تأثیر سیستم‌های مختلف خاکورزی و کاربرد بقایا بر عملکرد و برخی اجزاء عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.)

منوچهر گرشاسبی طهنه*[1]، شیوا خالص‌رو[2]، غلامرضا حیدری[3]، عبدالوهاب عبداللهی[4]

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

2- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

3- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

4- استادیار و معاون مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم- سرارود، کرمانشاه، ایران

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر سیستم‌های مختلف خاکورزی و حفظ بقایا بر صفات عملکردی نخود زراعی، آزمایشی در بخش هلشی شهرستان کرمانشاه به‌صورت کرت‌های نواری خرد شده با دو فاکتور بقایای گیاهی و سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل کاربرد بقایا (صفر، 1 و 2 تن در هکتار) و سیستم‌های مختلف خاکورزی (بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی کاهشی و خاک‌ورزی مرسوم) بودند. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در بوته و وزن صددانه بود. تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و بقایا تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نداشتند. اما، با کاهش شدت خاک‌ورزی، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با یک روند صعودی افزایش یافتند و تیمار یک تن بقایا و عدم خاک‌ورزی بیشترین عملکرد در هکتار بود. بالاترین عملکرد نخود 1036 کیلوگرم در هکتار برای تیمار یک تن بقایا و سیستم بدون خاک‌ورزی به دست آمد. بالاترین وزن 100 دانه نخود در تیمار یک تن بقایا و عملیات بدون خاک‌ورزی به مقدار 32/97 گرم و کمترین وزن 100 دانه در تیمارهای بدون بقایا و خاک‌ورزی مرسوم و دو تن بقایا و خاک‌ورزی مرسوم به مقدار 27 گرم به دست آمد. در نهایت می‌توان گفت تیمار توام عدم خاک‌ورزی و کاربرد یک تن بقایا نسبت به سایر تیمارها ویژگی‌های مثبت بیشتری داشت.

واژه‌های کلیدی: خاکورزی حفاظتی، سیستم‌های خاکورزی، عملکرد، نخود

مقدمه

با گذشت زمان و طی قرن‌های متمادی اکوسیستم‌های کشاورزی به تدریج از حالت معیشتی خارج گردیده و به سمت اکوسیستم‌های کشاورزی فشرده صنعتی حرکت کرده است. بحران جمعیت از یک طرف و محدودیت منابع اولیه تولید از طرف دیگر، باعث حرکت کشاورزی سنتی به سمت کشاورزی صنعتی گردید (نوری و همکاران، 1393).

پایداری در بخش کشاورزی امروزه با مطرح شدن مقوله پایداری در تمامی موضوعات مربوط به انسان‌ها و کشاورزان مورد توجه بسیاری از اندیشمندان و سیاست‌گذاران قرارگرفته است. کشاورزی پایدار در واقع رهیافتی است که در بلند مدت به کشاورزان کمک می‌کند تا تولید و سودمندی خود را حفظ و یا افزایش دهند. به عبارت دیگرکشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در جهت منافع انسان بوده و کارایی بیشتری در استفاده از منابع دارد و با محیط در توازن است. به عبارتی کشاورزی پایدار باید از نظر اکولوژیکی مناسب، از نظر اقتصادی توجیه پذیر و از نظر اجتماعی مطلوب باشد (بلالی و منتشلو، 1394).

در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تولید پایدار مستلزم حفاظت از منابع آبی و خاک می‌باشد. در این راستا، مدیریت صحیح بقایای گیاهی به‌جای سوزاندن و یا حذف آن‌ها از سیستم‌های زراعی باید به‌طور ویژه موردتوجه باشد (Du Prezz *et al*., 2001). سیستم بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حداقل همراه با برجای ماندن مقداری بقایای گیاهی بر سطح خاک است. برجای ماندن بقایای گیاهی درطول زمان باعث افزایش ماده آلی خاک می‌شود.

