تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر کارآیی جذب و مصرف نور در سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) تحت شرایط آب و هوایی همدان

The Effect of Different Methods of Tillage and Cover Crop on Radiation Interception and Use by Potato (*Solanum tuberosum*) under Hamedan Weather Condition

گودرز احمدوند[۱]، فرزاد مندنی[۲]، معصومه دهقان بنادکی[۳*]، سمیه حاجی‌نیا[۳] و بهاره اسکندری[۴]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۱۷

چکیده

کاربرد سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی و گیاهان پوششی از روش‌های اصلی مدیریت بوم‌شناختی در تولید محصولات کشاورزی هستند که منجر به بهبود کارآیی مصرف منابع توسط گیاهان می‌شود. به‌منظور ارزیابی روش‌های خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر کارآیی جذب و مصرف نور سیب‌زمینی آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۲ انجام شد. کرت‌های اصلی شامل خاک‌ورزی در سه سطح (خاک‌ورزی متداول، خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی) و کرت‌های فرعی شامل گیاه پوششی در سه سطح (بدون گیاه پوششی، گیاه پوششی جو و ماشک) بود. نتایج آزمایش نشان داد که شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک کل، میزان جذب نور و کارآیی مصرف نور سیب‌زمینی در خاک‌ورزی متداول و گیاه پوششی ماشک افزایش یافت. بیشترین شاخص سطح برگ سیب‌زمینی در خاک‌ورزی متداول و گیاه پوششی ماشک (۶/۴) و کمترین آن در بدون خاک‌ورزی و عدم گیاه پوششی (۳/۲) به‌دست آمد. با افزایش شاخص سطح برگ در خاک‌ورزی متداول و گیاه پوششی ماشک، روند جذب نور حدود ۸۵ درصد افزایش یافت. همچنین نتایج حاکی از اثر مثبت گیاه پوششی ماشک بر رشد سیب‌زمینی بود. به‌طوری‌که بیشترین و کمترین تجمع ماده خشک به‌ترتیب در خاک‌ورزی متداول و گیاه پوششی ماشک (۱۹۸۵/۶ گرم در مترمربع) و عدم خاک‌ورزی و کاشت گیاه پوششی (۱۲۳۶/۴ گرم در مترمربع) به‌دست آمد. بیشترین و کمترین میانگین کارآیی مصرف نور سیب‌زمینی در تیمار خاک‌ورزی متداول و گیاه ماشک و تیمار عدم خاک‌ورزی و گیاه پوششی به‌ترتیب معادل ۳/۱۲ و ۲/۰۹ گرم بر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی بود.

واژه‌های کلیدی: تجمع ماده خشک کل، تشعشع فعال فتوسنتزی، شاخص سطح برگ، ماشک

۱. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران
۲. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳. دانشجویان دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران
۴. عضو هیئت علمی گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور همدان واحد بهار، ایران
*: نویسنده مسئول Email: masomeh.dehghan@yahoo.com

مقدمه

امروزه ایجاد پایداری در نظام‌های تولید مواد غذایی یکی از مهمترین اهدافی است که توسط محققان بیان شده است و برای رسیدن به این مهم، راهکارهای متفاوتی ارایه شده است. از طرفی تأثیر عوامل محیطی بر تولید و نیز واکنش گیاهان به این عوامل از مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار برای رسیدن به پایداری در سامانه‌های تولید کشاورزی به شمار می‌رود. در بین عوامل محیطی موثر بر تولید محصولات زراعی (نور خورشید، آب و عناصر غذایی)، استفاده کارآمد گیاه از تابش خورشید نقش بسیار مهمی ایفاء می‌کند (کامکار و همکاران، ۱۳۸۳). در شرایط معمول، ماده خشک تولیدی ارتباط خطی با میزان تشعشع جذب شده توسط گیاه دارد که شیب این ارتباط بیانگر کارآیی مصرف نور است (*زانگ*[1] و همکاران، 2008). کارآیی استفاده از نور خورشید بیانگر مقدار ماده خشک تولید شده به ازاء هر واحد تشعشع جذب شده توسط گیاه است (*پورسل*[2] و همکاران، 2002؛ *سینکلر و موچو*[3]، 1999). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که کارآیی مصرف نور تحت تأثیر ژنتیک و شرایط محیطی و عملیات مدیریتی می‌باشد (*تولنار و آگویلرا*[4]، 1992؛ *اکونولا*[5] و همکاران، 2004).

یکی از راهکارهای کشاورزی پایدار جهت استفاده بهینه از عوامل محیطی، استفاده از سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشد. روش‌های مختلف خاک‌ورزی از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین اثر بر رطوبت و دمای خاک منجر به استفاده بهتر گیاه از عوامل محیطی شده و در نتیجه رشد و نمو و عملکرد گیاه را تغییر می‌دهد (*لال*[6] و همکاران، 1994). برای مثال کشت گیاهان در سامانه خاک‌ورزی متداول نسبت به بدون خاک‌ورزی به دلیل شرایط محیطی بهتر سبب افزایش رشد و تولید گیاه گردید (*بیانچی*[7] و همکاران، 2004). همچنین در سامانه خاک‌ورزی متداول نسبت به خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی اکثر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گندم نظیر شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک بهبود یافت که می‌توان شرایط بهینه بستر بذر و تکمیل پوشش گیاهی با سرعت بیشتر و در زمان کمتر را مزید علت دانست (موسوی بوگو و همکاران، ۱۳۹۲). در اوایل دوره رشد گیاه ذرت در سامانه شخم کاهشی میزان جذب تشعشع نسبت به شخم متداول بیشتر بود (*برگاماسچی*[8] و همکاران، 2010). در سامانه خاک‌ورزی نواری نسبت به سامانه بدون شخم نیز رشد و عملکرد ذرت افزایش یافت (*آلکاسی و لیچت*[9]، 2004). یکی دیگر از روش‌های پایداری در کشاورزی استفاده از گیاهان پوششی است که برای بهبود حاصلخیزی خاک مورد توجه بوده است (*پیکارد*[10] و همکاران، 2010). گیاهان پوششی به گیاهانی گفته می‌شود که به‌منظور تولید مواد گیاهی به‌عنوان کود سبز و برگردان خاک و یا در جهت جلوگیری از فرسایش آبی و بادی کاشت می‌شوند (*پاراجولی*[11] و همکاران، 1997). گیاهان پوششی از مهمترین منابع مواد آلی خاک محسوب شده و از جمله مزایای آن برای بوم نظام‌های زراعی می‌توان به بهبود ساختمان خاک، افزایش مواد آلی خاک، چرخش مواد غذایی (*تیسدال*[12] و همکاران، 2000)، کاهش فرسایش خاک و تبخیر (*لال*، 1995)، کاهش رواناب، نفوذ بیشتر آب به خاک، افزایش نفوذ هوا، تعدیل دمای خاک، بهبود ماده آلی خاک و کاهش نیاز به کودهای شیمیایی و به دنبال آن تشدید فعالیت جمعیت میکروبی موجود در ریزوسفر اشاره کرد. همچنین گیاهان پوششی منجر به بهبود کیفیت خاک و کاهش آلودگی زیست محیطی ناشی از مصرف کود شیمیایی نظیر نیترات می‌باشد (*فوکای*[13] و همکاران، 1993). تثبیت نیتروژن توسط بقولات از دیگر مزیت‌های گیاهان پوششی خانواده لگومینوزه است که می‌تواند قسمت اعظم و یا حتی تمام نیتروژن مورد نیاز گیاه را تأمین کند (*کتینگ و ساربری*[14]، 1993). کاشت گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای قبل از کشت ذرت از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، موجب بهبود عملکرد دانه شد (*اوچینو*[15] و همکاران، 2012). همچنین کاربرد گیاه پوششی در مزارع تولید سیب‌زمینی به‌واسطه دسترسی بهتر گیاه به رطوبت و مواد غذایی خاک و همچنین کاهش فرسایش خاک منجر به بهبود عملکرد شد (*اشل*[16] و همکاران، 2015).

