

بررسی اثر کاربرد سطوح مختلف محلول فعال زیستی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه نخود در شرایط معتدل سرد دیم

علی رسائی*^۱، سعید جلالی هنرمند^۲ و مختار داشادی^۳

۱ و ۳) استادیار پژوهش، معاونت سرارود، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.

۲) دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

* نویسنده مسئول: a.rasaei@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۲

چکیده

جایگزینی نهاده‌های زیستی به جای نهاده‌های شیمیایی یکی از اصول کشاورزی ارگانیک است. این آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزارع تحقیقاتی معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود از پاییز سال ۱۳۹۹ به مدت دو سال اجرا شد. در این آزمایش ۱۳ تیمار کاربرد غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ لیتر از کود محلول فعال زیستی در سه مرحله ابتدای رشد رویشی، ابتدای غلاف‌دهی و ابتدای رشد رویشی + ابتدای غلاف‌دهی به همراه تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم منصور بررسی گردید. نتایج نشان داد عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه تحت اثر محلول‌پاشی قرار گرفتند. غلظت ۱ و ۱/۵ لیتر در هکتار از محلول مورد نظر در دو مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی بیش‌ترین اثر را بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود داشت. با کاربرد غلظت یک لیتر در هکتار از محلول فعال زیستی در دو مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی عملکرد دانه با میانگین ۷۷۴/۸ کیلوگرم در هکتار، تعداد ۱۳/۶ غلاف در بوته، ۰/۹۵ دانه در بوته و وزن صد دانه ۳۵/۱ گرم نسبت به شاهد برتری داشتند. بنابراین استفاده از غلظت یک لیتر در هکتار با توجه به صرفه اقتصادی آن نسبت به غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار به عنوان بهترین غلظت محلول فعال زیستی برای بهبود عملکرد و اجزای عملکرد نخود توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: محلول فعال زیستی، مرحله رشد، نخود، عملکرد و اجزای عملکرد.

مقدمه

استان کرمانشاه دارای ۷۴۱۵۴۱ هکتار زمین زراعی می‌باشد که ۱۷۱۸۹۱ هکتار آن آبی و ۵۶۹۶۵۰ هکتار به‌صورت دیم می‌باشد. از این مقدار ۱۴۱۰۰۹ هکتار زیرکشت نخود قرار گرفته که با تولید ۶۵۲۳۴ تن (تقریباً ۴۰ درصد تولید نخود کشور) از لحاظ سطح زیرکشت و تولید در بین استان‌ها مقام اول را دارد و به این علت گیاه نخود در تناوب با گندم در زمین‌های دیم استان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۰-۱۳۹۹). نخود به‌دلیل غنی بودن از مواد غذایی با ارزش از جمله پروتئین، به‌عنوان یکی از منابع مهم غذایی در دنیا به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود (حسینیان و همکاران، ۱۳۹۷؛ داشادی و رسایی، ۱۳۹۹). هم‌چنین به‌خاطر داشتن ویژگی منحصربه‌فرد هم‌زیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در ریشه آن‌ها، در حاصل‌خیزی خاک مؤثر بوده و سالانه مقدار زیادی نیتروژن بعد از برداشت این محصول به خاک افزوده می‌شود (میرزایی‌حیدری، ۱۴۰۰؛ پزشکیور و همکاران، ۱۳۹۳). نخود توانایی تثبیت ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در خاک‌های کشورمان را در صورت مساعد بودن شرایط دارد (پزشکیور و همکاران، ۱۳۹۴). رشد روز افزون جمعیت و تأمین غذای سالم، مستلزم استفاده آگاهانه از کودهای شیمیایی می‌باشد. طی چند دهه اخیر مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید، پیامدهای زیست‌محیطی نامطلوبی را در افزایش آلودگی منابع آب و خاک به‌همراه داشته‌است (ارشدی و همکاران، ۱۳۹۹؛ Khan et al., 2018). این در حالی است که تولید و مصرف کودهای آلی و بیولوژیک به‌عنوان مهم‌ترین رویکرد در زمینه کشاورزی پایدار مطرح می‌گردد که علاوه بر افزایش حاصل‌خیزی خاک، اثرهای منفی حاصل از کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد (جاسمی و همکاران، ۱۳۸۹؛ ظفری و همکاران، ۱۳۹۸). استفاده از ترکیبات ارگانیک یکی از راه‌های بازگشت مواد طبیعی و آلی به چرخه تولید است. در نتیجه آن نه‌تنها ضایعات و بقایای گیاهی به چرخه تولید برمی‌گردند بلکه صرفه‌جویی اقتصادی قابل ملاحظه‌ای نیز بدلیل عدم تولید و مصرف کودهای شیمیایی به دست خواهد آمد و از آلودگی‌های زیست‌محیطی جلوگیری کرده و از سلامت بیش‌تری برخوردار است. از این‌رو برای تأمین نیازهای تغذیه‌ای گیاه و توجه به تولید پایدار در کشاورزی، استفاده از کودهای آلی، در نیل به اهداف کشاورزی پایدار می‌تواند کارگشا باشد (Roussos et al., 2017؛ GarciaPalacios et al., 2019). احمدپور و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه‌ای نشان دادند که می‌توان از کود آلی کمپوست در جهت کاهش اثرهای منفی تنش خشکی در گیاه عدس به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد استفاده کرد. در آزمایش کاربرد کودهای آلی و زیستی بر عملکرد و برخی صفات زراعی لوبیا سفید مشخص شد برهم‌کنش کودهای آلی و زیستی بر صفات تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، تعداد روز تا رسیدگی بوته، درصد نیتروژن، مقدار فسفر جذب شده توسط بوته و کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن معنی‌دار بود (عرب‌نیاسر و همکاران، ۱۳۹۸). در بررسی اثر دود بر