نخود به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حبوبات در ایران با سطح زیر کشت بین 5000 هزار هکتار و تولید سالیانه 177 تا 497 هزار تن با عملکرد متوسطی معادل 409 کیلوگرم در هکتار می‌باشد؛ که حدود 64 درصد از سطح زیر کشت حبوبات را به خود اختصاص داده است و در بین گیاهان زراعی در کشور ازنظر سطح زیر کشت رتبه سوم را دارا می‌باشد (FAO, 2016).

نتایج آزمایش‌های انجام‌یافته در مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار در عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی محصولاتی مانند گندم و عدس در سیستم بدون‌خاک‌ورزی با سیستم خاک‌ورزی مرسوم بوده است، قابل ذکر است که سیستم بدون‌خاک‌ورزی در کاهش هزینه‌ها نیز برتر بوده است (Van Duivenbooden, 2000). بررسی تأثیر سیستم‌های بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم بر عملکرد در تناوب حبوبات و غلات در کانادا نشان داد که عملکرد محصول غلات در سیستم بدون خاک‌ورزی همانند عملکرد آن در تناوب غلات و غلات به همراه کاربرد کود نیتروژن بود و استفاده از تناوب حبوبات و غلات با سیستم بدون خاک‌ورزی افزون بر تأمین نیاز نیتروژن غلات، موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک شده و ازنظر اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه بود (Izaurralde *et al*., 2001).

با توجه به اهمیت حفظ منابع تولید به‌ویژه خاک در طول مراحل تولید محصول و جلوگیری از فرسایش بی‌رویه‌ی آن، و با نظر به اهمیت موفقیت‌آمیز بودن به‌کارگیری سامانه‌های خاکورزی حفاظتی در زراعت دیم در جهان و دیگر نقاط ایران، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاکورزی و میزان بقایای گندم بر عملکرد و برخی اجزاء عملکرد نخود زراعی انجام شد.

مواد و روش

مطالعه‌ی حاضر در سال زراعی 97-1396 به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در بخش هلشی شهرستان کرمانشاه به‌طول 682152 شمالی، عرض 378021 شرقی انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل کاربرد بقایای گیاهی در سه سطح (صفر، 1 و 2 تن در هکتار) و سیستم‌های خاکورزی در سه‌سطح (بدون خاکورزی، خاکورزی کاهشی و خاکورزی مرسوم) بود. آزمایش در زمینی که سال قبل زیر کشت گندم بوده انجام گرفت. به‌منظور تعیین میزان عناصر خاک محل اجرای آزمایش، شش نمونه خاک از عمق 30-0 سانتی‌متری با روش استاندارد تهیه و پس از مخلوط کردن آن‌ها، نمونه‌ی مرکب به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آن در جدول 2 ارائه شده است. در این تحقیق از نخود رقم آزاد استفاده شد که به‌صورت دیم کشت گردید. این رقم مناسب برای کشت پاییزه، متحمل به برق زدگی، پرمحصول، تیپ بوته ایستاده و مناسب برداشت مکانیزه است (فرنیا و همکاران، 1394). بذر مذکور از مرکز تحقیقات کشاورزی استان کرمانشاه تهیه گردید. هرکرت آزمایشی (5×9)، شامل 9 ردیف کاشت با فاصله‌ی 52/5 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کرت‌های بی‌خاکورزی که بدون هر گونه عملیات خاکورزی انجام شده و کشت نخود با دستگاه کشت مستقیم انجام گرفت. کرت‌های خاکورزی کاهشی شامل یک مرحله شخم حفاظتی توسط گاوآهن مرکب بود و بذرو با خطی‌کار عمیق‌کار کشت‌گستر کشت شدند. کرت‌های خاکورزی متداول شامل یک مرحله شخم با گاوآهن برگردان‌دار و یک مرحله دیسک که در صورت لزوم تا دو مرحله تکرار شده و پس از آن با دستگاه عمیق‌کار گشت‌گستر عملیات کاشت صورت پذیرفت. در این تحقیق از هیچ نوع کودی استفاده نشد. وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام گرفت. فشردگی خاک با دستگاه فروسنج مخروطی در مرحله‌ی گلدهی در چهار عمق (10-0، 20-11، 30-21، 40-31 سانتی‌متری) خاک اندازه‌گیری شد. صفات مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در بوته و وزن صددانه بود. در پایان آزمایش، چهار مترمربع از هر واحد آزمایشی با حذف اثر حاشیه برداشت شد. پس از خشک شدن، وزن بخش هوایی برای عملکرد بیولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفت. بعد از محاسبه عملکرد بیولوژیک، محصول خرمنکوبی شده و عملکرد دانه محاسبه گردید. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت 10 بوته جمع‌آوری گردید و تعداد غلاف‌ها و دانه‌های آن‌ها شمارش شدند. برای اندازه‌گیری وزن صد دانه، از هر واحد آزمایشی 5 نمونه صدتایی به‌طور تصادفی جدا و پس از توزین میانگین وزن صد دانه آن‌ها محاسبه شد.