اگرچه در طی دهه اخیر مطالعات زیادی روی کارآیی مصرف نور در سامانه‌های کشت مخلوط در ایران و جهان صورت گرفته است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸؛ حسین‌پناهی و همکاران، ۱۳۸۹؛ *کورلت*[17] و همکاران، 1992؛ *بلک و اونگ*[18]،

1. Zhang
2. Purcell
3. Sinclair and Muchow
4. Tollenaar and Aguilera
5. O, Coonnell
6. Lal
7. Bianchi
8. Bergamaschi
9. Alkaisi and Litcht
10. Picard
11. Parajulee
12. Teasdale
13. Fukai
14. Keating and Carberry
15. Uchino
16. Eshel
17. Corlett
18. Black and Ong

2000)، اما مطالعه چندانی در مورد روند جذب نور و کارآیی مصرف آن در روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاربرد گیاهان پوششی صورت نگرفته است. بنابراین با توجه به این مطلب که استان همدان با داشتن سهم ۱۹/۸ درصد از تولید سیب‌زمینی مقام اول را در بین استان‌های کشور به خود اختصاص داده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴)، این تحقیق با هدف بررسی کارآیی جذب و مصرف نور و همچنین برخی از ویژگی‌های فیزیولوژکی سیب‌زمینی در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی و گیاهان پوششی تحت شرایط آب و هوایی همدان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا با ارتفاع ۱۷۴۱/۵ متر از سطح دریا، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و بافت خاک لومی-شنی اجرا شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده معمولی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل روش‌های مختلف خاک‌ورزی (خاک‌ورزی متداول، خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی) و کرت‌های فرعی شامل گیاه پوششی در سه سطح (بدون گیاه پوششی، گیاه پوششی جو و گیاه پوششی ماشک) بود.

بعد از عملیات آماده‌سازی زمین، گیاهان پوششی جو و ماشک در تاریخ ۲۸ اسفند ۱۳۹۱ کاشته شدند. بذر گیاهان پوششی جو رقم استار به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و ماشک توده محلی به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، به صورت دست‌پاش در دو جهت عمود بر هم در سطح زمین به‌صورت یکنواخت پخش و سپس به‌وسیله هرس دندانه‌دار با خاک مخلوط شد. در کرت‌های بدون خاک‌ورزی، بعد از پاشیدن بذر گیاهان پوششی، در سطح زمین جوی و پشته‌هایی با فاصله ۷۵ سانتی‌متر ایجاد شد. در اواخر اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۲، گیاهان پوششی ماشک در مرحله شروع گلدهی و جو در مرحله شروع ساقه‌رفتن براساس نوع تیمار خاک‌ورزی بطور همزمان به خاک برگردانیده شد و پس از آن کشت سیب‌زمینی رقم آگریا در تاریخ چهارم خرداد ماه ۱۳۹۲ به‌صورت دستی انجام گردید. در روش خاک‌ورزی متداول گیاهان پوششی توسط گاوآهن برگردان‌دار با خاک مخلوط شدند و سایر عملیات تکمیلی تهیه بستر بذر برای کاشت سیب‌زمینی بصورت معمول انجام شد. در روش خاک‌ورزی حداقل، گیاهان پوششی توسط گاوآهن قلمی با خاک مخلوط شدند و در روش بدون خاک‌ورزی نیز گیاهان پوششی درو شده و در سطح خاک رها گردیدند و سیب‌زمینی مستقیماً روی پشته‌هایی که در زمان کاشت گیاهان پوششی تهیه شده بود، کاشته شد.

هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به طول ۶ متر با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۲۵ سانتی‌متر بود. بدین ترتیب تراکم بوته ۵/۳۳ بوته در نظر گرفته شد. فاصله کرت‌های اصلی از هم ۲ متر در نظر گرفته شد. براساس تجزیه خاک (جدول ۱) ۱۸۰ کیلوگرم کود اوره ، ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار به خاک اضافه شد. تمام کودهای فسفره و پتاسه و یک سوم کود اوره در زمان آماده‌سازی زمین و بقیه کود اوره در دو نوبت (خاک‌دهی پای بوته و اواسط غده‌بندی) به‌صورت سرک مصرف شد.

از ۳۰ روز بعد ازکاشت تا مرحله رسیدگی، نمونه‌های تصادفی جهت محاسبات تغییرات سطح برگ (۳ بوته) و وزن خشک هر ۱۵ روز یک‌بار برداشت شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ‌سنج استفاده شد و جهت تعیین وزن خشک، نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بعد از خشک شدن با ترازو توزین شدند.

برای تعیین کارآیی مصرف نور، میزان ماده خشک تجمعی، شاخص سطح برگ و میزان تابش تجمعی جذب شده در طول دوره رشد اندازه‌گیری شد. میزان تشعشع روزانه خورشیدی برای عرض جغرافیایی همدان به روش ارایه شده توسط (*گودریان و وان‌لار*[1]، 1993) محاسبه گردید. سپس این مقادیر براساس تعداد ساعات آفتابی گرفته شده از ایستگاه هواشناسی همدان (مراجعه حضوری) اصلاح و نور جذب شده روزانه برای سیب‌زمینی بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (*تسوبو*[2] و همکاران، 2005):

$$I_{abs}=I_0 \times (1-p) \times(1\times\exp(-k \times LAI) \qquad (1)$$

1. Goudriaan and Van Laar
2. Tsubo

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از اجرای آزمایش (عمق۳۰-۰ سانتی‌متری خاک)
Table 1: Physical and chemical characteristics of experimental field soil before experiment conduction (soil depth 0-30 cm)

بافت خاک Soil Texture	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	درصد ماده آلی OC (%)
شنی لومی Sandy loam	3.80	7.50	27.70	365.00	0.30	0.61

در اینجا a، عرض از مبداء، b، زمان رسیدن به حداکثر LAI، c، حداکثر LAI و d، زمانی که در آن رشد سطح برگ وارد مرحله خطی می‌شود و x، زمان بر حسب روزهای پس از کاشت است.

