

تعیین عامل پوشش گیاهی در مراحل مختلف رشد نخود دیم منطقه نیمه خشک برای استفاده در معادله جهانی فرسایش خاک (مطالعه موردی در تیکمه‌داش استان آذربایجان شرقی)

علیرضا خانجانی صفدر^۱، عباس احمدی^{۲*} و محمدابراهیم صادق‌زاده ریحان^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۰۱)

چکیده

در کشورهای پیشرفته جداولی برای مقادیر ضریب عامل پوشش گیاهی (C) محصولات مختلف برای استفاده در مدل‌های فرسایش خاک ارائه شده است، اما با توجه به تفاوت‌های اقلیمی، پدولوژیکی و مدیریتی آن کشورها استفاده از این اطلاعات در کشور ما می‌تواند مناسب نباشد. لذا این تحقیق به منظور بررسی تغییرات ضریب C گیاه نخود دیم در مراحل مختلف رشد صورت پذیرفت. بدین منظور سه تراکم بذر رایج در منطقه (تراکم‌های ۳۰، ۳۵ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرسایشی با ابعاد ۴۰×۴/۸ مترمربع که در زمینی با شیب ۹ درصد واقع بودند، کشت شد. برای محاسبه ضریب C سه عدد کرت شاهد بدون کشت محصول و تنها با انجام شخم در جهت شیب ایجاد شد. در صورت ایجاد رواناب و رسوب در هر واقعه بارندگی مقادیر آن‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت ضریب C از محاسبه نسبت مقدار خاک فرسایش یافته از کرت مورد نظر بر مقدار خاک فرسایش یافته از کرت شاهد محاسبه شد. نتایج در قالب طرح آماری کرت‌های خرد شده در زمان تحلیل آماری شد. مقادیر C برای تراکم‌های بذر ۳۰، ۳۵ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار گیاه نخود به ترتیب برابر ۰/۶۶، ۰/۴۴، ۰/۳۳ و به‌طور میانگین برای تیمارها برابر ۰/۴۸ به‌دست آمد، در کل کمترین مقدار ضریب C برای تیمارها مربوط به مرحله رشد گیاه ۰/۳۵ و بیشترین آن مربوط به مرحله استقرار گیاه ۰/۵۴ بود. همچنین تغییرات ضریب فوق در تراکم‌های مختلف کشت بیشتر از تغییرات آن در طی سه مرحله رشد گیاه بود. به طوری که با افزایش تراکم بذر از ۳۰ به ۴۰ کیلوگرم در هکتار به‌طور میانگین میزان ضریب فوق ۵۰ درصد کاهش یافت، در صورتی که در مرحله رسیدن گیاه مقدار ضریب فوق تنها ۳۰ درصد کمتر از مرحله استقرار گیاه بود.

واژه‌های کلیدی: رسوب، رواناب، کرت‌های فرسایشی

۱- دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد، گروه علوم خاک، دانشگاه تبریز

۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه تبریز (مکاتبه کننده)

۳- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، استان آذربایجان شرقی

* پست الکترونیک: a_ahmadi@tabrizu.ac.ir

مقدمه

ایران یکی از منابع مهم تولید نخود بوده و تنوع ژنتیکی و همچنین سازگاری آن در این کشور بالا است (Bagheri *et al.*, 1997). نخود از نظر سطح زیر کشت در بین حبوبات، مقام اول را در ایران دارد که به طور عمده به صورت دیم در شمال غرب و غرب کشور کشت می شود. سطح زیر کشت نخود و تولید سالانه دانه آن در کشور به ترتیب ۶۴۶ هزار هکتار و ۲۳۰ هزار تن می باشد (Falah, 2002). استان های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، کردستان، کرمانشاه، لرستان، ایلام، گلستان، همدان و زنجان جزء مناطق مستعد تولید نخود به شمار می روند (Anonymous, 2006). نخود نیاز به اقلیمی با بارندگی کم داشته و مقاوم به خشکی و سرما دوست است (Majnoon Hosseini, 2008). این محصول به صورت دیم در استان آذربایجان شرقی به طور گسترده کشت می شود. از طرف دیگر به دلیل فرسایش بیش از حد مجاز خاک در دیمزارهای کشورمان اطلاع از ضریب عامل پوشش گیاهی می تواند در برنامه ریزی کارهای حفاظتی مفید واقع شود. این ضریب یکی از متغیرهای معادله جهانی فرسایش خاک می باشد. معادله جهانی هدررفت خاک یکی از پرکاربردترین مدل های تجربی است که در زمینه ارزیابی خطر فرسایش از آن استفاده می شود و متوسط سالانه فرسایش خاک را با استفاده از ترکیب شش عامل فرساینده باران، فرسایش پذیری خاک، طول شیب، تندی شیب، مدیریت زراعی و مدیریت اراضی تخمین می زند (Renard *et al.*, 1997). از حاصل ضرب این عوامل میزان تلفات خاک به صورت کمی به دست می آید.