بعد از جمع‌آوری داده‌های خام، آزمون نرمال بودن داده‌ها بر اساس روش کولموگروف‌اسمیرنوف انجام گرفت و سپس تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به هر صفت با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. اطلاعات هواشناسی و خصوصیات خاک محل اجرای طرح به‌ترتیب در جداول 1 و 2 ارائه شده است.

جدول 1- اطلاعات هواشناسی محل اجرای طرح در سال زراعی 1397-1396

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
بارندگی (میلی‌متر)	8/6	203/8	48/1	25/6	54/4	96/2	161/3	54/6	0/3
حداکثر دما (درجه‌ی سلسیوس)	34/6	27/5	17/3	17/6	18/1	21	21/3	31/7	35/8
متوسط دما (درجه‌ی سلسیوس)	20/1	11	4/7	4/7	4/2	9/8	10/2	16/5	21/9
حداقل دما (درجه‌ی سلسیوس)	5/3	-0/4	-8/2	-6/5	-8/6	-2/3	-1/7	1/7	6/1
رطوبت (درصد)	27	66	65	59	58	54	59	57	31

جدول 2- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

اسیدیته (pH)	نیتروژن (٪)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	بافت خاک
7/9	0/04	4/3	190	9	45	45	Clay

نتایج و بحث

عملکرد دانه

در جدول 3 نتایج تجزیه واریانس اثر بقایا و سیستم خاک‌ورزی بر عملکرد دانه نخود آورده شده است. نتایج نشان داد که اثر بقایا و سیستم خاک‌ورزی و همچنین، اثر متقابل بقایا و سیستم خاک‌ورزی بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین اثر بقایا و سیستم خاک‌ورزی بر عملکرد دانه نخود نشان داد (جدول 4) که بالاترین عملکرد نخود 1036 کیلوگرم در هکتار برای تیمار یک تن بقایا و سیستم بدون خاک‌ورزی به دست آمد. در هر سه وضعیت از میزان بقایا در مزرعه با افزایش شدت خاک‌ورزی میزان عملکرد دانه افت پیدا کرد. سیستم بدون خاک‌ورزی در مقایسه با سیستم‌های خاک‌ورزی کاهشی و خاک‌ورزی مرسوم دارای عملکرد بهتری است. چقازردی و همکاران (1394) در بررسی عملکرد نخود دیم گزارش کردند که دسترسی گیاه به آب یکی از عواملی اساسی در افزایش عملکرد محصول است. هم‌چنین محققین دیگری مانند سلامی و همکاران (1396)، Mu *et al*., (2016) و Meena *et al*., (2015) در تحقیقات خود نتایج مشابه تحقیق حاضر را گزارش نمودند. از طرفی چون وجود بقایا در سطح مزرعه در کوتاه مدت مواد آلی خاک را تحت تأثیر قرار نداد. لذا این نتیجه گرفته شد که مهم‌ترین پارامتر بر افزایش عملکرد محصول نخود رطوبت خاک می‌باشد.