تشعشع جذب شده در هر مرحله از حاصل‌ضرب نور ورودی شبیه‌سازی شده در درصد نور جذب شده به‌دست آمده و مقدار کل تشعشع جذب شده به‌صورت تجمعی از طریق حاصل ضرب نور ورودی شبیه‌سازی شده در انتگرال کسر تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) جذب شده نسبت به زمان محاسبه گردید. کارآیی مصرف نور (RUE) بر حسب گرم بر مگاژول از طریق محاسبه شیب خط رگرسیون بین ماده خشک تجمعی (گرم بر مترمربع) و میزان تشعشع فعال تجمعی (مگاژول بر مترمربع) محاسبه شد. برای برآورد مقادیر تجمع ماده خشک (TDM) روزانه نیز از برازش معادله زیر استفاده شد (*نصیری محلاتی* و همکاران، 2015؛ *تسوبو* و همکاران، 2005):

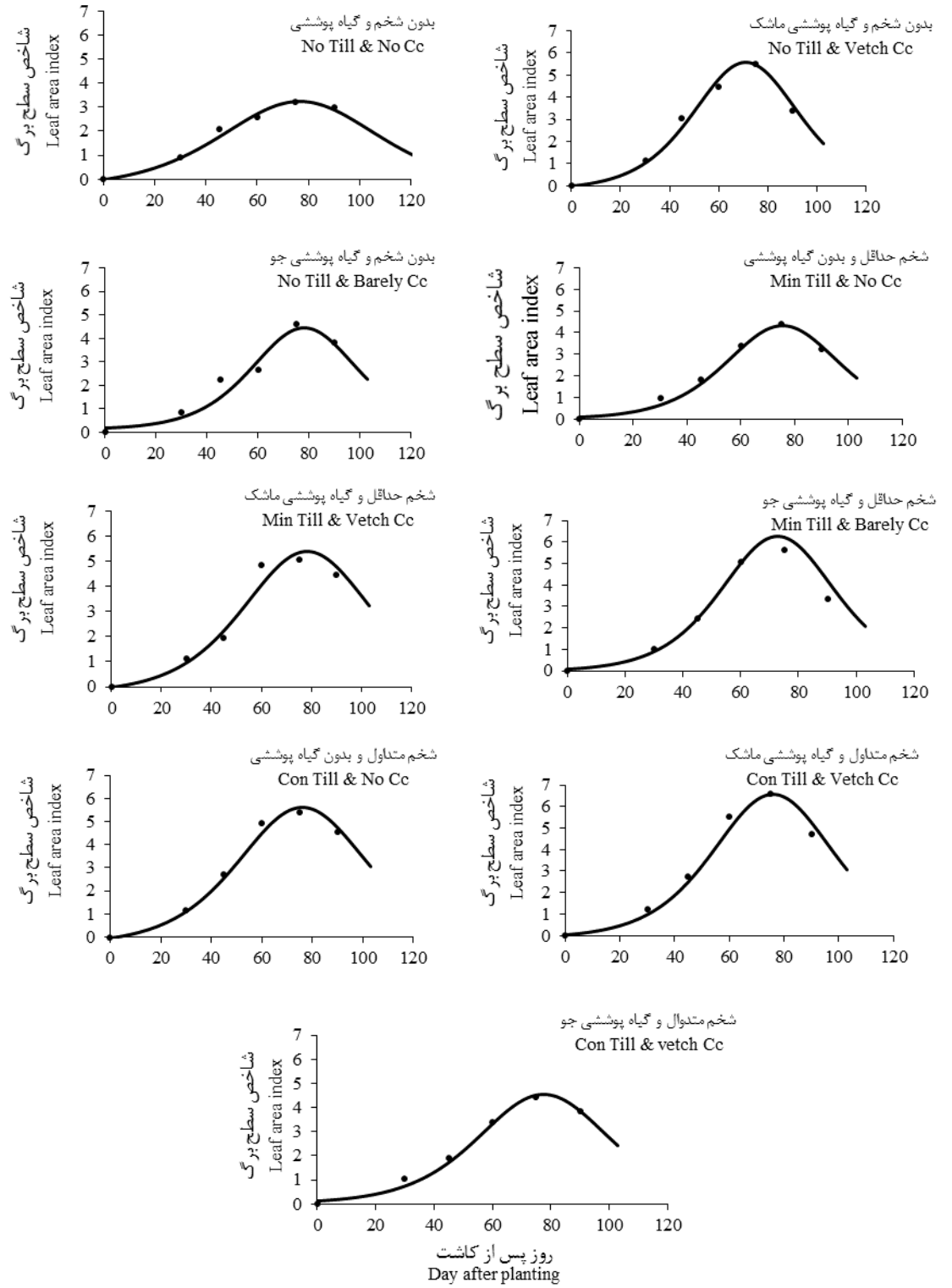
$$TDM=a /(1+ b \times \exp(-c \times x)) \quad (۳)$$

در اینجا a، حداکثر تجمع ماده خشک، b: زمانی که وزن خشک وارد مرحله خطی می‌شود، c، سرعت رشد نسبی و x، زمان بر حسب روز پس از کاشت است. داده‌های آزمایش توسط نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه شد. برای برازش منحنی‌ها و رسم گراف‌ها نیز به ترتیب از نرم‌افزارهای Slide Write و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

نتایج این آزمایش حاکی از روند مشابه تغییرات شاخص سطح برگ سیب‌زمینی در طول فصل رشد صرف‌نظر از نوع تیمار بود (شکل ۱).



شکل ۱: اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر شاخص سطح برگ سیب‌زمینی (بدون خاک‌ورزی، شخم حداقل، شخم مرسوم، بدون گیاه پوششی، گیاه پوششی جو، گیاه پوششی ماشک)

Fig. 1: The effect of tillage methods and cover crops on potato leaf area index ((No Till= No Tillage, Min Till= Minimum Tillage, Con Till= Conventional Tillage, No Cc=Non Cover crop, Barely Cc= Barely Cover crop, Vetch Cc= Vetch Cover crop)

به‌طوری‌که در ابتدای فصل رشد با گذشت زمان شاخص سطح برگ به کندی افزایش یافت و در ادامه افزایش شاخص سطح برگ روند خطی پیدا کرده تا اینکه در حدود ۷۵-۸۵ روز پس از سبز شدن به حداکثر مقدار خود رسید و در اواخر فصل رشد به دلیل پیری و ریزش برگ‌های پایین کانوپی و نزدیک

شدن به مرحله رسیدگی و خوابیدن بوته‌های سیب‌زمینی روند نزولی در پیش گرفت (شکل ۱ و جدول ۲).

در بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی، بیشترین (۶/۴) و کمترین (۳/۲) شاخص سطح برگ به ترتیب در خاک‌ورزی متداول همراه با گیاه پوششی ماشک و بدون خاک‌ورزی و عدم کاشت گیاه پوششی مشاهده شد. به نظر می‌رسد علت این موضوع فراهمی نیتروژن برای سیب‌زمینی از طریق خاک‌ورزی متداول و خردشدن گیاه ماشک و مخلوط شدن آن با خاک، نیتروژن موجود در بافت‌های گیاهی آزاد و در نتیجه نیتروژن در دسترس برای سیب‌زمینی افزایش یافته که سبب افزایش شاخص سطح برگ شده باشد. از طرفی در خاک‌ورزی متداول به دلیل اینکه تهویه هوا نسبت به عدم خاک‌ورزی بیشتر است، رشد گیاه سیب‌زمینی بیشتر شده است (*اشل* و همکاران، 2015).