میزان هدررفت خاک در طول زمان با تغییرات آسمانه گیاهی، میزان بقایا و زبری سطح خاک و تغییرات شدت بارندگی در طول سال تغییر می یابد (Grazhdani & Shumka 2007; Panagos *et al.*, 2011) و در طول فصول مختلف سال بایستی به صورت جداگانه مورد ارزیابی قرار گیرد (Panagos *et al.*, 2011; Alexandridis *et al.*, 2015). میزان هدررفت خاک در معادله USLE تابعی از شش عامل فوق می باشد. از این شش عامل تغییرات عامل فرسایش پذیری در طول سال به تغییرات خصوصیات ذاتی خاک در طول فصل زراعی بستگی داشته و عملاً خیلی ناچیز و کند است و چون اندازه گیری این تغییرات در مقیاس وسیع غیرممکن است، بنابراین مقدار این عامل را

در طول سال ثابت در نظر می گیرند (Panagos *et al.*, 2011; Alexandridis *et al.*, 2015). فرساینده باران در طول سال خیلی زیاد بوده و می توان مقادیر آن را با توجه به آمار ایستگاه های هواشناسی استخراج نمود (Evrard *et al.*, 2010). عامل پوشش گیاهی اهمیت زیادی در میزان فرسایش خاک داشته و مقادیر آن با توجه به نوع پوشش گیاهی و مراحل فنولوژیک گیاهان به شدت تغییر می یابد. تغییرات زمانی این فاکتور علاوه بر عوامل فوق به میزان رطوبت و دمای خاک و نیز به نوع مدیریت زراعی بستگی دارد. در معادله جهانی هدررفت خاک، ضریب عامل پوشش گیاهی از محاسبه نسبت خاک هدررفته در زمین دارای پوشش گیاهی بر مقدار خاک هدررفته از یک زمین فاقد پوشش حاصل می شود و مقدار عددی این نسبت به طور تجربی از آزمایشات صحرایی به دست می آید. هرچند که ممکن است این نسبت ها تنها برای شرایط خاص مورد آزمایش، دقیق باشند، اما نمی توان از این ضرایب برای پیش بینی اثرات پوشش گیاهی مشابه یا دیگر پوشش ها تحت شرایط اقلیمی متفاوت و شرایط مختلف خاک بر میزان فرسایش خاک استفاده کرد (Bayat Movahed & Rezaei, 2012). ضریب عامل پوشش گیاهی در حقیقت نشان دهنده اثرات آسمانه پوشش گیاهی، پوشش سطح خاک و بقایای گیاهی بر میزان فرسایش خاک است (Refahi, 2009). مقادیر ضریب عامل پوشش گیاهی در کشور اتیوپی برای انواع مختلف گیاهان از جمله نخود، عدس، جو، سورگوم، گندم، قهوه و سیب زمینی به ترتیب ۰/۳۱۵، ۰/۳۸۸، ۰/۴۵۲، ۰/۲۰۶، ۰/۴۷۷، ۰/۲۱ و ۰/۳۵ می باشد (Lal, 1995). در یک تناوب سه ساله مقادیر ضریب عامل پوشش گیاهی برای گیاه گندم ۰/۰۷۵، علوفه ۰/۰۰۵ و ذرت ۰/۱۵ گزارش شده است. با توجه به این گزارش علوفه نسبت به گیاه گندم و ذرت دارای ضریب عامل پوشش گیاهی کمتری می باشد و در جلوگیری از هدررفت خاک نقش بسزایی دارد (Refahi, 2009). طبق گزارش ویشمایر و اسمیت (Wischmeier & Smith, 1978) مقدار عامل پوشش گیاهی گیاه علفی با ارتفاع کمتر از یک متر و با تاج پوشش ۷۵ درصد بدون بقایای گیاهی سال های قبل ۰/۱۷ بوده، ولی زمانی که میزان بقایای گیاهی سطح خاک به ۶۰ درصد برسد، مقدار ضریب عامل پوشش گیاهی (C) به ۰/۳۲ تنزل پیدا می کند. مقادیر ضریب عامل پوشش

تحقیق ۱۲ کرت در قالب سه بلوک برای انجام آزمایش‌ها انتخاب گردید (شکل ۱).