برخی از شاخص‌های رشدی گیاه توت‌روباه (*Sanguisorba minor* L.)، نتایج نشان داد که غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۰۱ عصاره دودی، بیش‌تر شاخص‌های رشدی گیاه توت‌روباهی را به‌طور معنی‌دار، افزایش دادند. دود آئروسول، همه شاخص‌های مورد مطالعه (به جز تعداد برگ در بوته) گیاه توت‌روباهی را بهبود بخشید (مهرشاد و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعه‌ای اثر کاربرد کود آلی هیومیک‌اسید به شکل محلول‌پاشی بر نخود مقدار نسبی آب برگ، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و مقدار فسفر گیاه بهبود یافت (ویسی و همکاران، ۱۳۹۷؛ Rasaei et al., 2012). با توجه به اهمیت کشت نخود در دیم‌زارهای استان کرمانشاه، بررسی تغذیه مناسب این گیاه با کود آلی تازه سنتز شده به‌منظور کاهش افت عملکرد ناشی از تنش‌های خشکی و گرما از اهمیت اجرای این آزمایش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۲ متر با آب و هوای سرد و معتدل از پاییز ۱۳۹۹ به مدت دو سال اجرا شد. آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بود. هر تکرار شامل ۱۳ تیمار بود (جدول ۱).

جدول ۱: ترکیبات تیماری استفاده شده در آزمایش

ردیف	ترکیب تیمار	ردیف	ترکیب تیمار
۱	غلظت نیم لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف‌دهی نخود	۸	غلظت ۲ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف‌دهی نخود
۲	غلظت ۱ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی نخود	۹	غلظت نیم لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی نخود
۳	غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی نخود	۱۰	غلظت ۱ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی نخود
۴	غلظت ۲ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی نخود	۱۱	غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی نخود
۵	غلظت نیم لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف‌دهی نخود	۱۲	غلظت ۲ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی نخود
۶	غلظت ۱ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف‌دهی نخود	۱۳	شاهد (عدم محلول‌پاشی)
۷	غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف‌دهی نخود	-	-

