



مقایسه مشخصه های اپتیکی و مکانیکی خاکپوش های پلی اتیلنی و زیست تخریب پذیر

محمد شهابی قویونلوئی^۱، مهدی خجسته پور^۲، حسن صدرنیا^۲

دانشجوی دکتری، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد؛ mohamadshahabi@mail.um.ac.ir
دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد؛ mkhpour@um.ac.ir, hassan.sadrnia@um.ac.ir

چکیده

تیز روزافزون جهان به افزایش تولیدات کشاورزی به واسطه رشد سریع جمعیت، استفاده از روش های افزایش تولید محصولات کشاورزی را بیشتر از هر زمان دیگر مورد توجه قرار داده است. خاکپوش های کشاورزی باعث افزایش تولید و کارایی نهاده های کشاورزی از طریق کاهش هزینه ها و زمان مورد نیاز می شوند. مقوله حفاظت از محیط زیست از یک سو و کاهش ذخائر پتروشیمی از سوی دیگر، محققان را بر این داشته است تا تولید پلیمرهای جدید بر پایه گیاهی و یا آکسازیبست تخریب پذیر را از اعم اهداف تحقیقاتی خود قرار دهند. در این پژوهش خصوصیات مکانیکی و اپتیکی برخی خاکپوش های پلی اتیلنی و دارای افزودنی رنگی و زیست تخریب پذیر با یکدیگر مقایسه گردید. نتایج تحقیق نشان داد خاکپوش های زیست تخریب پذیر با اندکی کاهش در استحکام کششی (میانگین ۱۳/۶۸ MPa) و درصد ازدیاد طول در نقطه شکست (۴۲۸٪) می تواند به عنوان یک جایگزین قابل قبول برای انواع پلی اتیلنی باشد. همچنین انواع خاکپوش شفاف و دارای افزودنی رنگی نیز بترتیب با بیشترین میزان انتقال (۸۹٪) و جذب تشعشعات (۴۷٪) با طول موج بلند می تواند به عنوان بهترین خاکپوش ها در مناطق مورد نیاز، بعنوان افزاینده دمای خاک استفاده گردد.

کلمات کلیدی: خاکپوش، زیست تخریب پذیر، مشخصه های اپتیکی و مکانیکی.

Comparison of optical and mechanical properties polyethylene and biodegradable mulches

Mohammad Shahabi Ghoyonlo¹, Mehdi Khojastehpour², Hassan Sadrnia²

¹PhD student, Ferdowsi University of Mashhad, mohamadshahabi@mail.um.ac.ir

²Associate Professor, Ferdowsi University of Mashhad, mkhpour@um.ac.ir & hassan.sadrnia@um.ac.ir

ABSTRACT

The increasing need of agricultural production increase in the world due to the rapid population growth, the use of agricultural production techniques has paid attention more than ever. Agricultural mulches cause to increase the productivity and efficiency of agricultural institutions by reducing costs and time. On the one hand environmental protection and the other hand the reduction of petrochemicals resources has led to researchers to put the most important research objectives to production of new polymers based on vegetable or destructive oxidants. In this study, the mechanical and optical properties polyethylene mulches with colored and biodegradable additives were compared. The results of this study showed that a variety of biodegradable mulches with a slight decrease in the tensile strength and the percentage of elongation at failure point (on average: Tensile strength = 13.68 MPa and Elongation at failure point = 424%) can be considered as an acceptable alternative for the polyethylene mulches. Also, transparent and with colored additive mulches respectively with the highest transmission (89%) and absorption (47%) of long-wavelength radiation can be used as the best mulch in the required areas for soil temperature enhancer.

Keywords: Agricultural Mulch, Biodegradable, Optical and Mechanical properties

*نویسنده مسئول: مهدی خجسته پور - مشهد - میدان آزادی - دانشگاه فردوسی - گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم. تلفن: ۰۵۱۳۸۸۰۵۸۳۸
نمابر: ۰۵۱۳۸۸۰۷۱۴۲ - تلفن همراه: ۰۹۳۵۲۳۸۳۰۳۱



۱- مقدمه

بارشد جمعیت افزایش تولید محصولات کشاورزی ضروری می باشد. ولیکن جمعیت روبه فزونی جهان برای برآورده نمودن نیاز غذایی، وابسته به نوآوری در حوزه کشاورزی است تا ضمن سازگاری با شرایط اقلیمی، با تکیه بر دانش امروز بتواند بر کمیت و کیفیت محصولات تولیدی بیافزاید. دمای خاک بعنوان یکی از مهمترین پارامترهای کنترلی در کشاورزی است که بسیار با اهمیت تر از دمای هوای محیط می باشد (Pramanik, Bandyopadhyay, Bhaduri, Bhattacharyya, & Aggarwal, 2015). دمای خاک بالاتر موجب دسترسی بهتر گیاه به مواد مغذی، افزایش توان جذب توسط ریشه ها، افزایش تعداد و فعالیت میکروارگانیسم های خاک و همچنین افزایش سرعت جوانه زنی و افزایش انشعاب ریشه و رشد گیاه می گردد. دمای تقریبی برای این فعالیت ها بین ۲۵ تا ۳۲ درجه سانتیگراد بدست آمده است و همچنین جهت افزایش ضخامت ریشه دمای بین ۸ تا ۱۵ درجه سانتیگراد توصیه شده است (Tindall, Beverly, & Radcliffe, 1991). همچنین کنترل دمای ناحیه ریشه گیاه می تواند از ظهور انواع بیماریهای گیاهی جلوگیری کند و موجب افزایش و زودرسی محصول گردد (Díaz-Pérez, Gitaitis, & Mandal, 2007).