شکل ۱- تصویری از کرت‌های آزمایشی و مخازن جمع‌آوری رواناب و رسوب

Fig.1. Photo of runoff and sediment collecting tank and experimental plots

قبل از کشت گیاه برای تعیین نیاز کودی گیاه نخود، نتایج آزمون خاک موجود برای ایستگاه که در شهریورماه ۱۳۹۱ تعیین گردیده بود، مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به این که مقادیر عناصر غذایی بیشتر از حد بحرانی (حد بحرانی فسفر و پتاسیم قابل جذب برای حیوانات به ترتیب ۱۰ و ۲۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد) برای زراعت دیم نخود بود. از طرفی این گیاه نیاز کودی زیادی مانند دیگر محصولات زراعی به کود ازت ندارد و قادر است ۳۵ تا ۷۷ کیلوگرم ازت در هکتار را تثبیت کند، بنابراین هیچ‌گونه کودی به کرت‌ها اضافه نشد. در هر بلوک یک کرت به‌عنوان تیمار آیش به‌صورت تصادفی در نظر گرفته شد و طبق مشخصات مدیریتی کرت استاندارد ویشمایر در جهت شیب شخم زده شد. در نه کرت دیگر گیاه نخود از نوع رقم کابلی در تاریخ ۱۹ فروردین ماه سال ۱۳۹۲ با سه سطح تراکم ۳۰، ۳۵ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت تصادفی در هر بلوک کشت شد. در صورت ایجاد رواناب در هر رخداد بارندگی، بعد از اتمام باران، رواناب جمع‌آوری شده، به روش حجم‌سنجی با استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان هدررفت خاک یک نمونه یک لیتری از هر مخزن تهیه و به روش فیلتراسیون با کاغذ صافی واتمن، میزان رسوب اندازه‌گیری و به حجم کل رواناب هر مخزن تعمیم داده شد (Vaezi, 2008). همچنین شاخص‌های رشد نظیر درصد آسمانه گیاهی به

گیاهی علاوه بر عوامل فوق خود متأثر از فرسایندگی باران نیز می‌باشد (Wischmeier & Smith, 1978). بنابراین با توجه به مطالب بالا ملاحظه می‌شود که ضریب عامل پوشش گیاهی یکی از پیچیده‌ترین عوامل در برآورد فرسایش خاک می‌باشد و لازم است مقدار و تغییرات زمانی آن را در طول فصل رویشی برای استفاده در مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب و نیز برای مدیریت پایدار مزرعه، به‌صورت تجربی برای هر منطقه‌ای تعیین شود. بنابراین هدف از این تحقیق اندازه‌گیری و بررسی تغییرات زمانی ضریب عامل پوشش گیاهی نخود دیم در طول فصل رشد در منطقه تیکمه‌داش استان آذربایجان شرقی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ایستگاه تحقیقاتی تیکمه‌داش با وسعت ۳۰۲ هکتار در ۱۶ کیلومتری شهرستان بستان‌آباد، در موقعیت جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵۵ دقیقه الی ۴۶ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی، ۳۷ درجه و ۴۲ دقیقه الی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. طبق نقشه خاک‌های ایران خاک ایستگاه جزء زیرگروه Lithic Calcixerepts طبقه‌بندی می‌شود. ایستگاه در ارتفاع ۱۸۰۰ الی ۲۰۰۰ متر از سطح دریا و در خط الرأس حوزه آبخیز قزل‌اوزن و دریاچه ارومیه قرار دارد. طبق آمار هواشناسی منطقه، میانگین حداکثر دما در تابستان ۳۰ درجه بالای صفر و حداقل آن در زمستان ۳۵ درجه زیر صفر می‌باشد. متوسط بارندگی ۱۰ ساله آن ۳۸۶ میلی‌متر در سال بوده و منطقه مورد مطالعه یکی از مناطق اصلی دیم‌کاری اعم از نخود، عدس، گندم و جو می‌باشد که زارعین کشت را به‌صورت سنتی و دست‌پاش انجام می‌دهند. اما عدم توجه به اصول حفاظت خاک در منطقه فرسایش شدید اراضی زراعی را به دنبال داشته است، به طوری که در اغلب اراضی زراعی افق سطحی خاک در اثر فرسایش از بین رفته و خاک زیرسطحی با رنگ روشن به وضوح دیده می‌شود.

تحقیق مورد نظر در کرت‌های آزمایشی که توسط فائو در سال ۱۳۵۲ احداث شده بود، انجام پذیرفت. این کرت‌ها در شیب ۹ درصد و با ابعاد ۴۰ متر \times ۴/۸ متر در کنار همدیگر احداث شده‌اند. در پایین دست هر کرت مخازن جمع‌آوری رواناب و رسوب تعبیه شده است، که در این

میلی متر و در مرحله سوم نمونه برداری در طی هفت رخدادهای بارندگی جمعاً ۲۱ میلی متر باران باریده است. همچنین بیشترین میزان بارندگی (جمعاً ۵۵ میلی متر) در اردیبهشت ماه به وقوع پیوسته است.

تجزیه آماری

در نهایت نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف بررسی و تحلیل نتایج به کمک نرم افزارهای SPSS و MSTAT-C در قالب طرح کرت‌های خرد شده در زمان بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

جدول ۲ تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بین کرت‌های آزمایشی را نشان می‌دهد. مطابق این جدول ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کرت‌های آزمایشی تفاوتی با هم نداشتند. به عبارت دیگر درون بلوک‌های آزمایشی تقریباً شرایط یکسان و یکنواختی از لحاظ ویژگی‌های اندازه‌گیری شده وجود داشت.