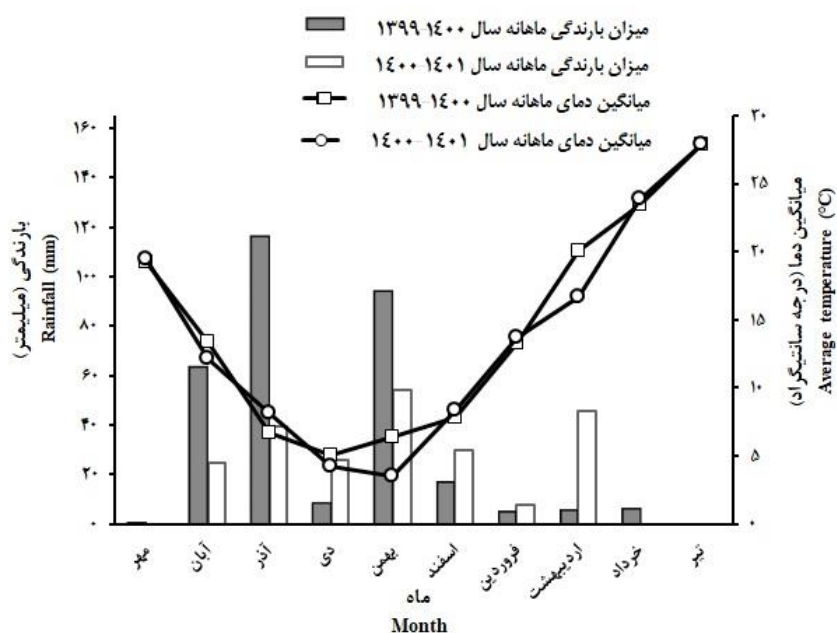
رقم نخود کشت شده در این آزمایش رقم منصور با تراکم کاشت ۸۵ کیلوگرم در هکتار و فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر با ماشین بذرکار مدل آسکه ۲۲۰۰ و به شکل مستقیم (کشت حفاظتی) و در تناوب با گندم کشت شد. هر کرت شامل ۱۰ خط کشت با طول شش متر بود. فرآیند تهیه محلول ارگانیک محرک رشد از بقایای گیاهی با شماره ثبت اختراع "۱۰۰۷۳۷" توسط دستگاه تولید ترکیبات بیواکتیو گیاهی با شماره ثبت اختراع "۹۹۰۱۹" در پردیس کشاورزی و منابع

طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شد. این محلول حاوی ترکیبات فعالی است که موجب تحریک رشد و نمو گیاهان شده و می‌تواند عملکرد گیاهان را افزایش دهد. در هر مرحله یک مرتبه محلول‌پاشی صورت گرفت.

در مرحله داشت کلیه عملیات زراعی از قبیل وجین، مبارزه با آفات و علف‌های هرز انجام شد. در این آزمایش جهت تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کشت نمونه‌برداری انجام گرفت. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. همچنین وضعیت بارندگی و دمای سال‌های آزمایش در مقایسه با وضعیت پنج سال قبل آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۲: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

کربن آلی (درصد)	پتاسیم	فسفر	آهن	روی	مس	منگنز	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	بافت	عمق (سانتی‌متر)
۱/۰۴	۴۸۰	۱۳	۶/۱۴	۱/۳	۰/۳۴	۹/۴	۷/۵۱	۱/۲۱	سیلتی-لوم	۰-۳۰



شکل ۱: میزان بارندگی (میلی‌متر) و میانگین دمای ماهیانه (درجه سانتی‌گراد) سال‌های اجرای آزمایش ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و ۱۴۰۰-۱۴۰۱ و پنج سال پیش از آزمایش (۱۳۹۴-۹۹).

برای نخود صفاتی مانند تعداد غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. پیش از برداشت از هر کرت پنج بوته نمونه تصادفی گرفته شد و از میانگین آن‌ها تعداد غلاف در بوته به‌دست آمد. همچنین با شمارش تعداد دانه در ۲۰ غلاف از پنج بوته برداشت شده میانگین تعداد دانه در غلاف نیز محاسبه شد. جهت یک‌نواختی در زمان برداشت کل بوته‌های هشت خط وسط از هر کرت برداشت شدند که بعد از توزین

عملکرد بیولوژیک به دست آمد. سپس خرمن کوبی و بوجاری انجام شد و عملکرد نهایی دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بر حسب درصد و عملکرد کاه از تفاضل عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک به دست آمد. وزن صد دانه نیز با میانگین وزن دو دسته صدماتی بذر از هر کرت بر حسب گرم محاسبه شد. نرمال بودن و تجزیه واریانس داده‌ها به ترتیب به وسیله نرم افزارهای آماری SPSS 16.0 و SAS v9 انجام شد. مقایسات میانگین داده‌ها براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. لازم به ذکر است چون آزمایش دو ساله اجرا شده است و عامل سال یک متغیر تصادفی است، بنابراین تجزیه مرکب در سال و براساس امید ریاضی انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین عملکرد دانه در دو سال آزمایش تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳). عملکرد دانه در سال دوم آزمایش با میانگین $581/6$ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با میانگین $447/1$ کیلوگرم در هکتار بیش‌تر بود (جدول ۴). اثر محلول فعال زیستی بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد اما برهم‌کنش سال $\times$ محلول فعال زیستی معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارها نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه به ترتیب با مقادیر $774/8$ و $768/5$ کیلوگرم در هکتار در سال دوم با محلول پاشی ۱ و $1/5$ لیتر در هکتار محلول فعال زیستی در دو مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی به دست آمد و کم‌ترین میانگین عملکرد دانه با میانگین $365/6$ کیلوگرم در هکتار در سال اول و تیمار شاهد تولید شد (جدول ۶).