خاکپوش پلی اتیلنی برای اولین بار در ژاپن سال ۱۹۶۰ میلادی استفاده گردید و خیلی سریع در اروپا و امریکا و سایر نقاط جهان گسترش یافت. بطور کلی خاکپوش پلی اتیلنی باعث افزایش تولید و کارایی نهاده های کشاورزی از طریق کاهش هزینه ها و زمان مورد نیاز می شوند و می توان در برخی موارد برای محدودسازی نور خورشید و حفظ رطوبت خاک بویژه در مناطق خشک بهره گرفت. همچنین یکی از روشهای بهینه سازی مصرف آب و همچنین بهبود محیط رشد گیاه به جهت افزایش دمای خاک و نیز جلوگیری از نفوذ آفات و بیماریها و علف هرز در بستر گیاه می باشد. از دیگر مزایای این روش افزایش فصل رشد محصولات گیاهی در مناطق معتدل و سرد است که بدین طریق محصولات زودتر از زمان معمول آن قابلیت برداشت خواهند داشت و زودرسی محصول را شامل میگردد. با خاکپوش مناسب پلی اتیلنی متناسب با شرایط محیطی، میتوان دمای خاک را به میزان ۱۱ درجه سانتیگراد نسبت به خاک بدون خاکپوش بالاتر برد (کابیا، ۲۰۰۴). مهمترین مزیت استفاده از خاکپوش پلی اتیلنی افزایش دما در ناحیه ریشه گیاه گزارش شده است و البته با توجه به مشخصه های گیاه، موقعیت جغرافیایی منطقه و موقعیت زمانی از سال، افزایش دمای ریشه می تواند حتی برای رشد و باردهی گیاه آسیب رسان باشد (Díaz-Pérez et al., 2007). بنابراین استفاده هوشمندانه از این روش میتواند در پیشبرد اهداف کشاورزی مؤثر واقع گردد.

با توجه به افزایش آلودگی محیط زیست و کاهش منابع فسیلی، مطالعات زیادی برای جایگزینی پلاستیکهای سنتزی مشتق شده از ترکیبات نفتی با پلاستیکهای بدست آمده از منابع تجدید پذیر صورت گرفته است (Yu, Petinakis, Dean, Bilyk, & Wu, 2007). مقوله حفاظت از محیط زیست از یک سو و کاهش ذخائر پتروشیمی از سوی دیگر، محققان را بر این داشته است تا تولید پلیمرهای جدید بر پایه گیاهی و یا آکسازیست تخریب پذیر را از اهداف تحقیقاتی اصلی خود قرار دهند. این پلیمرها با شکست زنجیرهای درشت مولکولی به اجزای کوچکتر موجب اکسیداسیون و استخراج آب و دی اکسید کربن از ماده پلیمری میگرددند (Fattahi, 2015). جایگزینی پلیمرهای نفتی با پلیمرهای زیست تخریب پذیر باعث آسانی از بین بردن زباله های پلاستیکی و کاهش مقدار ضایعات حاصل از آنها میشود (Davis & Song, 2006). از آن جا که زیست پلیمرها زیست تخریب پذیرند و مشکلات ضایعات بر جای مانده از مواد پلاستیکی را ندارند، جایگزینی مناسب برای پلاستیکهای سنتزی مشتق شده از مواد نفتی به شمار میآیند (Takahashi, 2007). استفاده از خاکپوش های بر پایه مواد زیست تخریب پذیر می تواند علاوه بر کاهش نیاز به نیروی کارگری جهت جمع آوری خاکپوش پس از فصل برداشت، بر غنی سازی بستر خاک از مواد آلی و حفاظت از محیط زیست مؤثر واقع گردد. تحقیق و بررسی ویژگی های اپتیکی این قبیل محصولات که می توانند بعنوان خاکپوش کشاورزی استفاده گردند از مهمترین صفات در مباحث انتقال حرارت و نفوذ در لایه های خاک می باشد و مقایسه آنها با خاکپوش های مرسوم پلی اتیلنی می تواند در جهت توجیه استفاده از این مواد مؤثر واقع گردد.