روش پلات گذاری و ارتفاع متوسط گیاه با خط‌کش مدرج هنگام اندازه‌گیری رواناب، رسوب و نیز پوشش سطحی خاک (سنگریزه و بقایای گیاهی) به روش پلات گذاری بعد از کشت گیاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در نهایت ضریب عامل پوشش گیاهی گیاه نخود از نسبت مقدار فرسایش حاصل از هر کرت به میزان فرسایش از کرت شاهد محاسبه گردید. گزارش ایستگاه باران‌سنجی موجود در داخل ایستگاه در مورد بارش‌های رخ داده طی مراحل مختلف تحقیق در جدول ۱ آمده است. از بین ۱۷ بارندگی رخ داده تنها سه واقعه بارندگی (ردیف‌های ۷، ۱۰ و ۱۷) منجر به ایجاد رواناب قابل اندازه‌گیری گردید. بنابراین اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، و نیز رواناب و رسوب در تاریخ‌های ۲۲ اردیبهشت، ۲۸ اردیبهشت و ۱۱ خرداد صورت پذیرفت. چنان‌چه مشاهده می‌شود، مجموع میزان کل بارندگی در هنگام نمونه برداری اول (۲۲ اردیبهشت)، به ترتیب حدود ۳ و ۲/۲ برابر بیشتر از مرحله دوم (۲۸ اردیبهشت) و سوم نمونه برداری (۱۱ خرداد) بوده است، به طوری که در مرحله اول نمونه برداری در طی هفت رخدادهای بارندگی ۴۶ میلی متر باران باریده است، در صورتی که در مرحله دوم نمونه برداری در طی سه رخدادهای بارندگی ۱۵/۵

جدول ۱- میزان و تاریخ رخدادهای بارندگی در طول دوره تحقیق در سال ۱۳۹۲

Table 1: Date and amount of rainfall events during research period in 2013 year

شماره رخدادهای	تاریخ رخدادهای بارندگی	ارتفاع بارندگی (میلی متر)	شماره رخدادهای	تاریخ رخدادهای بارندگی	ارتفاع بارندگی (میلی متر)
Event no.	Rainfall event date	Precipitation height (mm)	Event no.	Rainfall event date	Precipitation height (mm)
1	17 April 2013	3.0	10	18 May 2013	8.0
2	20 April 2013	7.0	11	20 May 2013	2.0
3	21 April 2013	7.0	12	21 May 2013	1.5
4	23 April 2013	3.0	13	22 May 2013	1.5
5	9 May 2013	10.0	14	27 May 2013	3.5
6	11 May 2013	7.0	15	29 May 2013	1.0
7	12 May 2013	9.0	16	30 May 2013	5.0
8	14 May 2013	5.0	17	1 Jun 2013	6.5
9	16 May 2013	2.5			

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کرت‌ها

Table 2: Analysis of variance for some physicochemical properties of plots soil

درصد رس		درصد سیلت		درصد شن		درصد ماده آلی		هدایت الکتریکی درصد کربنات کلسیم معادل		اسیدیته	
Caly (%)		Silt (%)		Sand (%)		OC (%)		ECe (ds/m)		pH	
S.V.	Df	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
(R)		0.003	1.60 ^{ns}	0.001	0.10 ^{ns}	0.0001	0.92 ^{ns}	0.0001	0.40 ^{ns}	0.61	0.18 ^{ns}
C.V.(%)		0.7		0.26		0.73		0.83		1.66	2.85

ns: non significant

ns: تفاوت غیر معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

ضریب عامل پوشش گیاهی

ویشمایر و اسمیت (Wischmeier & Smith., 1987) برای تعیین ضریب عامل پوشش گیاهی برای فرسایش سالانه ۶ مرحله رشد برای زراعت‌ها در نظر گرفته است که عبارت‌اند از (Refahi, 2009). ۱- مرحله آیش (از زمان انجام شخم اولیه تا شروع عملیات شخم ثانویه برای کشت)، ۲- مرحله بستر بذر (از زمان شخم ثانویه برای کشت تا توسعه آسمانه گیاه به میزان ۱۰ درصد)، ۳- مرحله استقرار گیاه (از پایان مرحله بستر بذر تا توسعه آسمانه گیاه به میزان ۵۰ درصد)، ۴- دوره رشد گیاه (از پایان مرحله استقرار گیاه تا توسعه آسمانه گیاه به میزان ۷۵ درصد)، ۵- مرحله رسیدن گیاه (از پایان مرحله رشد تا برداشت محصول) و ۶- مرحله کاه و کلش و بقایای گیاهی (از زمان برداشت تا شخم بعدی).

در این تحقیق تنها در سه مرحله از رشد گیاه (مرحله استقرار گیاه، مرحله رشد و مرحله رسیدن گیاه) بارش‌هایی که بتواند تولید رواناب و رسوب نماید اتفاق افتاده است. مرحله اول نمونه‌برداری در این تحقیق منطبق با مرحله استقرار گیاه، مرحله دوم منطبق با مرحله رشد گیاه و مرحله سوم نمونه‌برداری منطبق با رسیدن گیاه بوده است، که از این به بعد به‌جای مراحل نمونه‌برداری مراحل رشد ذکر خواهند شد.

