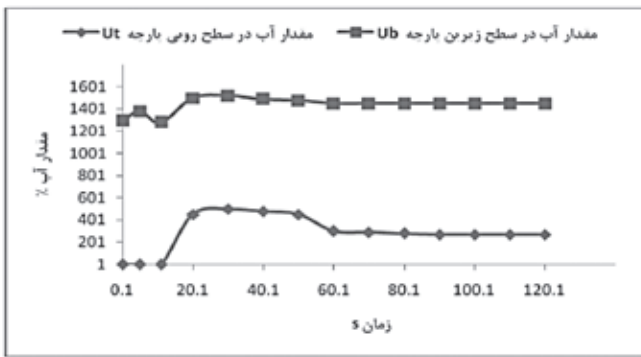
نتایج و بحث

وزن و ضخامت پارچه از پارامترهای مهمی می باشند که تأثیر قابل توجهی بر انتقال رطوبت و بخار آب و در نتیجه راحتی پوشاک دارند. جدول (۱) وزن و ضخامت پارچه های یکرو چاپ و دورو چاپ تولید شده را نشان می دهد. اعداد داخل پرانتز نشان دهنده انحراف معیار می باشد. همانطور که در جدول (۱) مشاهده می گردد ضخامت پارچه های چاپ شده یکرو و دورو تفاوت آماری نداشته است و وزن پارچه دورو چاپ در مقایسه با پارچه معمولی یکرو چاپ افزایش وزن ناچیزی حدود ۲/۵ درصد را نشان می دهد. جدول (۲) نیروی پارگی، مقاومت در برابر جرخوردگی و سختی خمشی پارچه های یکرو چاپ و دورو چاپ را نشان می دهد. از مقایسه نتایج مشاهده می گردد که از لحاظ آماری نیروی پارگی و مقاومت در برابر جرخوردگی پارچه های یکرو و دورو چاپ در جهات تار و پود تفاوت چشمگیری نداشته و سختی خمشی این دو پارچه نیز یکسان است.

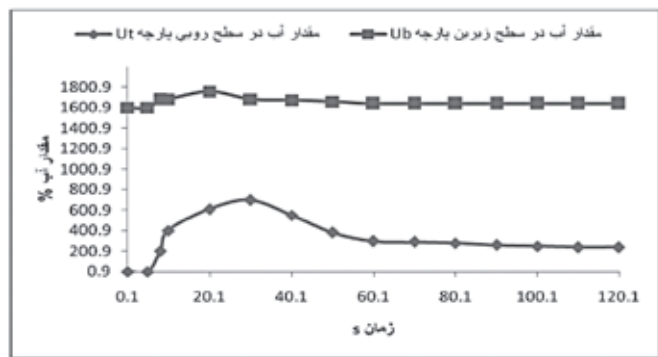
قابلیت نفوذپذیری هوای یک پارچه نشان دهنده میزان عبور

جدول ۱. وزن و ضخامت پارچه های یکرو چاپ و دورو چاپ

ویژگی	پارچه یکرو چاپ	پارچه دورو چاپ
وزن (g/m^2)	۲۰۰ (۱)	۲۰۵ (۱/۲۲)
ضخامت (mm)	۰/۳۲ (۰/۰۳)	۰/۳۳ (۰/۰۷)



شکل ۴. منحنی تغییر مقدار آب در مقابل زمان - پارچه دورو



شکل ۳. منحنی تغییر مقدار آب در مقابل زمان - پارچه یکرو

دورو چاپ و پارچه‌های مشابه یکرو را نشان می‌دهد که این دو پارچه در یک گروه و در رده پارچه‌های با قابلیت نفوذ آب قرار دارند. پارچه‌های با قابلیت نفوذ آب پارچه‌هایی هستند که مساحت انتشار قطره کوچک و سرعت انتقال رطوبت از یک طرف به طرف دیگر بسیار بالایی دارند.

۴- نتیجه گیری

نتایج بررسی‌های آماری نشان می‌دهد که وزن پارچه دورو در مقایسه با پارچه معمولی در حدود ۲/۵ درصد افزایش داشته است. خصوصیات مکانیکی دیگر از قبیل ضخامت، نیروی پارگی، مقاومت در برابر جرح خوردگی و سختی خمشی این دو پارچه تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. نفوذپذیری هوای پارچه دورو در مقایسه با پارچه یکرو چاپ حدود ۲۵ درصد کاهش یافته است. نفوذپذیری بخار آب پارچه دورو نیز تفاوت معنی‌داری را در مقایسه با پارچه یکرو چاپ شده نشان نداده است.