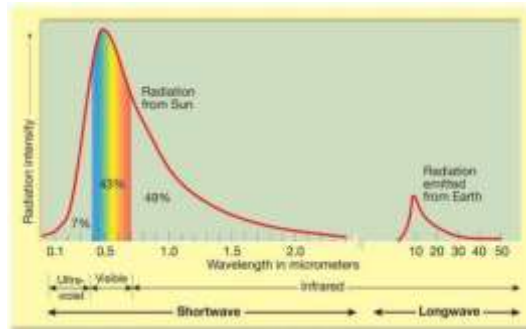
بررسی اثر خاکپوش های مختلف با مشخصه های اپتیکی متفاوت بر میزان دمای خاک بر اثر انتقال، جذب و انعکاس امواج الکترومغناطیسی خورشیدی با طول موج های کوتاه و بلند بسبب انتخاب خاکپوش بهینه جهت بهبود شرایط رشد گیاه می شود. طول امواج حدود ۹۹ درصد از انرژی

¹polyethylene mulching

²Shortwave Radiation

³Longwave radiation

تابشی خورشید بین ۰/۱۵ تا ۴ میکرون می باشد که بیشترین مقدار آن در اطراف طول موج ۰,۵ میکرون است. حدود ۴۰ درصد از امواج دریافتی در سطح زمین در روزهای صاف در بازه امواج مرئی ۰,۴ تا ۰,۷ میکرون بوده و درحالی که ۵۱ درصد از آن امواج مادون قرمز می باشد (Duffie & Beckman, 1980; Mani, 1981a). بازه طولی امواج خورشید و تقسیم بندی امواج کوتاه و بلند در شکل ۱ ارائه گردیده شده است (Motamedi, 2012).



شکل ۱- طول امواج کوتاه و بلند در تابش خورشید (Mani, 1981b)

Figure 1. Long and short waves in sunlight

اهمیت بررسی و مقایسه مشخصه های اپتیکی خاکپوش های مختلف سبب انجام تحقیقاتی در این زمینه شده است. بعنوان مثال مقایسه خاکپوش پلی اتیلنی شفاف در دو مزرعه که یک خاکپوش برای اولین بار مورد استفاده و دیگری برای فصل دوم کشت استفاده گردیده است، در چهار حالت مختلف: ۱- خاکپوش جدید بدون لایه رطوبت حاصل از میعان، ۲- خاکپوش جدید با لایه رطوبتی، ۳- خاکپوش قبلی استفاده شده (در ترکیب خاک: ۹۵ درصد شن، ۱ درصد گل ولای و ۴ درصد رس) بدون لایه رطوبتی میعان، ۴- خاکپوش قبلی با لایه رطوبتی، مورد آزمایش قرار گرفته است. میزان تغییرات مشخصه های اپتیکی خاکپوش بر اثر استفاده مجدد بسیار قابل توجه بوده است (Avissar et al., 1986). همچنین نیز بررسی خاکپوش های بر پایه مواد تخریب پذیر بر میزان رشد تنه و محصول نهائی انگور و مقایسه آنها با خاکپوش معمولی پلی اتیلنی نشان می دهد که تعیین مشخصه های اپتیکی بر روی اثرات حرارتی خاکپوش بسیار تأثیرگذار می باشد. خاکپوش های تخریب پذیر بر پایه PBAT^۱ و ترکیب آن با نشاسته، پلی لاکتیک اسید و پلی پروپیلن کربنات در دو بازه طول موج مادون قرمز نزدیک و متوسط مقایسه گردیده و نتایج نشان داده است که اختلاف معنی دار در میزان درصد انتقال امواج در بین آنها وجود دارد (Touchaleaume et al., 2016). باتوجه به محاسن استفاده از خاکپوش در مهار علف های هرز، جذب طیف امواج فتوسنتزی و مهیا نمودن دمای مناسب خاک جهت رشد ریشه گیاه، مطالعه خصوصیات اپتیکی از اهداف محققین قرار گرفت. تعیین ضرایب اپتیکی در هر یک از بازه های ماوراء بنفش، فتوسنتزی، مادون قرمز نزدیک و دور می توانند بیان کننده یک خاصیت ویژه آن نوع خاکپوش باشد. برای مثال افزایش ضریب عبور در بازه فتوسنتزی مناسب برای رشد گیاه و از جهتی برای مهار علف هرز مضر می باشد و یا اینکه افزایش ضریب عبور در بازه امواج مادون قرمز نزدیک موجب کاستن از سرعت افزایش دمای خاک خواهد شد. در مجموع مطالعات محدودی در ارتباط با مشخصه های اپتیکی خاکپوش ها بویژه نوع زیست تخریب پذیر و اثرات آنها بر خرد اقلیم وجود دارد (Vox & Schettini, 2007). همچنین در برخی از تحقیقات مشاهده میگردد که آزمایشاتی که تعیین کننده تخریب پذیری خاکپوش است را به نحو ضعیفی ارائه داده اند و نمی توان به طور کامل از تخریب پذیر بودن خاکپوش های استفاده شده اطمینان حاصل نمود (Martin-Closas, Pelacho, Picuno, & Rodríguez, 2007).