جدول ۳ تجزیه واریانس ضریب عامل پوشش گیاهی بین سطوح تراکم ۳۰، ۳۵ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله مختلف رشد را نشان می‌دهد. نتایج نشان دهنده آن است که تغییرات مقدار ضریب C تحت تأثیر بلوک‌های آزمایشی قرار ندارد به بیان دیگر بین بلوک‌های آزمایشی از نظر شرایط خاک یکسان و یکنواخت است. همچنین تغییرات مقدار ضریب عامل پوشش گیاهی بیشتر تحت تأثیر تیمارهای مختلف کشت قرار داشته و کمتر تحت تأثیر زمان (مراحل مختلف رشد) بوده است.

مقادیر اندازه‌گیری شده ضریب C در میان سطوح تراکم مختلف نخود دیم در مراحل مختلف رشد در شکل ۲ نشان داده شده و حاکی از آن است که مقدار ضریب فوق از ۰/۲۱ تا ۰/۶۹ متغیر بود و سطح تراکم ۳۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله استقرار گیاه بیشترین مقدار ضریب C و سطح تراکم ۴۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله رسیدن گیاه کمترین مقدار ضریب C را به خود اختصاص داد.

کمترین مقدار ضریب C در تراکم بذر ۳۰ و ۳۵ کیلوگرم در هکتار در مرحله رشد گیاه مشاهده شد، به طوری که در مرحله رشد گیاه مقادیر ضریب مذکور به ترتیب در سطوح تراکم فوق ۲/۲۷ و ۶/۳۳ درصد کمتر از مرحله استقرار و ۲/۵ و ۴/۱۰ درصد کمتر از مرحله رسیدن گیاه بود. اما در تراکم بذر ۴۰ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار ضریب C در مرحله رسیدن گیاه مشاهده گردید و در این مرحله ضریب C، به ترتیب ۳/۴۹ و ۲/۷ درصد کمتر از مرحله استقرار و مرحله رشد گیاه بود.

همچنین نتایج نشان دهنده آن است که میزان ضریب عامل پوشش گیاهی با افزایش تراکم کشت به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد. به طوری که متوسط ضریب C برای سطوح تراکم ۳۰، ۳۵ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار در دوره کامل فصل رشد به ترتیب برابر ۰/۶۲، ۰/۴۴ و ۰/۳۳ به دست آمد که نشان دهنده کاهش ۳۳ و ۵۰ درصدی ضریب C با افزایش تراکم بذر از ۳۰ به ۳۵ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

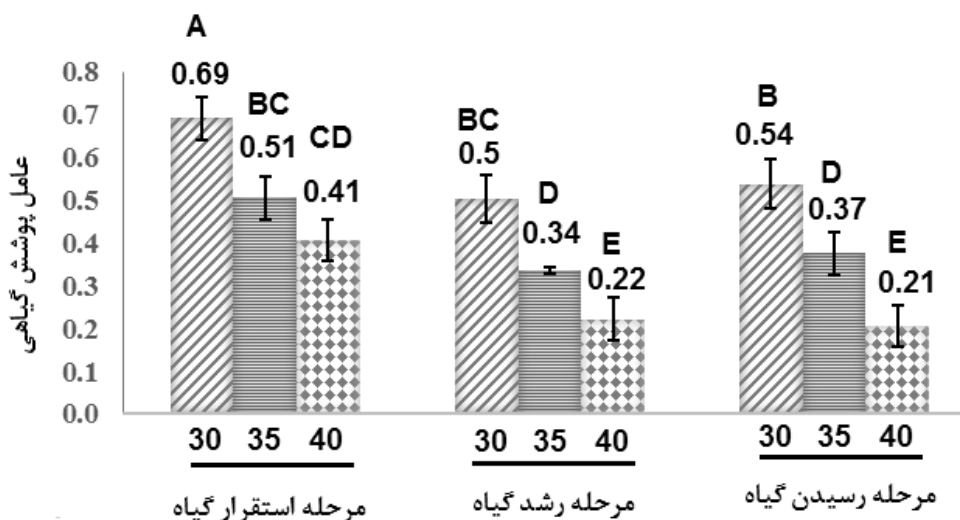
همچنین نتایج فوق نشان دهنده آن است که میانگین ضریب C تیمارها در دوره کامل فصل زراعی برای گیاه نخود برابر ۰/۴۸ می‌باشد که در مقایسه با مقادیر ضریب C به دست آمده برای گیاه نخود در کشور اسلواکی (Junakova & Balintova, 2012) ($C=0/316$) و در کشور ایتالیایی (Lal, 1995) ($C=0/315$)، به‌طور قابل توجهی بیشتر است، علت این امر می‌تواند ناشی از تفاوت‌های اقلیمی، پدولوژیکی و مدیریتی کشور ما با آن کشورها و نوع رقم محصول کشت شده باشد. جدول ۴ میانگین شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده (آسمانه گیاه و ارتفاع گیاه) در هر تیمار را به تفکیک در هر مرحله نمونه‌برداری نشان می‌دهد. طبق نتایج ارائه شده در این جدول، درصد آسمانه گیاهی از ۱۱/۲۷ تا ۴۱/۹۷ درصد متغیر بوده است و با افزایش تراکم بذر از ۳۰ به ۴۰ کیلوگرم در هکتار، درصد آسمانه گیاهی نیز در تمامی مراحل رشد افزایش یافته است. ارتفاع متوسط گیاه در میان سطوح تراکم مختلف از ۸/۶۰ تا ۱۸/۹۳ سانتی‌متر متغیر بوده و متوسط ارتفاع گیاه تیمارها در طی مراحل رشد روند افزایشی داشته است. شدت این روند با افزایش تراکم بذر از ۳۰ به ۴۰ کیلوگرم در هکتار کمی کاسته شد که می‌تواند ناشی از افزایش رقابت بر سر عناصر غذایی و رطوبت خاک با افزایش تراکم بذر باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس ضریب عامل پوشش گیاهی در طول فصل رشد و تراکم‌های مختلف نخود دیم