جدول ۲: پارامترهای مدل غیرخطی برازش داده شده تیمارهای خاک ورزی و گیاه پوششی بر روند شاخص سطح برگ سیب‌زمینی

Table 2: Effect of non linear model parameters fitted to tillage methods and cover crop on potato leaf area index

R^2	d	c	b	a	گیاه پوششی Cover crop	شخم Tillage
0.97	20.74	76.65	3.57	-0.35	بدون گیاه پوششی Non Cover crop	بدون خاکورزی No tillage
0.99	14.48	71.28	5.78	-0.19	گیاه پوششی ماشک Vetch Cover crop	
0.93	13.94	78.20	4.34	0.11	گیاه پوششی جو Barely Cover crop	
0.99	14.20	75.42	4.34	0.007	بدون گیاه پوششی Non Cover crop	شخم حداقل Minimum tillage
0.97	17.14	78.20	5.67	-0.27	گیاه پوششی ماشک Vetch Cover crop	
0.98	13.63	72.89	5.73	-0.007	گیاه پوششی جو Barely Cover crop	
0.99	17.15	75.98	5.92	-0.33	بدون گیاه پوششی Non Cover crop	شخم مرسوم Conventional tillage
0.99	14.80	75.88	6.66	-0.10	گیاه پوششی ماشک Vetch Cover crop	
0.99	15.13	77.60	4.56	-0.005	گیاه پوششی جو Barely Cover crop	

جدول ۳: پارامترهای مدل غیرخطی برازش داده شده تیمارهای خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر روند تجمع ماده خشک سیب‌زمینی

Table 3: Effect of non linear model parameters fitted to tillage methods and cover crop on potato total dry matter

R^2	c	b	a	گیاه پوششی Cover crop	شخم Tillage
0.99	0.09	281.11	1249.31	بدون گیاه پوششی Non Cover crop	بدون خاک‌ورزی No tillage
0.98	0.09	379.95	1378.13	گیاه پوششی ماشک Vetch Cover crop	
0.98	0.08	199.37	1513.08	گیاه پوششی جو Barely Cover crop	
0.99	0.09	293.83	1274.78	بدون گیاه پوششی Non Cover crop	شخم حداقل Minimum tillage
0.99	0.11	752.22	1703.51	گیاه پوششی ماشک Vetch Cover crop	
0.99	0.10	771.01	1411.57	گیاه پوششی جو Barely Cover crop	
0.87	0.11	2225.98	2123.04	بدون گیاه پوششی Non Cover crop	شخم مرسوم Conventional tillage
0.93	0.10	925.87	1726.76	گیاه پوششی ماشک Vetch Cover crop	
0.98	0.10	472.70	1448.10	گیاه پوششی جو Barely Cover crop	

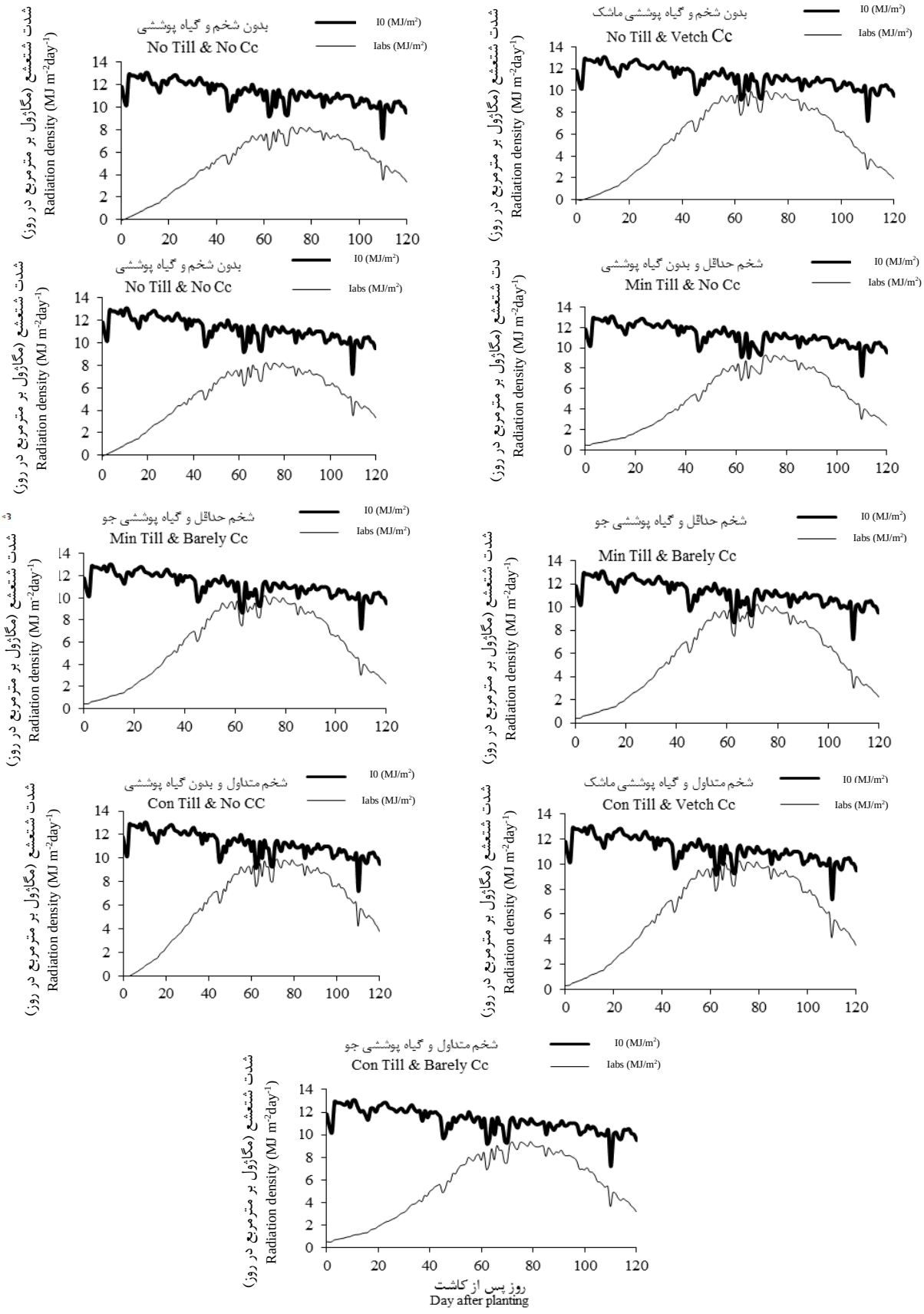
در روش خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی همراه با گیاه پوششی ماشک، جو و بدون گیاه پوششی شاخص سطح برگ سیب‌زمینی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول و کاشت گیاه پوششی ماشک کاهش یافت. کاربرد گیاه پوششی نسبت به عدم کاربرد آن سبب افزایش ۴۸ درصدی شاخص سطح برگ شد (شکل ۱). شاخص سطح برگ سیب‌زمینی بسته به نوع رقم و شرایط محیطی از ۱/۵۷ (سیادت و همکاران، ۱۳۷۸) تا ۵/۵ (مندنی و همکاران، ۱۳۸۶) گزارش شده است. در خاک‌ورزی متداول در مقایسه با خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی شاخص سطح برگ گندم در سطح بالاتری قرار گرفت که می‌توان شرایط بهینه بستر را دلیل آن دانست (موسوی بوگو و همکاران، ۱۳۹۲).

روند جذب نور

نتایج نشان داد که متناسب با افزایش شاخص سطح برگ، میزان نور جذب شده توسط کانوپی سیب‌زمینی به تدریج افزایش یافته و در حدود ۷۰ روز پس از سبز شدن به حداکثر میزان خود رسید و سپس به علت کاهش شاخص سطح برگ تا انتهای دوره رشد روند نزولی در پیش گرفت (شکل ۲). بیشترین میزان نور جذب شده به روش خاک‌ورزی متداول همراه با گیاه پوششی ماشک (حدود ۸۵ درصد) و کمترین آن به عدم خاک‌ورزی و عدم کاشت گیاه پوششی (حدود ۶۶ درصد) مربوط بود. بین روش‌های خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی همراه با نوع گیاه پوششی تفاوتی از نظر روند جذب نور تفاوتی مشاهده نشد و در تمامی خاک‌ورزی حفاظتی میزان جذب نور (حدود ۶۶ درصد) مربوط بود. بین روش‌های خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی همراع با نوع گیاه پوششی تفاوتی از نظر روند جذب نور مشاهده نشد و در خاک‌ورزی حفاظتی میزان جذب نور (حدود ۶۶ درصد) مشاهده شد.