بنابراین هدف از این تحقیق ارائه یک گزارش از مشخصه های اپتیکی و مکانیکی برای دو نوع خاکپوش پلی اتیلنی و زیست تخریب پذیر مورد استفاده در کشاورزی می باشد تا با مقایسه این خواص بتوان قابلیت کاربری خاکپوش زیست تخریب پذیر را نشان داد و در جهت ترویج فرهنگ استفاده از این محصولات قدم برداشت.

۲-۱- تهیه و تولید خاکپوش های آزمایشی

در این تحقیق سعی گردید از خاکپوش های پرمصرف در حوزه کشاورزی استفاده شود و همچنین خاکپوش های هوا زیست تخریب پذیر را که هنوز در کشور جایگاه کاربردی پیدا نکرده است، معرفی کرده و با انواع مرسوم خاکپوش های مصرفی مقایسه نمائیم. باتوجه به عدم تولید و تجاری سازی این محصول در کشور، کلیه فرآیندهای تولید محصول به میزان مورد نیاز جهت انجام آزمایش ها صورت پذیرفت. خاکپوش های معمول بر پایه پلی اتیلن همراه با افزودنی های رنگیتهیه گردید که با توجه بهمصارف معمول در حوزه کشاورزی رنگ های مشکی و مشکی-نقره ای با ضخامت های ۳۰ و ۶۰ و ۹۰ میکرون به عنوان خاکپوش آزمایشی انتخاب گردید. ماده خام اولیه مورد استفاده جهت تولید خاکپوش هوا زیست تخریب پذیر از پلی اتیلن با چگالی کم (LDPE) تولید پتروشیمی بندر امام و یک افزودنی که ترکیبی از نمکهای فلزی اسید چرب (۵۰ تا ۷۰ درصد)، ترکیبات نادر زمین (۱۰ تا ۲۰ درصد) و روان کننده (۱۰ تا ۲۰ درصد) شرکت P-Life می باشد، بود. با توجه به محدودیت های موجود در فرآیند تولید، کمترین ضخامت خاکپوش های میزان اختلاط افزودنی به LDPE بین یک تا دو درصد انجام گرفت (شکل ۲).

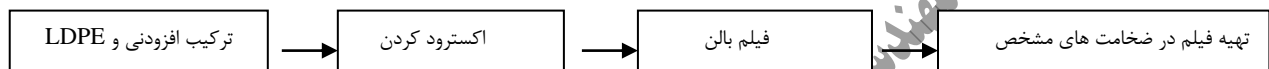


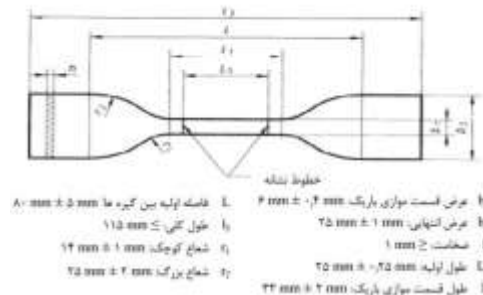
Figure 2- Oxa-biodegradable mulch production stages - مراحل تولید خاکپوش هوا زیست تخریب پذیر

۲-۲- تعیین ضخامت خاکپوش ها

ضخامت فیلمها توسط ساعت اندازه گیری ضخامت سنجتعیین شد. با توجه به استاندارد ملی به شماره ۶۲۳۱ برای هر فیلم میانگین ضخامت توسط اندازه گیری در ۱۰ نقطه محاسبه گردید (ISIRI, 2002).

۲-۳- آزمون کشش

یکی از روش های سنجش کیفیت فیلم های تولیدی هوازیست تخریب پذیر و مقایسه آنها با انواع مشابه مرسوم در بازار تعیین خواص استحکامی می باشد. برای این کار مطابق با استاندارد ISO 527-3 و استاندارد ملی ایران به شماره ۶۶۲۱-۳ انجام یافته و مقادیر تنش تسلیم و ازدیاد طول در نقطه شکست بدست آمد. آزمایشات در سرعت حرکت فک بالائی ۵۰ میلیمتر بر دقیقه انجام گرفت. برای انجام آزمایش ها از دستگاه Tinius Olsen H5KS ساخت انگلستان استفاده شد. نمونه های آزمایشی مطابق با **Error! Reference source not found.** توسط گیوتین قالبی تهیه گردید. ازدیاد طول در حین آزمون علاوه بر اینکه توسط دستگاه ثبت میگردد، در لحظه شکست بصورت دستی بوسیله ابزار اندازه گیری پرگار، فاصله بین خطوط نشانه ثبت گردید (Ireland & Standardization, 1996) (INSO, 2014).