Table 3: Analysis of variance for crop management factor during growth season and different seeding densities of rainfed Chickpea

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
Source of variation	Degree of freedom	Mean square	F ratio	P value
بلوک	2	0.011	1.88	0.26 ^{ns}
Block				
زمان	2	0.089	14.70	0.014*
Time				
اشتباه نوع اول	4	0.006		
Type I error				
تراکم بذر	2	0.203	287.40	0.0001**
Seeding density				
تراکم بذر × زمان	4	0.001	1.65	0.22 ^{ns}
Seeding density × Time				
اشتباه نوع دوم	12	0.001		
Type II error				
ضریب تغییرات		6.330		
Coefficient of variation (%)				

** تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد؛ * تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد؛ ns: غیر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد



شکل ۲- مقایسه ضریب عامل پوشش گیاهی سطوح مختلف تراکم کشت نخود دیم (۳۰، ۳۵ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار) در مراحل مختلف رشد

Fig.1. Mean comparison of crop management factor in different growth stages and different seeding densities (30, 35 and 40 kg/ha) of rainfed Chickpea

همبستگی بین این دو عامل بیشتر از دو مرحله قبلی بوده است.

بین ضریب C و ارتفاع گیاه رابطه آماری قوی وجود نداشته و فقط در مرحله رسیدن گیاه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد. ریکسون و مورگان (Rickson & Morgan, 1988) نشان دادند با افزایش ارتفاع گیاه به خاطر افتادن آب حاصل از

جدول ۵ همبستگی بین برخی شاخص‌های رشد (تراکم آسمانه گیاه و ارتفاع گیاه) و پوشش سطحی خاک (سنگریزه و بقایای گیاهی) را با ضریب C نشان می‌دهد. چنانچه مشاهده می‌شود، همبستگی منفی و معنی‌داری بین ضریب C و درصد آسمانه گیاهی وجود داشته و با افزایش مدت زمان از ابتدای دوره رشد این همبستگی نیز افزایش یافته است و در مرحله رسیدن گیاه ضریب

طبق جدول ۵، مشاهده می‌شود که همبستگی بین ضریب C و پوشش سطح خاک (سنگریزه و بقایای گیاهی) در طول فصل رشد کاهش یافته است، دلیل آن می‌تواند پوشیده شدن سطح خاک با افزایش آسمانه گیاهی در طول فصل رشد و در نتیجه کاهش اثر مثبت پوشش سطح خاک در کنترل رواناب و رسوب باشد، به‌طوریکه نقش شاخ و برگ محصولات در طول دروه رشد در حفظ خاک افزایش می‌یابد (Pearson *et al.*, 1995).

زهکش برگ (اتصال قطرات باران در روی سطح برگ که باعث افزایش انرژی جنبشی قطرات باران و در نتیجه افزایش هدررفت خاک می‌شود) از ارتفاع بالاتر، میزان هدر رفت خاک و در نتیجه آن مقادیر ضریب C افزایش پیدا می‌کند. اما در این تحقیق چون تغییرات ارتفاع گیاه نخود در طول فصل رشد چندان قابل توجه نبوده و همچنین چون گیاه نخود علفی بوده و ارتفاع چندان ندارد، به همین دلیل رابطه نزدیکی بین این ویژگی و ضریب C مشاهده نشد.