در ابتدای دوره رشد میزان کل تشعشع ورودی زیاد بوده، اما به دلیل رشد آهسته برگ‌ها و باز بودن کانوپی، محدودیت جذب نور وجود دارد که این توسط (*میلفورد*[1] و همکاران، 1995) بیان شده است. افزایش میزان جذب تشعشع و افزایش سرعت رشد هنگامی اتفاق می‌افتد که کانوپی بسته و رشد برگ‌ها وارد مرحله خطی شود. در این آزمایش حداکثر میزان جذب نور مصادف با حداکثر سطح برگ در تمامی تیمارها بود (شکل ۲). *آکرچ و اسلافر*[2] (2009) نیز گزارش کردند که جذب نور به میزان تشعشع برخورد کرده به کانوپی و سطح برگ بستگی دارد. جذب نور توسط کانوپی سیب‌زمینی در خاک‌ورزی متداول همراه با کاشت گیاه پوششی ماشک بیشتر بود که به نظر می‌رسد، به علت رشد بهتر سیب‌زمینی از طریق فراهم شدن نیتروژن خاک و نرم شدن بهتر خاک باشد (شکل ۲). *داوی* و همکاران[3] (2014) افزایش جذب سایر منابع مصرفی ازجمله نیتروژن را در بهبود روند جذب نور در گیاه سیب‌زمینی گزارش کرده است. نامبرده اظهار داشت که با استفاده از نیتروژن رشد برگ‌ها افزایش یافته و در نتیجه می‌تواند بر میزان جذب نور موثر باشد.

1. Milford
2. Acreche and Slafer
3. Da- wei

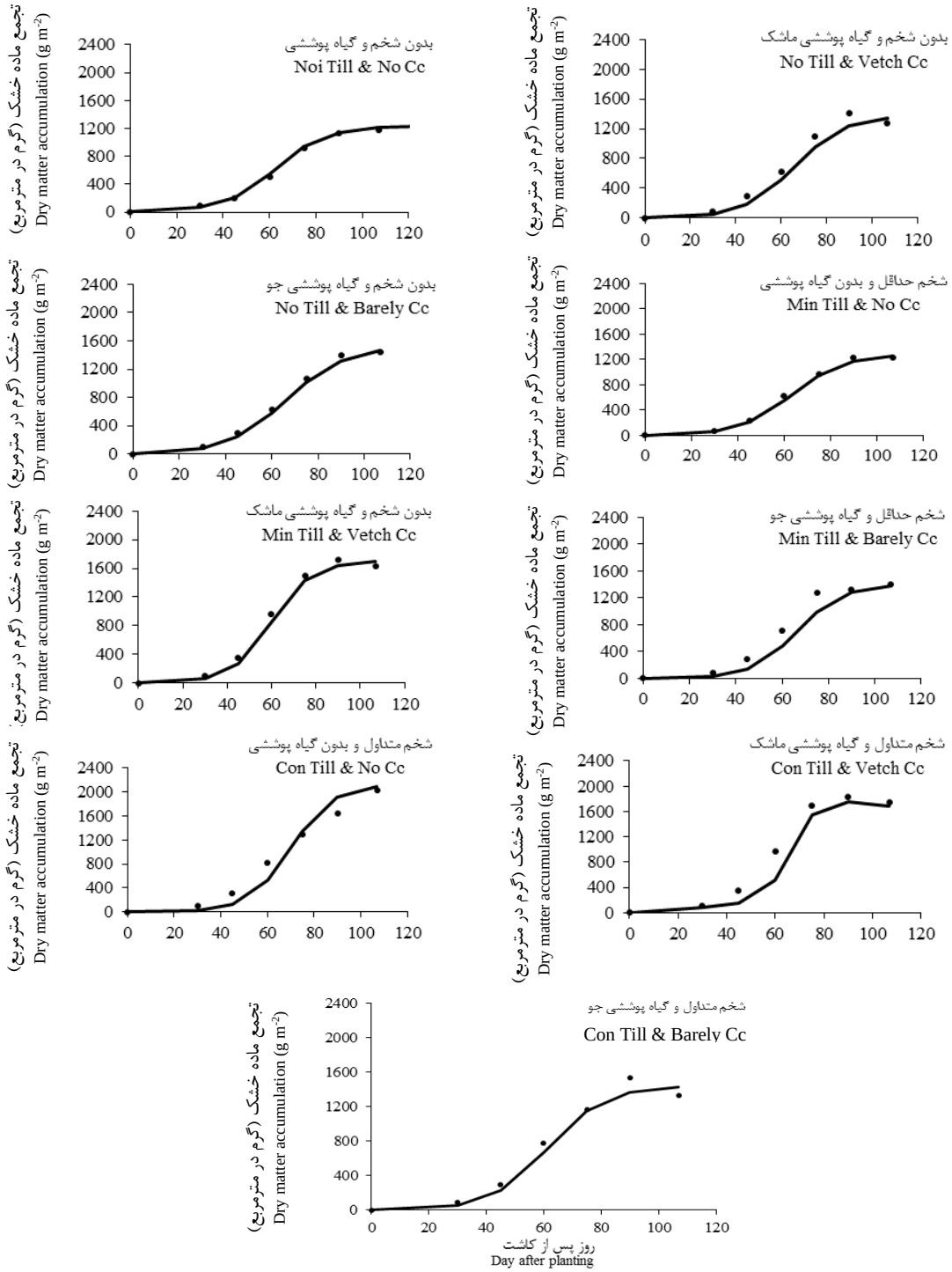


شکل ۲: اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر روند جذب نور سیب‌زمینی (بدون خاک‌ورزی، شخم حداقل، شخم مرسوم، بدون گیاه پوششی، گیاه پوششی جو، گیاه پوششی ماشک)

Fig. 2: The effect of tillage methods and cover crops on potato light absorption (No Till= No Tillage, Min Till= Minimum Tillage, Con Till= Conventional Tillage, No Cc=Non Cover crop, Barely Cc= Barely Cover crop, Vetch Cc= Vetch Cover crop)

تجمع ماده خشک

در ابتدای دوره رشد به علت کوچک بودن بوته‌ها و رشد کند، بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی همراه با کاشت گیاه پوششی از نظر روند افزایش تجمع ماده خشک تفاوتی سیب‌زمینی مشاهده نشد، ولی از حدود ۳۰ روز پس از سبز شدن، تجمع ماده خشک وارد مرحله رشد خطی شده به سرعت شروع به افزایش رشد نموده و در حدود ۹۰ روز پس از سبز شدن به حداکثر میزان خود رسید و سپس یک روند تقریباً ثابتی را در پیش گرفت (شکل ۳ و جدول ۳).