شکل ۳ - ابعاد نمونه جهت انجام آزمون کشش

Figure 3 - Sample dimensions for the tensile test



۲-۴- اندازه گیری ضرایب جذب و انتقال در طیف های تابشی مختلف

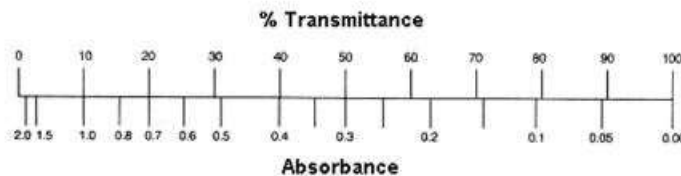
مقادیر ضرایب جذب و انتقال در بازه طول موج های ۲۰۰ تا ۲۵۰۰ نانومتر با گام های یک نانومتر و در بازه ۲۵۰۰ تا ۲۵۰۰۰ با گام های دوازده نانومتر اندازه گیری شد. نمونه های مورد آزمایش در ابعاد ۲×۲ سانتی متر تهیه گردید و جهت اندازه گیری مشخصه های اپتیکی در بازه طول موجی کوتاه از دستگاه طیف سنج مادون قرمز- مرئی- فرابنفش شرکت پرکین المر مدل لامبدا ۹۵۰ ساخت امریکا استفاده گردید. مشخصه های اپتیکی برای بازه طول موجی بلند توسط دستگاه طیف سنج مادون قرمز تبدیل فوریه شرکت نیکولت مدل آواتار ۳۷۰ ساخت امریکا صورت پذیرفت. در هر یک از این دستگاه ها عددی که به عنوان مقدار جذب خوانده می شود براساس قانون بیر-لامبرت^۳ می باشد. روابط حاکم بین مقادیر جذب (A) و انتقال (T) در معادلات زیر و **Error! Reference source not found.** شکل ۴ نشان داده شده است:

$$T = \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

که در آن: T درصد اشغال، P و P₀ بترتیب مقدار تابش خروجی و ورودی در نمونه می باشد.

$$A = -\log_{10} T = \log_{10} \frac{P_0}{P} = abc \quad (2)$$

در رابطه بالا a ضریب جذب، b طول مسیر تابش که همان ضخامت نمونه و c غلظت نمونه است. از آنجایی که جذب کمیته بدون واحد است، واحد ضریب جذب طوری است که واحدهای b و c را حذف می کند (Skoog, West, Holler, & Crouch, 2014).



تصویر ۴- قانون بیر - لامبرت در روابط انتقال و جذب

Figure 4 - The beer-lambert law in transmittance and absorbance relationship

میانگین وزنی مشخصه اپتیکی (ϕ) با توجه به مرجع تابش خورشیدی برای هر یک از ضرایب اپتیکی در بازه مشخص براساس رابطه زیر بدست می آید:

$$\phi = \frac{\int \phi_{\lambda} E_{\lambda} d\lambda}{\int E_{\lambda} d\lambda} \quad (3)$$

که در آن: ϕ_{λ} مشخصه اپتیکی اندازه گیری شده در طول موج E_{λ} (وات بر مترمربع) شدت انتشار در طول موج λ (متر) ناشی از جسم سیاه در یک دمای مشخص می باشد که دمای گزارش شده در انتشار امواج با طول موج کوتاه در خورشید برابر با ۶۰۰۰ درجه کلونین و برای امواج با طول موج بلند در سطح زمین برابر با ۳۰۰ درجه کلونین می باشد. مقادیر شدت انتشار براساس تابع پلانک^۴ و شکل ۵ محاسبه گردید (Avissar, Mahrer, & Margulies, & Katan, 1986):

$$E_{\lambda}^T = c_1 \lambda^{-5} \left[\exp \left(\frac{c_2}{\lambda T} \right) - 1 \right]^{-1} \quad (4)$$

$$c_1 = 3.74 \cdot 10^{-16} \text{ w.m}^2, c_2 = 0.014385 \text{ m.k}$$

¹PerkinElmer LAMBDA 950 UV/VIS/NIR

²Thermo Nicolet AVATAR 370 FTIR

³Beer-Lambert law

⁴Absorbance

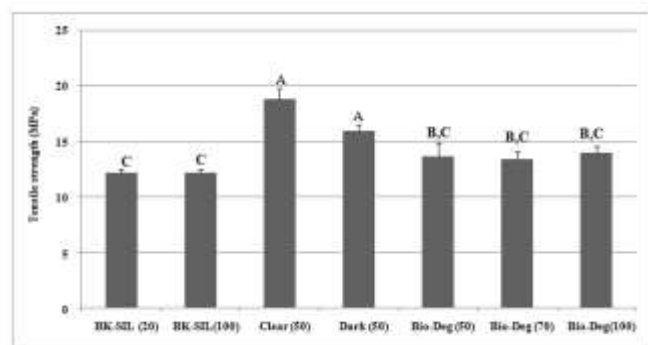
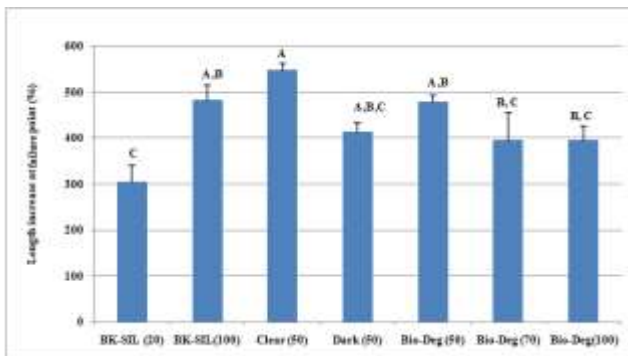
⁵Transmittance