عملکرد بیولوژیک

اثر ساده سال بر عملکرد بیولوژیک و محلول فعال زیستی معنی‌دار بود اما برهم‌کنش سال در محلول فعال زیستی معنی‌دار نشد (جدول ۳). بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک با میانگین $1430/2$ کیلوگرم در هکتار در سال دوم آزمایش تولید شد (جدول ۴). بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک با میانگین‌های $1769/3$ کیلوگرم در هکتار با کاربرد $1/5$ لیتر در هکتار محلول فعال زیستی در دو مرحله رشد و نمو به دست آمد که نسبت به عدم کاربرد محلول با میانگین عملکرد $1087/6$ کیلوگرم در هکتار $38/5$ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵).

عملکرد کاه

اثر ساده سال و برهم‌کنش سال در محلول فعال زیستی برای صفت عملکرد کاه معنی‌دار نبود. اما اثر ساده محلول پاشی

معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد کاه با میانگین ۱۱۸۸/۸ کیلوگرم در هکتار با محلول پاشی ۱/۵ لیتر از محلول فعال زیستی در دو مرحله رشد و نمو به دست آمد (جدول ۵).

جدول ۳: تجزیه واریانس اثرهای محلول فعال زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

میانگین مربعات (MS)						درجه آزادی	منابع تغییرات (S.O.V)
شاخص برداشت	وزن صد دانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در بوته	عملکرد کاه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	سال (y)
۱۶۹/۸*	۵۱۴/۴**	۰/۰۲ ^{ns}	۵۹/۶*	۱۸۴۶۹۰/۰ ^{ns}	۱۰۴۸۱۹۹/۶*	۳۵۲۹۷۵/۱**	۱
۱۵/۱ ^{ns}	۱۹/۷ ^{ns}	۰/۰۵*	۴/۲ ^{ns}	۴۷۲۲۴/۴ ^{ns}	۱۰۴۳۰۳/۳ ^{ns}	۱۳۰۰۴/۶ ^{ns}	۴
۵۹/۸ ^{ns}	۴۰/۸*	۰/۰۴**	۱۴/۵**	۱۱۶۶۷۰/۷*	۲۱۴۳۰۳/۶*	۲۵۸۹۷/۹ ^{ns}	۱۲
۴۸/۶*	۱۴/۶ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۱/۳ ^{ns}	۴۰۰۹۴/۵ ^{ns}	۷۱۲۲۸/۴ ^{ns}	۱۵۵۵۲/۸**	۱۲
۲۰/۶	۱۱/۳	۰/۰۲	۲/۸	۲۵۱۹۶/۵	۴۴۳۱۹/۳	۶۰۱۶/۹	۴۸
۱۱/۵۱۱	۱۱/۶۹۷	۱۶/۵۶۴	۱۵/۴۴۳	۱۹/۸۴۲	۱۶/۰۱۶	۱۵/۰۷۹	-

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج یک درصد.

جدول ۴: تفاوت میانگین بین عملکرد و اجزای عملکرد نخود در دو سال آزمایش

سال	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غلاف در بوته	وزن صد دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
سال اول	۴۴۷/۱ ^b	۱۱۹۸/۴ ^b	۹/۹ ^b	۲۶/۳ ^b	۳۷/۹ ^b
سال دوم	۵۸۱/۶ ^a	۱۴۳۰/۳ ^a	۱۱/۷ ^a	۳۱/۳ ^a	۴۰/۸ ^a
LSD5%	۷۱/۷	۲۰۳/۰۶	۱/۲۹	۲/۷۹	۲/۴۴

تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در بوته اثر ساده سال و محلول پاشی معنی دار شد اما برهم کنش بین آن‌ها معنی دار نبود (جدول ۳). بیشترین تعداد غلاف در بوته با میانگین ۱۱/۷ در سال دوم و برای محلول پاشی نیز با کاربرد به ترتیب ۱/۵ و ۱ لیتر در هکتار از محلول فعال زیستی در دو مرحله رشد و نمو به دست آمد که نسبت به شاهد با میانگین ۹/۰ غلاف در بوته ۳۶/۱ و ۳۳/۸ درصد افزایش نشان دادند (جدول‌های ۴ و ۵).