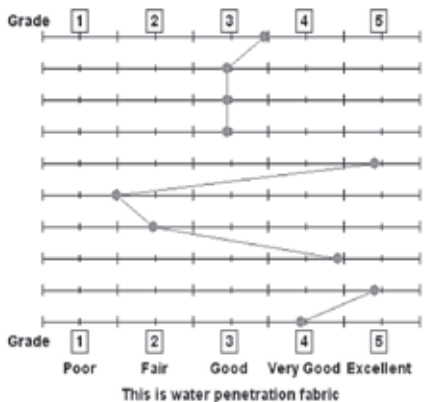
نتایج ارزیابی مدیریت رطوبت پارچه‌های دورو چاپ و پارچه‌های مشابه یکرو نشان می‌دهد که خصوصیات مدیریت رطوبت این پارچه‌ها مشابه بوده و این دو پارچه در یک گروه و در رده پارچه‌های با قابلیت نفوذ آب قرار دارند. بنابراین مقایسه نتایج حاصله برای پارچه‌های چاپ شده با دو طرح مختلف و پارچه‌های یکرو چاپ نشان می‌دهد که انجام عملیات چاپ دورو تأثیر منفی قابل توجهی بر روی خصوصیات مکانیکی و راحتی پارچه نداشته و از این پارچه‌ها می‌توان برای تولید لباس‌های دورو که قابلیت استفاده از دو طرف آن وجود داشته باشد استفاده نمود.

منابع در دفتر مجله موجود است.

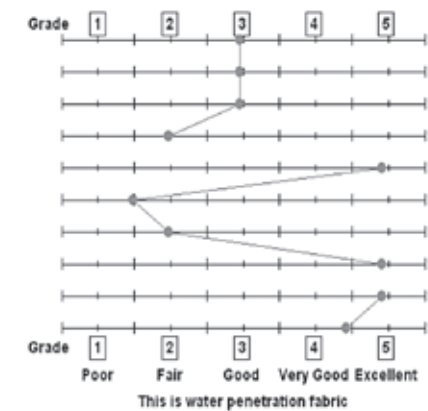
سرعت پخش شدن نیز سرعت‌های پخش شدن رطوبت بر روی سطوح رویی و زیرین پارچه جهت رسیدن به شعاع تر شدن بیشینه می‌باشد که واحد آن (mm/sec) می‌باشد. ظرفیت انتقال یکطرفه تجمعی بعنوان تفاوت در مقدار رطوبت تجمعی بین دو سطح پارچه در کل زمان آزمایش تعریف می‌گردد. شاخص مدیریت رطوبت کلی شاخصی است که توانایی کلی پارچه را برای مدیریت انتقال رطوبت مایع نشان می‌دهد که سه جنبه نرخ جذب رطوبت سطح زیرین، قابلیت انتقال رطوبت یکطرفه و سرعت خشک شدن رطوبت سطح زیرین را در برمی‌گیرد که عامل آخر توسط بیشینه سرعت پخش شدن بیان می‌گردد. مقادیر شاخص مدیریت رطوبت کلی بالاتر نشان‌دهنده قابلیت مدیریت رطوبت بالاتر پارچه می‌باشد [۵].

شاخص‌های ذکر شده برای پارچه‌های چاپ شده یکرو و دورو در جدول (۳) نشان داده شده‌اند. آنالیز واریانس یکطرفه با نرم‌افزار SPSS 10.0 جهت ارزیابی آماری و تعیین معناداری تفاوت بین پارچه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج ارزیابی‌های آماری نشان می‌دهد که تفاوت‌های معنی‌داری در خصوصیات مدیریت رطوبت پارچه‌های چاپ شده یکرو و دورو در سطح اطمینان ۹۵٪ وجود ندارد.

در ارزیابی آزمایش مدیریت رطوبت هفت طبقه‌بندی برای پارچه‌ها ذکر گردیده است که عبارت از پارچه ضد آب، پارچه دافع آب، پارچه با سرعت جذب و سرعت خشک شدن آهسته، پارچه با سرعت جذب سریع و سرعت خشک شدن آهسته، پارچه با سرعت جذب و سرعت خشک شدن سریع، پارچه با قابلیت نفوذ آب و پارچه مدیریت‌گر رطوبت می‌باشد. برای هر کدام از این طبقه‌بندی‌ها تعاریف مشخصی با توجه به شاخص‌های انتقال رطوبت ذکر گردیده است [۴]. شکل (۵) نتایج ارزیابی مدیریت رطوبت پارچه‌های



(a)



(b)

شکل ۵. ارزیابی مدیریت رطوبت (a) پارچه‌های دورو چاپ و (b) پارچه‌های یکرو چاپ

جدول ۳. شاخصهای مدیریت رطوبت پارچه‌های چاپ شده یکرو و دورو

نمونه	زمان تر شدن سطح (s)	زمان تر شدن سطح (s)	ماکزیمم نرخ جذب سطح (mm/sec)	ماکزیمم نرخ تر شدن سطح (mm/sec)	ماکزیمم شعاع تر شدن سطح (mm)	سرعت پخش شدن قطره سطح زیرین (mm/sec)	ظرفیت انتقال یکطرفه تجمعی (%)	شاخص مدیریت رطوبت کلی (OMMC)
پارچه یکرو	۹/۰۹۴	۲/۹۶۲۶	۳۲/۱۳۶	۱۳/۹۵۸۲	۱۳	۱/۲۶۸۱	۱۲۴۴/۲۷۱	۰/۷۵۷۲
پارچه دورو	۵/۴۳۷۷	۲/۵۳۱۳	۳۵/۸۲۹۹	۹/۱۸۵۵	۱۵	۲/۳۳۳۸	۱۳۵۴/۸۷۷۶	۰/۷۴۲۶