جدول ۴- متوسط مقادیر اندازه‌گیری شده شاخص‌های رشد گیاه در تراکم‌های مختلف بذر و مراحل مختلف رشد نخود دیم

Table 4: Mean values of measured growth parameters in different seeding densities and different growth stages of rainfed Chickpea

دوره رشد (Growth stage)	شاخص رشد (Growth index)		
	تراکم بذر (کیلوگرم بر هکتار)	آسمانه (درصد)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)
Parameter Sampling period	Seeding density (kg/ha)	Canopy (%)	Crop height (cm)
مرحله برقراری آسمانه Canopy establishment stage	30	11.27 ⁱ	8.96 ^e
	35	13.17 ^h	8.83 ^e
	40	16.52 ^g	8.6 ^e
مرحله توسعه آسمانه Canopy development stage	30	18.67 ^f	12.97 ^c
	35	22.17 ^e	12.80 ^c
	40	24.90 ^d	12.30 ^d
مرحله بلوغ Maturing stage	30	27.03 ^c	18.93 ^a
	35	36.20 ^b	18.67 ^{ab}
	40	41.97 ^a	18.47 ^b

اعداد داخل هر ستون در صورتی که حداقل در یک حرف مشترک باشند، در سطح احتمال یک درصد دارایی تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

جدول ۵- ضریب همبستگی پیرسون بین ضریب عامل پوشش گیاهی با شاخص‌های رشد گیاهی و پوشش سطحی خاک در مراحل مختلف رشد نخود دیم

Table 5: Pearson correlation coefficient of crop management factor with growth parameters and soil surface cover in different growth stages of rainfed Chickpea

دوره رشد (Growth stage)	شاخص رشد (Growth index)		
	آسمانه (درصد)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	پوشش سطحی (درصد)
Parameter Sampling period	Canopy (%)	Crop height (cm)	Surface Cover ^{&} (%)
مرحله برقراری آسمانه Canopy establishment stage	-0.82 ^{**}	0.33 ^{ns}	-0.92 ^{**}
مرحله توسعه آسمانه Canopy development stage	-0.83 ^{**}	0.02 ^{ns}	-0.96 ^{**}
مرحله بلوغ Maturing stage	-0.97 ^{**}	0.70 [*]	-0.75 ^{**}

&: نشان دهنده مجموع پوشش سنگریزه و بقایای گیاهی می‌باشد که در طول فصل رشد در کرت‌های آزمایشی ثابت می‌باشد.
** : تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد * : تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد ns : غیر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که کمترین مقدار ضریب عامل پوشش گیاهی برای تیمارها مربوط به مرحله رشد گیاه و بیشترین آن مربوط به مرحله استقرار گیاه بود. چرا که در مرحله استقرار گیاه بخشی زیادی از سطح خاک عاری از پوشش گیاهی بود. به طوری که در مرحله رشد گیاه ضریب فوق به‌طور متوسط برای تیمارها ۳۳/۹ درصد کمتر از مرحله استقرار و ۵/۲ درصد کمتر از مرحله رسیدن گیاه بوده است. مقادیر ضریب عامل پوشش گیاهی گیاه نخود در سه تراکم مختلف کشت بذر تفاوت معنی‌داری باهم دارند ($P < 0/01$) و برای تراکم‌های بذر ۳۰، ۳۵ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برابر ۰/۶۶، ۰/۴۴ و ۰/۳۳ به‌دست آمد. میانگین مقدار ضریب عامل پوشش گیاهی به‌دست آمده در کل فصل رویشی برای گیاه نخود در تیمارهای مختلف برابر ۰/۴۸ بوده که ۱/۵ برابر مقادیر گزارش شده برای کشورهای اسلواکی و اتیوپی بوده است، این امر می‌تواند ناشی از تفاوت‌های اقلیمی، پدولوژیکی و مدیریتی کشور ما با آن کشورها باشد. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان دهنده آن است گرچه در طی مراحل مختلف رشد گیاه نخود دیم ضریب عامل پوشش گیاهی معادله جهانی فرسایش خاک تغییر می‌یابد، اما تراکم بذر عامل مهم‌تری

در تغییرات مقدار ضریب فوق و در نتیجه میزان فرسایش خاک می‌باشد. به طوری که با افزایش تراکم بذر از ۳۰ به ۴۰ کیلوگرم در هکتار به طور میانگین میزان ضریب فوق ۵۰ درصد کاهش یافت، در صورتی که به طور میانگین در مرحله رسیدن گیاه مقدار ضریب فوق تنها ۳۰ درصد کمتر از مرحله استقرار گیاه بوده است. همچنین بین ضریب عامل پوشش گیاهی و درصد آسمانه گیاهی و پوشش سطح خاک رابطه معنی‌دار قوی مشاهده شد، اما بین ضریب فوق و ارتفاع گیاه در مراحل مختلف رشد رابطه آماری نزدیکی مشاهده نگردید. این امر می‌تواند به دلیل تغییرات اندک ارتفاع گیاه نخود در مراحل مختلف رشد باشد.

با توجه به تنوع آب و هوایی زیاد موجود در کشور و همچنین اختلاف زیاد نوع مدیریت زراعی در مناطق مختلف، پیشنهاد می‌شود با انجام تحقیقات گسترده مقادیر عامل مدیریت زراعی برای گیاه نخود به‌صورت جداگانه ارائه شود. همچنین با توجه به کمترین مقدار ضریب عامل پوشش گیاهی در تیمار تراکم بذر ۴۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با سایر تیمارها مقدار تراکم کاشت بذر فوق در منطقه برای زارعین توصیه می‌شود.