شکل ۳: اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر روند تجمع ماده خشک سیب‌زمینی (بدون خاک‌ورزی، شخم حداقل، شخم مرسوم، بدون گیاه پوششی، گیاه پوششی جو، گیاه پوششی ماشک)

Fig. 3: The effect of tillage methods and cover crops on total dry matter (No Till= No Tillage, Min Till= Minimum Tillage, Con Till= Conventional Tillage, No Cc=Non Cover crop, Barely Cc= Barely Cover crop, Vetch Cc= Vetch Cover crop)

نتایج نشان داد که تجمع ماده خشک سیب‌زمینی تحت تأثیر تیمارهای روش‌های مختلف خاک‌ورزی و گیاهان پوششی قرار گرفت. بیشترین تجمع ماده خشک به روش خاک‌ورزی متداول و کاشت گیاه پوششی ماشک (۱۹۸۵/۶ گرم در مترمربع) و کمترین آن (۱۲۳۶/۴ گرم در مترمربع) در روش بدون خاک‌ورزی و عدم کاشت گیاه پوششی مشاهده شد. همچنین با تغییر نوع خاک‌ورزی از متداول به خاک‌ورزی حفاظتی، تجمع ماده خشک سیب‌زمینی کاهش یافت (شکل ۳). شخم متداول نسبت به عدم شخم دارای تجمع ماده خشک بیشتری بود که این می‌تواند به علت شاخص سطح برگ بیشتر و به تبع آن جذب نور و فتوسنتز بیشتر (شکل ۱ و ۲) توسط کانوپی سیب‌زمینی باشد. محققان دیگر نیز افزایش تجمع ماده خشک گیاهان زراعی را در روش‌های خاک‌ورزی متداول نسبت به خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل فراهم بودن بهتر آب، شرایط رشدی مناسب‌تر و کاشت گیاه پوششی به‌عنوان بهبوددهنده حاصلخیزی خاک بیان کرده‌اند (*بیانچی* و همکاران، 2003). افزایش تجمع ماده خشک به‌واسطه گیاه پوششی خانواده بقولات را می‌توان به دلیل فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط ماشک نسبت داد و افزایش وزن خشک گیاه زراعی ذرت توسط گیاه پوششی ماشک بواسطه تثبیت بیولوژیکی نیتروژن بیان شده است (*یوچینو*[1] و همکاران، 2014). نیتروژن یکی از عناصر غذایی موثر بر میزان فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و در نتیجه تجمع ماده خشک گیاهان می‌باشد. به نظر می‌رسد که کاشت گیاه پوششی ماشک، قبل از کاشت سیب‌زمینی منجر به افزایش نیتروژن خاک شده که سبب افزایش رشد سیب‌زمینی و در نهایت افزایش تجمع ماده خشک در روش‌های خاک‌ورزی متداول شد، که این نتایج تییدی بر یافته‌های دیگر محققان بود (*میگوز و بولرو*[2]، 2005؛ *اشل* و همکاران، 2015).

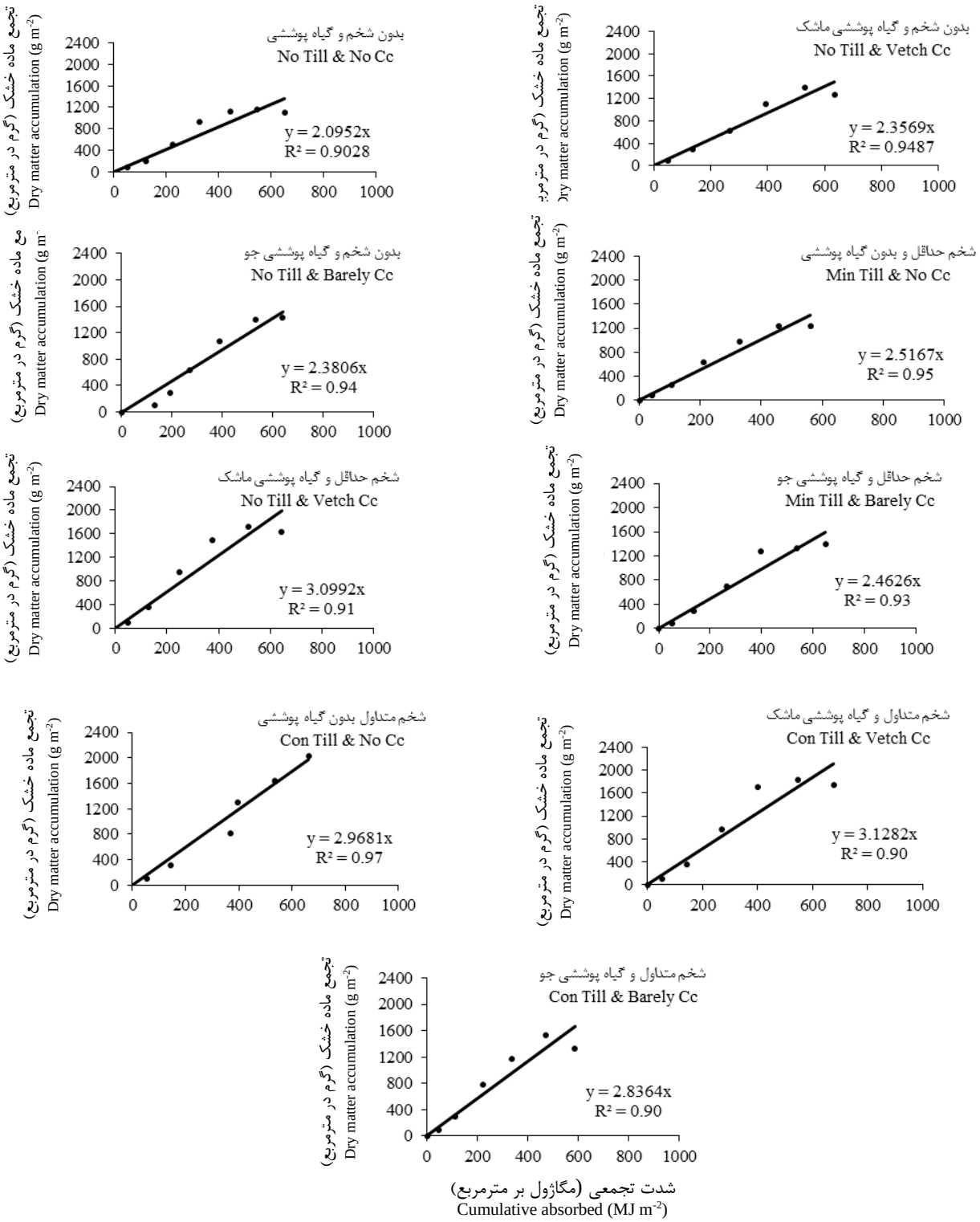
کارآیی مصرف نور

در تمامی تیمارهای خاک‌ورزی و گیاهان پوششی، تجمع ماده خشک سیب‌زمینی ارتباط خطی با میزان تشعشع فعال فتوسنتزی داشت و در همه موارد ضریب همبستگی بیشتر از ۰/۹ بود. شیب این خط بیانگر کارآیی مصرف نور است که میانگین آن در طول فصل رشد از ۳/۱۲ گرم بر مگاژول در خاک‌ورزی متداول و کاشت گیاه پوششی ماشک تا ۲/۰۹ گرم بر مگاژول در عدم خاک‌ورزی و عدم کاشت گیاه پوششی متغیر بود. مقدار کارآیی مصرف نور در سایر تیمارها حدواسط این دو تیمار بود (شکل ۴). با تغییر خاک‌ورزی از متداول به خاک-ورزی حفاظتی کارآیی مصرف نور کاهش یافت.

در روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت گیاه پوششی ماشک، کارآیی مصرف نور بالاتری در مقایسه با گیاه پوششی جو و عدم گیاه پوششی به‌دست آمد که این میزان حدود ۴۰ درصد بالاتر بود (شکل ۴). به نظر می‌رسد که در خاک‌ورزی متداول و گیاه پوششی ماشک، فراهم بودن آب و مواد غذایی ازجمله نیتروژن، منجر به بهبود شاخص سطح برگ، جذب نور و در نهایت میزان فتوسنتز سیب‌زمینی شده که نتیجه آن افزایش تجمع ماده خشک و کارآیی مصرف نور را در پی داشت.