Planck function



۳-۱- مشخصه های مکانیکی:

جهت حفظ انسجام خاکپوش در مزرعه و مقابله با آسیب های محیطی از جمله: باد، باران و یا حیوانات، یک مقدار حداقلی از استحکام بایستی تعریف گردد که این کار توسط استاندارد اروپائی EN 13655 با عنوان " فیلم های ترموپلاستیک پوششی جهت استفاده در کشاورزی و باغبانی " صورت پذیرفته و مقدار حداقلی استحکام کششی و ازدیاد طول در نقطه شکست بترتیب برابر با: ۱۲ مگاپاسکال و ۲۰۰ درصد ارائه شده است (Touchaleaume et al., 2016). ازدیاد طول در نقطه شکست و استحکام کششی نمونه های خاکپوش براساس استاندارد ذکر شده در شکل ۵ نشان داده شده است. میانگین هر یک از پارامترهای ذکر شده در ۵ تکرار آورده شده است و آزمون مقایسه میانگین توکی^۱ در سطح معناداری ۵ درصد با استفاده از نرم افزار Minitab 17 انجام پذیرفت. با اضافه نمودن افزودنی های رنگی و زیست تخریب پذیر، میزان استحکام نمونه ها کاهش یافته است. با ورود این ترکیبات به پیوندهای محکم هیدروژنی در ترکیبات پلی الفینی، سبب کاسته شدن از استحکام زنجیره های پلی اتیلنی میگردد و خصوصیات مکانیکی را تحت تاثیر قرار میدهد (Briassoulis, 2004). اما باید توجه داشت که با اضافه نمودن این افزودنی ها، کاربری های دیگری از خاکپوش حاصل میگردد که به مراتب مهمتر از میزان استحکام کاهش یافته است. اثری که افزودنی های رنگی در مهار امواج حرارتی دارد و با خاصیت زیست تخریب پذیری به مراتب بسیار قابل توجه و کاربردی خواهد بود. البته همانطور که در نتایج مشاهده می شود مقادیر مشخصه های مکانیکی بدست آمده از نمونه های دارای افزودنی از میزان حداقلی در نظر گرفته شده توسط استاندارد EN 13655 بالاتر بوده و از این بابت اشکالی در روند استفاده از این تولیدات بوجود نخواهد آمد. البته به این نکته نیز بایستی اشاره نمود که محصول تولیدی با عنوان زیست تخریب پذیر در تحقیق حاضر در مقایسه با سایر تولیدات ارائه شده در گزارشات مشابه از استحکام مکانیکی بالاتری برخوردار است (Briassoulis, 2006) (Scarascia-Mugnozza et al., 2006).



شکل ۵- درصد ازدیاد طول در نقطه شکست (%) و استحکام کششی نهایی (MPa) برای نمونه خاکپوش های آزمایشی (حروف لاتین نشانگر تفاوت معناداری مقدار میانگین در سطح ۵ درصد می باشد).

Elongation at failure point(%) and tensile strength (MPa) for experimental mulches (Latin letters indicate the significant differences in 5% level between the means).

۳-۲- مشخصه های اپتیکی خاکپوش ها:

نتایج حاصل از اندازه گیری پارامترهای اپتیکی برای خاکپوش های مختلف با ضخامت و مشخصه های ظاهری و جنس متفاوت در بازه وسیعی از امواج الکترومغناطیس که مطابق با طول موج تشعشعات خورشیدی می باشد، در جدول ۱ آورده شده است. نتایج حاصل شده از میانگین درصد تابش عبوری در امواج کوتاه نشان میدهد که بازه طولانی از نزدیک به صفر تا حدود ۸۰ درصد را شامل میگردد. با توجه به اینکه قسمتی از این امواج (بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر) بیشترین فرآیند فتوسنتز صورت میپذیرد و سبب رشد بهتر گیاه خواهد شد، بنابراین خاکپوش های شفاف بیشترین تاثیر را در بهبود فرآیند رشد خواهند داشت و پس از آنها خاکپوش های زیست تخریب پذیر خواهند بود. همچنین با عنایت به اینکه در تولید خاکپوش های

^۱Tukey Pairwise Comparisons



یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران



انجمن مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران



Buali Sina University

زیست تخریب پذیر مختلف معمولاً از مواد اولیه متفاوتی استفاده میگردد، با این وجود نتایج حاصل از تحقیق Graefe و همکاران نیز بالا بودن میزان درصد عبوری خاکپوش های زیست تخریب پذیر را نسبت به خاکپوش های دو لایه مشکی-سفید نشان میدهد (Graefe, Schmidt, Heissner, Rusin, & Wonneberger, 2005). البته بایستی به این نکته نیز اشاره نمود که بهبود شرایط رشد سبب افزایش علف های هرز گردیده و از این بابت باید در انتخاب خاکپوش متناسب با شرایط مزرعه تصمیم گیری نمود.