تعداد دانه در غلاف

برخلاف صفت تعداد غلاف در بوته برای صفت تعداد دانه در غلاف اثر سال و برهم کنش سال در محلول پاشی معنی دار نشد. اما اثر ساده محلول پاشی معنی دار بود (جدول ۳). به طوری که کاربرد یک لیتر در هکتار از محلول در دو مرحله رشد و نمو توانست ۳۱/۵ درصد تعداد دانه در غلاف را نسبت به شاهد افزایش دهد (جدول ۵).

وزن صد دانه

همانند صفت تعداد غلاف در بوته اثرهای ساده سال و محلول پاشی برای صفت وزن صد دانه معنی دار بود اما برهم کنش بین آن‌ها معنی دار نبود (جدول ۳). بیشترین وزن صد دانه در سال دوم و با میانگین ۳۱/۳ گرم به دست آمد (جدول ۴). همچنین بیشترین وزن صد دانه در تیمار محلول پاشی یک لیتر در هکتار از محلول در دو مرحله رشد و نمو با میانگین ۳۵/۱ گرم به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد که کمترین وزن صد دانه (۲۵/۱ گرم) را داشت ۲۸/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵).

شاخص برداشت

برای شاخص برداشت اثر ساده سال و برهم‌کنش سال در محلول‌پاشی معنی‌دار بود اما اثر ساده محلول‌پاشی معنی‌دار نشد (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، سهم پراکنش بارندگی در فصل بهار از میزان کل بارندگی ۳۱۶/۶ میلی‌متر در سال اول آزمایش ۵/۵ درصد بود (یعنی ۱۷/۴ میلی‌متر بارندگی در بهار سال اول آزمایش) در حالی که سهم پراکنش بارندگی در فصل بهار از میزان کل بارندگی ۲۲۷/۵ میلی‌متر در سال دوم ۲۳/۴ درصد بود (یعنی ۵۳/۲ میلی‌متر بارندگی در بهار سال دوم آزمایش). این در حالی است که میانگین دمای اردیبهشت ماه سال اول آزمایش بیش‌تر از سال دوم بود. نتایج نشان داد این عدم یکنواختی در توزیع بارندگی بین فصول در سال اول آزمایش به‌ویژه کاهش شدید آن در فصل بهار که مصادف با مرحله رشد رویشی سریع و مرحله زایشی (گلدهی و تشکیل دانه) در نخود است موجب کاهش میانگین عملکرد و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شده در سال اول نسبت به سال دوم آزمایش شد و این کاهش تفاوت معنی‌دار با سال دوم آزمایش داشت. همچنین بین ۱۲ تیمار محلول‌پاشی که شامل کاربرد غلظت‌های مختلف از محلول فعال زیستی در مراحل مختلف رشد و نمو نخود بود در مقایسه با شاهد (عدم محلول‌پاشی) باعث بهبود وضعیت گیاه شدند. اما بیش‌ترین مقادیر میانگین عملکرد دانه و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شده مربوط به محلول‌پاشی با غلظت‌های ۱ و ۱/۵ لیتر در هکتار از محلول‌مورد نظر در مراحل ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار با سایر غلظت‌ها و مراحل رشد و به‌ویژه شاهد داشتند. علت غیر معنی‌دار شدن یا اثر کمتر غلظت‌های ۰/۵ و ۲ لیتر در هکتار نسبت به ۱ و ۱/۵ لیتر در هکتار از محلول استفاده شده این است که ماده مؤثره این محلول شبه هورمونی است و از آنجایی که هورمون‌ها و شبه هورمون‌ها در یک غلظت مشخصی اثرگذاری مطلوب دارند، بنابراین غلظت‌های ۰/۵ و ۲ لیتر اثر معنی‌دار نداشتند، در آزمایش غلامی و همکاران (۱۳۹۷)، نتایج نشان داد که در هر سطح از کاربرد کود اوره، محلول‌پاشی با محلول فعال زیستی (دودآب) غلیظ‌تر موجب افزایش عملکرد دانه نسبت به دودآب با غلظت کمتر و شاهد شد. در آزمایش نوروزی شهری و همکاران (۱۴۰۰)، تجزیه آماری داده‌های آزمایش نشان داد کاربرد سطوح مختلف کود اوره و محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف محلول فعال زیستی (دودآب) به‌طور معنی‌داری بر عملکرد دانه گندم اثرگذار بود اما برهم‌کنش بین کود اوره و دودآب بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود. ممکن است دودآب دارای پتانسیل تحریک گلدهی یا بقای گلچه‌ها در گیاهان زراعی باشد. به‌نظر می‌آید افزایش عملکرد دانه ناشی از کاهش درصد مرگ گلچه‌ها به‌واسطه کاربرد دودآب در مرحله گلدهی باشد (نوروزی شهری و همکاران، ۱۳۹۷).