جدول 3- تجزیهٔ واریانس اثر میزان بقایا و عملیات خاک‌ورزی بر عملکرد و خصوصیات کیفی نخود

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	وزن صددانه	تعداد دانه در بوته
تکرار	2	7125/9**	16781/32**	0/117^{ns}	1/37^{ns}
بقایا	2	241/370^{ns}	1198/218^{ns}	3/217**	1/037^{ns}
خطای اول	4	84/815	812/25	0/035	7/204
خاک‌ورزی	2	3/370^{ns}	146/11^{ns}	51/19**	15/259^{ns}
خطای دوم	2	137/56	1056/63	0/223	13/670
بقایا×خاک‌ورزی	4	52/259^{ns}	4/097^{ns}	0/416*	0/926^{ns}
خطای سوم	8	397/41	5134/43	0/061	7/815
ضریب تغییرات٪		1/94	2/35	0/83	9/28

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 1 و 5 درصد و ns غیر معنی‌دار

جدول 4- مقایسه میانگین اثرات میزان بقایا و عملیات خاک‌ورزی بر ویژگی‌های نخود

میزان بقایا	سیستم خاک‌ورزی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	وزن صددانه	تعداد دانه در بوته
	NT	1027^{A}	3039^{A}	31/33^{B}	31^{A}
R0	RT	1025^{A}	3035^{A}	29/30^{D}	30^{A}
	CT	1023^{A}	3031^{A}	27/23^{F}	29/67^{A}
	NT	1036^{A}	3062^{A}	32/97^{A}	32/67^{A}
R1	RT	1032^{A}	3055^{A}	30/27^{C}	30^{A}
	CT	1032^{A}	3052^{A}	27/83^{E}	29/33^{A}
	NT	1028^{A}	3049^{A}	31/40^{B}	31/67^{A}
R2	RT	1026^{A}	3045^{A}	29/67^{D}	29/33^{A}
	CT	1026^{A}	3042^{A}	27/37^{F}	29^{A}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

R0: بدون بقایا، R1: یک تن بقایا در هکتار، R2: دو تن بقایا در هکتار، NT: بدون خاک‌ورزی، RT: خاک‌ورزی کاهشی، CT: خاک‌ورزی مرسوم

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس اثر بقایا و سیستم خاک‌ورزی بر عملکرد بیولوژیک نخود و همچنین، مقایسه میانگین تیمارهای

مختلف بقایا و سیستم‌های خاک‌ورزی در جدول های 3 و 4 آورده شده است. نتایج نشان داد که اثربقایا و سیستم‌های خاک‌ورزی و هم‌چنین اثر متقابل آنها بر عملکرد بیولوژیک نخود معنی‌دار نبود. عملکرد بیولوژیک نخود در یک دوره یکساله تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و بقایا قرار نگرفت به طوری که با کاهش عملیات خاک‌ورزی، عملکرد بیولوژیک افزایش یافت که این موضوع در تحقیق سلامی و همکاران (1396)، مهین خواه و همکاران (1394) و Banjara *et al*., (2017) گزارش شده است. Singh *et al*., (2004) در تحقیقی که اثرات بقایای گیاهی را بر روی عملکرد گندم بررسی کردند، گزارش نمودند که افزایش بقایا از حد مشخصی در سطح مزرعه سبب افت و کاهش عملکرد محصول خواهد شد. نتایج نشان داد که با افزایش شدت خاک‌ورزی عملکرد بیولوژیک کاهش پیدا می‌کند و همچنین، بهترین تیمار وجود بقایا در سطح مزرعه یک تن بقایا در هکتار است. در تیمار یک تن بقایا و سیستم بدون خاک‌ورزی بیشترین ذخیره رطوبت در خاک مشاهده شد که عامل اصلی بالا بودن عملکرد محصول ناشی از وجود رطوبت بالا می‌باشد.