آنالیز درصد امواج عبوری در محدوده طول موج بلند، بازه محدودتری را نسبت به امواج کوتاه نشان میدهد. بیشترین میزان انتقال امواج مربوط به خاکپوش های شفاف بدون مواد افزودنی می باشد، در حالیکه بیشترین میزان جذب در خاکپوش های دو لایه با تابش بر سطح مشکی مشاهده گردید. با توجه به اینکه مشخصه های اپتیکی امواج بلند می تواند تاثیر شگرفی در پروفایل دمائی خاک داشته باشد، بنابراین با استفاده از خاکپوشهایی که بیشترین میزان انتقال و جذب امواج را در این بازه دارند میتوان در ارتقاء دمای خاک در زمان های مورد نیاز و بهبود شرایط رشد گیاه موثر واقع گردید (Ham & Kluitenberg, 1994)(Ham, Kluitenberg, & Lamont, 1993).

جدول 1- میانگین مشخصه های اپتیکی خاکپوش های پلاستیکی در بازه امواج کوتاه (۲۰۰ تا ۲۵۰۰ نانومتر) و امواج بلند (۲۵۰۰ تا ۲۵۰۰۰ نانومتر)، میانگین وزنی مطابق با معادله پلانک در دمای ۶۰۰۰ °K برای امواج کوتاه و ۳۰۰ °K برای امواج بلند.

Table 1- The average optical properties of plastic mulches in the short wavelength range (200 to 2500 nm) and long wavelength (2500 to 25000 nm), weighted average according to the Planck equation at 6000 K for short waves and 300 K for long waves.

طول موج بلند		طول موج کوتاه		ضخامت (میکرون)	مشخصه ظاهری	خاکپوش
درصد بازتاب	درصد عبور	درصد بازتاب	درصد عبور			
۴,۳۰	۵۱,۴۳	۴۳,۶۴	۰,۹۴	۲۰	دارای افزودنی رنگی - تابش بر سطح مشکی	دو لایه مشکی-
۴,۳۳	۷۰,۵۵	۴۸,۳۱	۰,۰۱	۲۰	دارای افزودنی رنگی - تابش بر سطح نقره ای	نقره ای
۳,۹۸	۴۹,۰۶	۳۱,۲۸	۰,۴۲	۱۰۰	دارای افزودنی رنگی - تابش بر سطح مشکی	دو لایه مشکی-
۴,۵۷	۶۱,۵۸	۳۹,۶۴	۰,۰۱	۱۰۰	دارای افزودنی رنگی - تابش بر سطح نقره ای	نقره ای
۰,۲۲	۸۹,۹۱	۱۷,۱۱	۸۲,۸۱	۵۰	بدون مواد افزودنی	شفاف
۳,۰۳	۸۷,۹۳	۲۹,۱۹	۷۰,۶۶	۵۰	دارای افزودنی رنگی و تخریبی	زیست تخریب پذیر
۰,۹۷	۸۷,۵	۲۹,۱۷	۷۰,۶۶	۷۰		
۱,۰۴	۸۵,۶۳	۳۰,۷۲	۶۹,۱۲	۱۰۰		

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق سعی گردید تا با مقایسه بین خصوصیات مکانیکی و اپتیکی بین خاکپوش های ترموپلاستیک مورد استفاده در کشاورزی، بتوان با معرفی نوع زیست تخریب پذیر، در جهت ترویج استفاده از این تولیدات به عنوان یک جایگزین مناسب و کاربردی با انواع پلی اتیلنی گام برداشت. نتایج حاصل از مقایسه خصوصیات مکانیکی نشان داد که میزان استحکام کششی و میزان ازدیاد طول در نقطه شکست در انواع زیست تخریب پذیر و رنگی در مقایسه با انواع پلی اتیلنی در حدود ۲۰ الی ۲۵ درصد کاهش می یابد. مقادیر بدست آمده برای این تولیدات از میزان حداقلی استحکام تعیین شده در استاندارد اروپائی EN 13655 بالاتر می باشد. با توجه به عبور حداکثری تشعشعات با طول موج کوتاه در خاکپوش های شفاف، این نوع بیشترین تاثیر را در بهبود فرآیند رشد خواهند داشت و پس از آنها خاکپوش های زیست تخریب پذیر خواهند بود. بیشترین میزان انتقال و جذب تشعشعات با طول موج بلند بترتیب در خاکپوش های پلی اتیلنی و دو لایه با تابش بر سطح مشکی مشاهده گردید. این امواج تاثیر شگرفی در افزایش پروفایل دمائی خاک دارد. بنابراین با استفاده از این خاکپوش ها میتوان در ارتقاء دمای خاک در زمان ها و مکان های مورد نیاز در جهت بهبود شرایط رشد گیاه موثر واقع گردد.