محققان دیگر نیز نقش شخم متداول و گیاه پوششی را در افزایش کارآیی مصرف نور بیان کرده‌اند (*بیانچی* و همکاران، 2003؛ *جورج-جاجلی*[3] و همکاران، 2013). افزایش کارآیی مصرف نور با کاربرد نیتروژن در سیب‌زمینی از ۱/۲۹ در عدم نیتروژن به ۱/۷۷ با کاربرد نیتروژن بیان شده است (*داوی* و همکاران، 2014). امام و ثقه الاسلامی (۱۳۸۴) و حسین پناهی و همکاران (۱۳۸۹) مقدار کارآیی مصرف نور در سیب‌زمینی را به ترتیب ۳ و ۱/۴۷ بیان کرده‌اند. مندنی و همکاران (۱۳۸۶) نیز مقدار کارآیی مصرف نور در شرایط آب و هوایی همدان را بین ۱/۱۰ تا ۱/۲۲ گرم بر مگاژول گزارش کرده‌اند. اختلافاتی که بین اعداد گزارش شده در آزمایشات مختلف از نظر کارآیی مصرف نور وجود دارد، می‌تواند ناشی از تأثیر عوامل مختلف محیطی و مدیریتی از قبیل درجه حرارت، میزان رطوبت قابل دسترس، میزان تشعشع محل مورد آزمایش و حاصلخیزی خاک باشد (*دایر*[4] و همکاران، 1992؛ *روساتی*[5] و همکاران، 2004؛ گلدانی و همکاران، ۱۳۸۸).

1. Uchino
2. Miguez and Bolero
3. Georg- Jaeggli
4. Dwyer
5. Rosati



شکل ۴: اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و گیاه پوششی بر کارآیی جذب نور سیب‌زمینی (بدون خاک‌ورزی، شخم حداقل، شخم مرسوم، بدون گیاه پوششی، گیاه پوششی جو، گیاه پوششی ماشک)

Fig. 4: The effect of tillage methods and cover crops on potato radiation use efficiency (No Till= No Tillage, Min Till= Minimum Tillage, Con Till= Conventional Tillage, No Cc=Non Cover crop, Barely Cc= Barely Cover crop, Vetch Cc= Vetch Cover crop)

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که کارآیی مصرف نور در سیب‌زمینی در روش خاک‌ورزی متداول و کاشت گیاه پوششی ماشک نسبت به عدم خاک‌ورزی و عدم کاشت گیاه پوششی و گیاه پوششی جو بیشتر بود. به نظر می‌رسد که آماده‌سازی بهتر خاک و فراهم بودن مواد غذایی در این تیمار سبب بهبود شاخص سطح برگ، میزان جذب نور، تجمع ماده خشک کل و کارآیی مصرف نور در سیب‌زمینی شد. یکی دیگر از دلایل افزایش صفات مورد مطالعه ممکن است به دلیل کنترل بهتر علف‌های هرز در کاربرد گیاهان پوششی باشد. این موضوع می‌تواند به دلیل ایجاد پوشش سطح زمین که مانع از رسیدن نور به سطح خاک می‌شود و همچنین وجود ترکیبات دگرآسیب ماشک که موجب جلوگیری از جوانه‌زنی بذور علف-های هرز می‌شود (*کامپیگلیا*[1] و همکاران، 2009)، در نتیجه منجر به افزایش شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک سیب‌زمینی شده که این موارد سبب بهبود کارآیی مصرف نور شد. کارآیی مصرف نور اگر چه به‌عنوان یک فاکتور ژنتیکی مطرح است، اما شرایط محیطی و مدیریتی بر میزان آن تأثیرگذار است. در بسیاری از مقالات بیان شده است که شخم حفاظتی سبب افزایش رشد گیاه و افزایش تجمع ماده خشک و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود، اما در این آزمایش به دلیل اینکه این طرح به مدت یک سال اجرا شد، نتایج متفاوتی از نوع شخم مشاهده شد و اگر آزمایش برای چندین سال در همان قطعه زمین اجرا شود، امکان دارد که نتایجی متفاوت از آنچه در این مقاله ارایه شده است، مشاهده شود.

1. Campiglia

منابع

احمدی، ک.، قلی‌زاده، ح.، عبادزاده، ح. ر.، حسین‌پور، ر.، حاتمی، ف.، محیطی، ض.، فضلی، ب.، فضلی استبرق، م.، کاظمیان، ا. و رفیعی، م. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی جلد اول محصولات زراعی سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناورزی اطلاعات و ارتباطات. ۱۶۷ صفحه.

امام، ی. و ثقه الاسلامی، س. ۱۳۸۴. عملکرد گیاه زراعی: فیزیولوژی و فرایندها. انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز. ۵۹۳ صفحه.

حسین‌پناهی، ف.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و قربانی، ر. ۱۳۸۹. ارزیابی جذب و کارآیی مصرف نور در کشت مخلوط ذرت و سیب‌زمینی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۲: ۶۰-۵۰.

سیادت، س. ع.، هاشمی دزفولی، س. ا.، ولی‌زاده، م. و صادق‌زاده حمایتی، س. ۱۳۸۷. تجزیه و تحلیل رشد سه رقم سیب‌زمینی در سطوح مختلف الگوی کاشت و تراکم بوته. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۰: ۳۹۷-۳۷۹.

کامکار، ب.، کوچکی، ع. ر.، نصیری محلاتی، م. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۳. ارزیابی کارآیی مصرف نور و رابطه آن با تولید ماده خشک در سه گونه ارزن. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۲: ۲۰۸-۱۹۶.

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، مندنی، ف.، فیضی، ح. و امیرمرادی، ش. ۱۳۸۸. ارزیابی جذب و کارآیی مصرف نور توسط کانوپی کشت مخلوط ذرت و لوبیا. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۱: ۲۳-۱۳.

گلدانی، م.، رضوانی مقدم، پ.، نصیری محلاتی، م. و کافی، م. ۱۳۹۰. بررسی کارآیی مصرف نور، شاخص‌های فنولوژیکی و فیزیولوژیکی هیبریدهای ذرت در تراکم‌های مختلف کاشت. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱۸: ۲۷-۱.

مندنی، ف.، گلزردی، ف.، احمدوند، گ.، سپهری، ع. و جاهدی، ا. ۱۳۸۶. اثر طول دوره تداخل علف‌های هرز بر قابلیت جذب و کارآیی مصرف نور توسط تاج پوشش سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) رقم آگریا در دو تراکم کشت بذری و تجاری. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی، ۷: ۴۰ -۲۷.

موسوی بوگو، ا.، جهانسوز، م. ر.، مهرور، م. ر.، صادقی شعاع، م. و حسینی پور، ر. ۱۳۹۲. بررسی شاخص‌های رشدی در ارقام گندم آبی تحت تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی. مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۹: ۲۳-۱۵.

Acreche, M. M. and Slafer. G. A. 2009. Grain weight, radiation interception and use efficiency as affected by sink-strength in Mediterranean wheat released from 1940 to 2005. Field Crop Research, 110: 98-105.

Al-Kaisi, M. and Licht, M. 2004. Effect of strip-tillage on corn Nitrogen uptake and residual soil Nitrate accumulation compared with no-tillage and chisel plow. Agronomy Journal, 96: 1164-1171.