تعداد دانه در بوته

نتایج تجزیه واریانس اثر میزان بقایا و سیستم‌های خاک‌ورزی بر تعداد دانه در بوته در جدول 3 ارائه شده است. نتایج نشان داد که اثر بقایا و سیستم خاک‌ورزی و همچنین، اثر متقابل آن‌ها بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته برای تیمارهای مختلف در جدول 4 ارائه شده است که نشان می‌دهد اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود ندارد. سپیده دم و رمرودی (1394) در تحقیقی اثرات سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر تعداد دانه در سنبله گندم را بررسی کردند و گزارش نمودند که تعداد دانه در سنبله مستقل از سیستم خاک‌ورزی بوده و همچنین Maleck and Blecharczyk (2006) گزارش نمودند که سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در کوتاه مدت بر تعداد دانه در سنبله جو تأثیر معنی‌داری نداشت. براساس یافته‌های پژوهشگران اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و حفظ بقایا در سطح مزرعه در یک دوره چند ساله اثر خود را روی عملکرد محصول نشان می‌دهد و در یک دوره مطالعاتی یک ساله اثر اعمال تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و بقایا بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی محصولات زراعی معنی‌دار نیست (Ramroudi *et al*., 2011).

وزن 100 دانه

در جدول 3-7 نتایج تجزیه واریانس اثر بقایا و سیستم‌های خاک‌ورزی بر وزن 100 دانه نخود آورده شده است. وزن 100 دانه تحت تأثیر معنی‌دار میزان بقایا و سیستم‌های خاک‌ورزی ($p\leq0/01$) قرار گرفت. اثر متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و میزان بقایا بر وزن 100 دانه در سطح احتمال 5 درصد ($p\leq0/05$) معنی‌داری گردید. با افزایش شدت خاک‌ورزی وزن 100 دانه به ازای میزان بقایای یکسان کاهش پیدا کرد. هم‌چنین در شرایط خاک‌ورزی یکسان بیشترین وزن 100 دانه در تیمار یک تن بقایا در هکتار به دست آمد. بالاترین وزن 100 دانه نخود در تیمار یک تن بقایا و عملیات بدون خاک‌ورزی به مقدار 32/97 گرم و کمترین وزن 100 دانه در تیمارهای بدون بقایا و خاک‌ورزی مرسوم و دو تن بقایا و خاک‌ورزی مرسوم به مقدار 27 گرم به دست آمد. وزن 100 دانه نخود به طور مستقیم تابعی از عملکرد دانه است که این موضوع توسط Kayan *et al*., (2017) و سپیده دم و رمرودی (1394) نیز گزارش شده است. دلیل بالا بودن وزن 100 دانه در تیمار یک تن بقایا و سیستم بدون خاک‌ورزی حفظ رطوبت خاک و داشتن بیشترین مقدار رطوبت در این تیمار نسبت به سایر تیمارها است.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این آزمایش تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و بقایا تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نداشتند. اما، با کاهش شدت خاک‌ورزی، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با یک روند صعودی افزایش یافتند و تیمار یک تن بقایا و عدم خاک‌ورزی بیشترین عملکرد در هکتار بود. بالاترین عملکرد نخود 1036 کیلوگرم در هکتار برای تیمار یک تن بقایا و سیستم بدون خاک‌ورزی به دست آمد. بالاترین وزن 100 دانه نخود در تیمار یک تن بقایا و عملیات بدون خاک‌ورزی به مقدار 32/97 گرم و کمترین وزن 100 دانه در تیمارهای بدون بقایا و خاک‌ورزی مرسوم و دو تن بقایا و خاک‌ورزی مرسوم به مقدار 27 گرم به دست آمد. در نهایت می‌توان گفت تیمار توام عدم خاک‌ورزی و کاربرد یک تن بقایا نسبت به سایر تیمارها ویژگی‌های مثبت بیشتری داشت.

پیشنهادها

با توجه به نتایج این تحقیق و لزوم شناخت بهتر اثرات متقابل سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایا موارد زیر به‌عنوان چشم‌انداز در تحقیقات آتی پیشنهاد می‌گردد:

بررسی اثر حفظ بقایا بر رشد نخود در آزمایش‌های چندساله

بررسی اثر آللوپاتی بقایای گندم بر رشد گیاه نخود

بررسی تأثیر آبیاری و بارندگی‌های فصلی بر کارایی استفاده از سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت بقایا

منابع

بلالی، ح.، و منتشلو، م. 1394. بررسی وضعیت شاخص‌های پایداری کشاورزی در اثر کاهش یارانه‌های سوخت (مطالعه موردی دشت قروه). نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد 29، شماره 2، صفحات 158-150.