جدول ۵: مقایسه میانگین اثرهای ساده غلظت‌های مختلف محلول فعال زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه

محل‌پاشی	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	نسبت افزایش (درصد)	تعداد غلاف در بوته	نسبت افزایش (درصد)	تعداد دانه در بوته	نسبت افزایش (درصد)	وزن صد دانه (گرم)	نسبت افزایش (درصد)	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	نسبت افزایش (درصد)
۱	۱۱۶۸/۳ ^{cd}	۶/۹	۱۰/۰ ^{cde}	۱۰/۰	۰/۷۵ ^{def}	۱۳/۳	۲۶/۱ ^{cd}	۳/۸	۷۱۹/۸ ^{bc}	۲/۲
۲	۱۳۰۰/۱ ^{bcd}	۱۶/۳	۱۱/۳ ^{bc}	۱۹/۶	۰/۸۶ ^{abc}	۲۴/۴	۲۹/۱ ^{bcd}	۱۳/۷	۷۸۰/۰ ^{bc}	۸/۷
۳	۱۳۳۲/۹ ^{bcd}	۱۸/۴	۱۱/۷ ^b	۲۳/۱	۰/۸۳ ^{bcd}	۲۱/۷	۲۷/۴ ^{bcd}	۸/۴	۸۱۲/۴ ^{bc}	۱۲/۴
۴	۱۳۱۰/۱ ^{bcd}	۱۶/۹	۱۱/۰ ^{bc}	۱۸/۲	۰/۸۵ ^{abcd}	۲۳/۵	۲۹/۲ ^{bcd}	۱۴/۰	۷۸۶/۵ ^{bc}	۹/۵
۵	۱۱۹۴/۰ ^{cd}	۸/۹	۱۰/۱ ^{cde}	۱۰/۹	۰/۷۵ ^{def}	۱۳/۳	۲۷/۴ ^{bcd}	۸/۴	۷۱۸/۳ ^{bc}	۰/۹
۶	۱۵۵۸/۸ ^{ab}	۳۰/۲	۱۳/۶ ^a	۳۳/۸	۰/۹۵ ^a	۳۱/۶	۳۵/۱ ^a	۲۸/۵	۹۰۲/۹ ^b	۲۱/۲
۷	۱۴۶۲/۱ ^{abc}	۲۵/۶	۹/۵ ^{de}	۵/۳	۰/۷۵ ^{def}	۱۳/۳	۲۸/۶ ^{bcd}	۱۲/۲	۹۰۱/۴ ^b	۲۱/۱
۸	۱۲۸۷/۱ ^{bcd}	۱۵/۵	۱۰/۹ ^{bcd}	۱۷/۴	۰/۸۳ ^{bcd}	۲۱/۷	۲۸/۹ ^{bcd}	۱۳/۱	۷۷۳/۱ ^{bc}	۷/۹
۹	۱۷۶۹/۳ ^a	۳۸/۵	۱۴/۱ ^a	۳۶/۲	۰/۹۱ ^{ab}	۲۸/۶	۳۱/۸ ^{ab}	۲۱/۱	۱۱۸۸/۸ ^a	۴۰/۱
۱۰	۱۱۹۶/۴ ^{cd}	۹/۱	۱۰/۰ ^{cde}	۱۰/۰	۰/۷۶ ^{cde}	۱۴/۵	۲۷/۶ ^{bcd}	۹/۱	۷۱۷/۰ ^{bc}	۰/۷
۱۱	۱۱۲۱/۳ ^d	۲/۹	۹/۱ ^e	۱/۱	۰/۶۸ ^{ef}	۴/۴	۲۶/۹ ^{cd}	۶/۷	۶۳۱/۵ ^c	۱۲/۷
۱۲	۱۲۹۸/۹ ^{bcd}	۱۶/۲	۱۰/۶ ^{bcd}	۱۵/۱	۰/۸۱ ^{bcd}	۱۹/۷	۳۰/۶ ^{abc}	۱۷/۹	۷۷۲/۴ ^{bc}	۷/۹
۱۳	۱۰۸۷/۶ ^d	۰/۰	۹/۰ ^e	۰/۰	۰/۶۵ ^f	۰/۰	۲۵/۱ ^d	۰/۰	۷۱۱/۶ ^{bc}	۰/۰
LSD5%	۳۳۵/۷۳	-	۱/۴۴	-	۰/۱۱	-	۴/۸۰	-	۲۵۱/۸۸	-