Bergamaschi, H., Dalmago, G. A. and Bergonci, J. I. 2010. Intercepted solar radiation by maize crops subjected to different tillage systems and water availability levels. Pesquisa Agropecuaria Brasileria, 45: 1331-1341.

Bianch, C. A. M., Bergonci, J. I., Bergamasci, H. and Dalmago, G. A. 2004. Ajuste osmotico em milho, cultivado em diferentes sistemas de manejo de solo e disponibilidade hidrica. Pesquisa Agropecuaria Brasileria, 40: 645-651.

Blabk, C. and Ong, C. 2000. Utilization of light and water in tropical agriculture. Agricultural and Forest Meteorology, 104: 25-47.

Campiglia, E., Paolini, R., Colla, G. and Mancinelli, R. 2009. The effects of cover cropping on yield and weed control of potato in a transitional system. Field Crops Research, 112: 16-23

Corlett, J. E., Black, C. R., Ong, C. K. and Monteith, J. L. 1992. Above and below-ground interactions in a leucaena/ millet alley cropping system II. Light interception and dry matter production. Agricultural and Forest Meteorology, 60: 73-91.

Da-wei, H., Zhou-Ping, S., Tian-Lai., L., Hong, Y. and Hua. Z. 2014. Nitrogen nutrition index and its relationship with N use efficiency, tuber yield, radiation use efficiency and leaf parameters in potatoes. Journal of Integrative Agriculture, 13: 1008-1016.

Dwyer, L., Stewart, R., Hamilton, I. and Honwing, L. 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. Agronomy Journal, 84: 430-438.

Eshel, G., Egozi, R., Goldwasser, Y., Kahti, Y., Fine, P., Hayut, E., Kazukro, H., Rubin, B., Dar, Z. and Keisar, O. 2015. Benefits of growing potatoes under cover crop in a Mediterranean climate. Agricultural Ecosystems and Environment, 211: 1-9.

Fukai, S. and Trenbath, B. R. 1993. Processes determining intercrop productivity and yield of component crop. Field Crops Research, 34: 247-271.

George-Jaeggli, B., Jordan. D. R., Van Oosterom, E. J., Broad, I. J. and Hammer G. L. 2013. Sorghum dwarfing genes can affect radiation capture and radiation use efficiency. Field Crop Research, 149: 283-290.

Goudriaan, J. and Van Laar, H. H. 1993. Modelling Potential Growth Processes. Kluwer Academic Press. 250pp.

Lal, R., Mahboubi, N. and Fausey. R. 1994. Long term tillage and rotation effects on properties of central soils. Soil Science Society of American Journal, 58: 517-522.

Lal, R. 1995. The role of residue management in sustainable agricultural systems. Journal Sustain Agriculture, 5: 51-78.

Keating, B. A. and Carberry, P. S. 1993. Resource capture and use in intercropping: solar radiation. Field Crop Research, 34: 273-301.

Miguez, F. E. and Bollero, G. A. 2005.Tillage and Nitrogen source and rate effects on corn response in corn-soybean rotation. Agronomy Journal, 98: 507-513.

Milford, G. F. J., Travis, K. Z., Pockock, T. O., Jaggard, K. W. and Day, W. 1995.Growth and dry matter partitioning in sugar beet. Journal Agriculture Science Cambrich, 110: 301-308.

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Mondani, F., Feizi, H. and Amirmoradi, S. 2015. Determination of optimal strip width in strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Northeast Iran. Journal of Cleaner Production, 106: 343-350.

O·Connell, M. G., O·Leary, G. J., Whitfield, D. M. and Connor, D. J. 2004. Interception of photosynthetic ally active radiation and radiation-use efficiency of wheat, field pea and mustard in a semi-arid environment. Field Crops Research, 85: 111-124.

Parajulee, M. N., Montandon, R. and Slosser, J. E. 1997. Reley intercropping to enhance abundance of insect predators of cotton aphid (*Aphis gossypii*) in Texas cotton. International Journal of Pest Management, 43: 227-232.

Picard, D., Ghiloufi, M., Saulas, P. and De Tourdonnet, S. 2010. Dose under sowing winter wheat with a cover crop increase competition for resources and it is compatible with high yield? Field Crop Research, 115: 9-18.

Purcell, C., Ball, R., Reaper, J. D. and Vories, E. 2000. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. Crop Science, 42: 172-177.

Rosati, A., Metcalf, S. G. and Lampinen, B. D. 2004. A simple method to estimate photosynthetic radiation use efficiency of canopies. Annuals of Botany, 93: 567-574.

Sinclair, T. R. and Muchow, C. R. 1999. Radiation use efficiency, A review. Advances in Agronomy, 65: 215-265.

Teasdale, S. R., Rosecrance, R. C., Coffman, C. B., starr, S. L., Paltineanu, I. C., Lu, Y. V. and Watkins, B. K. 2000. Performance of reduced-tillage cropping systems for sustainable grain production in Maryland. Journal Alternative Agriculture, 15: 79-87.

Tollennar, M. and Aguilera, A. 1992. Radiation use efficiency of old and a new maize hybrid. Agronomy Journal, 84: 536-541.

Tsubo, M., Walker, S. and Ogindo, H. O. 2005. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. Field Crop Research, 93: 10-22.

Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Ichiama, K., Sugiura, E., Yudate, T., Nakamura, S. and Gopal, J. 2012. Effect of inter seedling cover crop and fertilization on weed suppression under an organic and rotational cropping system. Field Crop Research, 127: 9-16.

Zhang, L., Vander Werf, W., Bastiaans, L., Zhang, S., Li, B. and Spirtz, J. H. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. Field Crop Research, 107: 29-42.

The Effect of Different Methods of Tillage and Cover Crop on Radiation Interception and Use by Potato (*Solanum tuberosum*) under Hamedan Weather Condition

Ahmadvand[1], G., Mondani[2], F., Dehghan Banadaki[3*], M., Hajinia[3], S. and Eskandari[4], B.

Abstract

Utilization of the conservation tillage systems and the cover crops are ecological management methods in crop production techniques that lead to improvement of resources absorption and use efficiency by plants. Based on this purpose the present study was conducted to evaluate radiation absorption and use efficiency in potato farms under different tillage systems and cover crops conditions in 2013. Treatments were included tillage systems at three levels (conventional tillage, minimum tillage and no-tillage) as min plot, three levels of cover crops (vetch, barely and without cover crop) as sup plot. The results showed that leaf area index, dry matter accumulation, light absorption and light use efficiency in conventional tillage and cover crop of vetch increased. The most leaf area index of potato (6.4) was related to conventional tillage with cover crop of vetch treatment while the lowest leaf area index (3.2) was related to no-tillage with no cover crop treatment. By increasing of leaf area index, light absorption improved about 85% in conventional tillage with cover crop of vetch compare to other treatments. Vetch cover crop also had positive effects on potato growth. So, the highest dry matter accumulation (1985.56 g m^{-2}) was observed in conventional tillage with cover crop of vetch treatment while the lowest dry matter accumulation (1236.44 g m^{-2}) was observed in no-tillage with non-crop cover treatment. Average maximum and minimum radiation use efficiency for potato were 3.12 and 2.09 g MJ^{-1} in conventional tillage with cover crop of vetch treatment and no-tillage with no cover crop, respectively.

Keywords: Total dry matter accumulation, Radiation use efficiency, Leaf area index, Vetch

1. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran
2. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran
3. PhD Students, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, Hamedan, Iran
4. Member of Staff, Department of Plant Science, Payame Nour University, Bahar Branch, Hamedan, Iran
*: Corresponding author Email: masomeh.dehghan@yahoo.com