مهین خواه، م. 1394. تأثیر سطوح مختلف بقایا، روش‌های خاک‌ورزی و وزن چرخ فشار دهنده بر عملکرد نخود دیم. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی ورامین، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ورامین، صفحه 12.

نوری، س. ه. ا.، جمشیدی، ع.ر.، جمشیدی، م.، هدایتی مقدم، ز. و فتحی، ع. 1393. بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش اقدامات حفاظتی خاک، گامی در جهت توسعه پایدار کشاورزی (مطالعه موردی: شهرستان شیروان و چرداول). تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، جلد 45، شماره 1، صفحات 205-195.

سلامی، م.ر.، رضوانی مقدم، پ.، شریفی، ح.ر.، قائمی، ع.ر. و نصیری محلاتی، م. 1396. تأثیر انواع سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی چغندرقند (*Beta vulgaris*) بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivum*). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 15، شماره 3، صفحات 675-663.

سپیده دم، س. و رمرودی، م. 1394. تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه گندم. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی، جلد 2، شماره 2، صفحات 46-33.

چقازردی، ح.ر.، جهانسوز، م.ر.، احمدی، ع. و گرجی، م. 1394. تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود وگندم و ویژگی‌های فیزیکی خاک در شرایط دیم کرمانشاه. علوم گیاهان زراعی ایران، جلد 64، شماره 6، صفحات 244-236.

Du Prezz, C.C., Steyn, J.T., and Kotze, E. (2001). Long-term effects of wheat residue management on some fertility indicators of a semi-arid plinth sol, *Soil and Tillage Research*. 63(1-2): 25–33.

FAOSTAT.http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD

Van Duivenbooden, N. (2000). Cropping systems and crop complementarity in dryland agriculture to increase soil water use efficiency: a review, *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*. 48(3): 213-236.

Izaurralde, R.C., McGill, W.B., Robertson, J.A., Juma, N.G., and Thurston, J.J. (2001). Carbon balance of the Breton classical plots over half a century, *Soil Science Society of America Journal*. 65(2): 431-441.

Mu, X., Zhao, Y., Liu, K., Ji, B., Guo, H., Xue, Z., and Li, C. (2016). Responses of soil properties, root growth and crop yield to tillage and crop residue management in a wheat–maize cropping system on the North China Plain, *European journal of agronomy*. 78: 32-43.

Meena, J.R., Behera, U.K., Chakraborty, D., and Sharma, A.R. (2015). Tillage and residue management effect on soil properties, crop performance and energy relations in greengram (*Vigna radiata* L.) under maize-based cropping systems, *International Soil and Water Conservation Research*. 3(4): 261-272.

Banjara, T.J., Pali, G.P., Tigga, B.K., Kumar, S., and Shori, A. (2017). Effect of Different Tillage Practices on Growth, Yield and Economics of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under Rainfed Condition, *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(2): 1464-1470.

Singh, Y., Ladha, J. K., Khind, C. S., and Bueno, C. S. (2004). Effects of residue decomposition on productivity and soil fertility in rice- wheat rotation, *Soil Science Society of America Journal*. 68: 854-864.

Kayan, N., Kutlu, I., Ayter, N.G., and Adak, M.S. (2017). Effects of Different Tillage Systems and Soil Residual Nitrogen on Chickpea Yield and Yield Components in Rotation with Wheat under Dry Farming Areas, *International Journal of Agriculture and Biology*. 19(3): 517-522.

Maleck, I., and Blecharczyk, A. (2006). Effect of tillage system, mulches and nitrogen fertihzation on spring barely (*Hordeum Vulgare* L.), *Agronomy Research*. 6(2): 517-529.

Ramroudi, M., Majnoun Hosseini, N., Hossenzadeh, H., Mazahei, D., and Hosseini, M.B. (2011). Effects of cover crops, tillage systems and nitrogen fertilizer on soil properties and yield of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.), *Agronomy Journal*. 92: 19-23.