۵- تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله از گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه فردوسی مشهد به جهت فراهم نمودن فضا و امکانات مناسب در طول انجام تحقیق، کمال تشکر و سپاسگزاری را دارند.



- Avissar, R., Mahrer, Y., Margulies, L., & Katan, J. (1986). Field aging of transparent polyethylene mulches: I. Photometric properties. *Soil Science Society of America Journal*, 50(1), 202-205 .
- Briassoulis, D. (2004). An overview on the mechanical behaviour of biodegradable agricultural films. *Journal of Polymers and the Environment*, 12(2), 65-81 .
- Briassoulis, D. (2006). Mechanical behaviour of biodegradable agricultural films under real field conditions. *Polymer Degradation and Stability*, 91(6), 1256-12 .
- Davis, G., & Song, J. (2006). Biodegradable packaging based on raw materials from crops and their impact on waste management. *Industrial crops and products*, 23(2), 147-161 .
- Díaz-Pérez, J. C., Gitaitis, R., & Mandal, B. (2007). Effects of plastic mulches on root zone temperature and on the manifestation of tomato spotted wilt symptoms and yield of tomato. *Scientia Horticulturae*, 114(2), 90-95 .
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (1980). *Solar engineering of thermal processes*.
- Fattahi, F. S. (2015). Review on Production, Properties, and Applications of Poly(lactic acid) Fibers. *Journal of Textile Science and Technology*, 5(1), 11-17 .
- Graefe, J., Schmidt, S., Heissner, A., Rusin, W., & Wonneberger, C. (2005). Simulation of soil heating in ridges partly covered with plastic mulch, Part II: Model calibration and validation. *Biosystems engineering*, 92(4), 495-512 .
- Ham, J. M., & Kluitenberg, G. (1994). Modeling the effect of mulch optical properties and mulch-soil contact resistance on soil heating under plastic mulch culture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 71(3-4), 403-424 .
- Ham, J. M., Kluitenberg, G., & Lamont, W. (1993). Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118(2), 188-193 .
- INSO. (2014). 6621 -3. Plastics- Determination of tensile properties. In *Part 3: Test conditions for films and sheets* (pp. 13). Islamic Republic of Iran: Iranian National Standard Organization.
- Ireland, N. S. A. o., & Standardization, E. C. f. (1996). *CEN EN ISO 527-3*: National Standards Authority of Ireland.
- ISIRI. (2002). 6231. Plastics- film and sheeting- Determination of thickness by mechanical scanning. In (pp. 16).
- Mani, A. (1981b). *Handbook of solar radiation data for India, 1980*. New Delhi: Allied.
- Martin-Closas, L., Pelacho, A., Picuno, P., & Rodríguez, D. (2007). *Properties of new biodegradable plastics for mulching, and characterization of their degradation in the laboratory and in the field*. Paper presented at the International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management: Greensys2007 801.
- Pramanik, P., Bandyopadhyay, K., Bhaduri, D., Bhattacharyya, R., & Aggarwal, P. (2015). Effect of mulch on soil thermal regimes-A review. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 8(3), 645 .
- Sara Motamedi, B. A. (2012). *Energy Analysis of Toplighting Strategies for Office Buildings in Austin*. (Master of Science in Sustainable Design), The University of Texas at Austin, The University of Texas at Austin .
- Scarascia-Mugnozza, G., Schettini, E., Vox, G., Malinconico, M., Immirzi, B., & Pagliara, S. (2006). Mechanical properties decay and morphological behaviour of biodegradable films for agricultural mulching in real scale experiment. *Polymer Degradation and Stability*, 91(11), 2801-2808 .
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2014). *Fundamentals of analytical chemistry*.
- Takahashi, Y. (2007). *Cellulose nanoparticles: A route from renewable resources to biodegradable nanocomposites*. State University of New York College of Environmental Science and Forestry ,
- Tindall, J. A., Beverly, R., & Radcliffe, D. (1991). Mulch effect on soil properties and tomato growth using micro-irrigation. *Agronomy journal*, 83(6), 1028-1034 .
- Touchaleaume, F., Martin-Closas, L., Angellier-Coussy, H., Chevillard, A., Cesar, G., Gontard, N., & Gastaldi, E. (2016). Performance and environmental impact of biodegradable polymers as agricultural mulching films. *Chemosphere*, 144, 433-439 .
- Vox, G., & Schettini, E. (2007). Evaluation of the radiometric properties of starch-based biodegradable films for crop protection. *Polymer Testing*, 26(5), 639-651 .
- Yu, L., Petinakis, S., Dean, K., Bilyk, A., & Wu, D. (2007). *Green polymeric blends and composites from renewable resources*. Paper presented at the Macromolecular Symposia.