References

- Alexandridis, T. K., Sotiropoulou, A. M., Bilas, G., Karapetsas, N., & Silleos, N. G. (2015). The Effects of Seasonality in Estimating the C-Factor of Soil Erosion Studies. *Land Degradation & Development*, 26(6), 596-603.
- Anonymous. 2006. Agricultural Statistics 2005-2006. Ministry of Jihad-e-Agricultur.
- Bagheri, A., Nezami, A., Ganjeali, A., & Parsa, M. (1997). Agronomy and breeding chickpea. Publications Jahad University of Mashhad.
- Bayat Movahed, F., & Rezaei, SA. (2012). Water Erosion Control (Environmental Approaches). Agriculture Science of Iran Press, 162p (In Persian).
- Evrard, O., Nord, G., Cerdan, O., Souchere, V., Le Bissonnais, Y., & Bonté, P. (2010). Modelling the impact of land use change and rainfall seasonality on sediment export from an agricultural catchment of the northwestern European loess belt. *Agriculture, ecosystems & environment*, 138(1), 83-94.
- Falah, S. (2002). Effect of plant densities and soil moisture in yield and yield component of chickpea cultivars (Doctoral dissertation, Master Thesis. Isfahan University).
- Grazhdani, S., & Shumka, S. (2007). An approach to mapping soil erosion by water with application to Albania. *Desalination*, 213(1), 263-272.
- Junakova, N., & Balintova, M. (2012). Predicting of soil loss in the Tisovec catchment, Slovakia. *CHEMICAL ENGINEERING*, 28.
- Lal, R. (1995). Sustainable management of soil resources in the humid tropics (Vol. 876). United Nations University Press.
- Majnoon Hosseini, N. (2008). Cultivate and Produce the Cereal. Jihad Daneshgahi Publication, 284p (In Persian).
- Panagos, P., Karydas, C. G., Gitas, I. Z., & Montanarella, L. (2012). Monthly soil erosion monitoring based on remotely sensed biophysical parameters: a case study in Strymonas river basin towards a functional pan-European service. *International Journal of Digital Earth*, 5(6), 461-487.
- Pearson, C. J., Norman, D. W., & Dixon, J. (1995). Sustainable dryland cropping in relation to soil productivity (No. 72). Food & Agriculture Org..
- Refahi., H. (2009). Water Erosion and Control. 6th Edition, Tehran University Press, 671p (In Persian).
- Rickson, R. J., & Morgan, R. P. C. (1988). Approaches to modelling the effects of vegetation on soil erosion by water. Agriculture: erosion assessment and modelling, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Vaezi, A. R., Sadeghi, S. H. R., Bahrami, H. A., & Mahdian, M. H. (2008). Modeling the USLE K-factor for calcareous soils in northwestern Iran. *Geomorphology*, 97(3), 414-423.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses-A guide to conservation planning. Predicting rainfall erosion losses-A guide to conservation planning.

Determination of Crop Management Factor at Different Growth Stages of Rainfed Chickpea in Semiarid Region for Using in USLE Model: A Case Study in Tikmeh Dash of East Azerbaijan

Alireza Khanjani Safdar¹ and Abbas Ahmadi^{2*} and Mohammad Ebrahim Sadeghzadehrehian³

(Received: November 2014

Accepted: March 2016)

Abstract

In developed countries the values of crop management factor (C) for different crops is provided in tables, but due to climatic, pedologic and crop management differences of these countries with our country, using of these information could be associated with a large uncertainty. For this reason, this study was conducted in order to determination of C factor and its variations in different growth stages of rainfed chickpea. So there conventional sowing rate (30, 35 and 40 kg/ha) of rainfed chickpea (*Cicer arietinum*) were planted in erosional plots. In order to calculation of C factor, some plots were plowed along the slope and were left without cropping, as control plots. After each rainfall event, the generated runoff and sediment, were measured. Results were analyzed as a split plot in time design. The mean values of C factor for 30, 35 and 40 kg/ ha seeding densities were 0.66, 0.44 and 0.33 respectively, and the average for all treatments was 0.48. At the whole, the lowest values of C factor were related to canopy development stage, and the highest values were related to canopy establishment stage of chickpea. The variation of C factor in three different seeding density were greater than the variation of this factor in three different growth stages. So that, with increasing seeding density from 30 to 40 kg/ha, the C factor values increased on average by 50%, while, the values of C factor at maturing stage were on average 30% lower than canopy establishment stage.

Keywords: Canopy establishment stage, Erosional plots, Plant canopy, Runoff, Sediment

1 - Former MSC student, Department of Soil Science, University of Tabriz

2 - Assistant Professor, Department of Soil Science, University of Tabriz

3 - Faculty Member of Agriculture and Natural Resources Research Center, East Azerbaijan

* Corresponding Author: a_ahmadi@tabrizu.ac.ir