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

۱- غلظت نیم لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی ۲- غلظت نیم لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف‌دهی ۳- غلظت نیم لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی ۴- غلظت ۱ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی ۵- غلظت ۱ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف‌دهی ۶- غلظت ۱ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی ۷- غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی ۸- غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف‌دهی ۹- غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی ۱۰- غلظت ۲ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی ۱۱- غلظت ۲ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف‌دهی ۱۲- غلظت ۲ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی و ۱۳- شاهد (عدم محلول‌پاشی)

افزایش فراهمی نیتروژن و غلظت‌های بالای دودآب با بهبود شاخص سطح برگ، جذب نور، کارایی مصرف نور و عملکرد وزن خشک کل موجب افزایش عملکرد دانه گندم شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین کارایی مصرف تشعشع (۶۵/۱ گرم بر مگاژول) در شرایط کاربرد ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار و محلول‌پاشی با غلظت یک درصد دودآب مشاهده گردید. هم‌چنین بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه (۹۲۲ گرم در مترمربع) در شرایط کاربرد ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار و غلظت یک درصد دودآب و کم‌ترین مقدار آن (۳۳۹ گرم در مترمربع) در شرایط کاربرد ۹۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار و محلول‌پاشی با آب

مقطر حاصل شد. محلول پاشی با غلظت یک درصد دودآب موجب افزایش ۶/۱۰ درصد عملکرد دانه در شرایط مصرف ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن نسبت به تیمار شاهد شد. به طور کلی نتایج نشان داد محلول پاشی با دودآب مقداری از نیاز گندم به عنصر نیتروژن را تامین کرد (نوروزی شهری و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول ۶: مقایسه میانگین برهم کنش سال و غلظت های مختلف محلول فعال زیستی بر عملکرد دانه و شاخص برداشت

شاخص برداشت	عملکرد دانه	شاخص برداشت	سال	محلول پاشی	محلول پاشی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
(درصد)	(کیلوگرم در هکتار)	(درصد)	سال	محلول پاشی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	(درصد)	(درصد)
۴۱/۰ ^{abcd}	۴۱۱/۹ ^{efghi}	۲۸/۰ ^{cde}	۱	۱	۵۱۷/۰ ^{cdefg}	۴۱/۰ ^{abcd}	
۴۲/۱ ^{abcd}	۴۴۹/۴ ^{efghi}	۳۷/۵ ^{cde}	۲	۲	۵۹۰/۷ ^{bc}	۴۲/۱ ^{abcd}	
۴۱/۳ ^{abcd}	۴۴۷/۹ ^{efghi}	۳۷/۴ ^{cde}	۳	۳	۵۹۳/۰ ^{bc}	۴۱/۳ ^{abcd}	
۴۲/۲ ^{abcd}	۴۵۲/۷ ^{efghi}	۳۷/۶ ^{cde}	۴	۴	۵۹۴/۲ ^{bc}	۴۲/۲ ^{abcd}	
۴۱/۴ ^{abcd}	۴۱۸/۷ ^{efghi}	۳۸/۰ ^{cde}	۵	۵	۵۳۳/۰ ^{bcdef}	۴۱/۴ ^{abcd}	
۴۰/۰ ^{bcde}	۵۳۷/۰ ^{bcdef}	۴۶/۶ ^{ab}	۶	۶	۷۷۴/۸ ^a	۴۰/۰ ^{bcde}	
۴۱/۳ ^{abcd}	۴۶۱/۸ ^{defghi}	۳۵/۴ ^{de}	۷	دوم	۶۵۹/۵ ^{ab}	۴۱/۳ ^{abcd}	اول
۴۲/۲ ^{abcd}	۴۴۰/۳ ^{efghi}	۳۷/۳ ^{cde}	۸	۸	۵۸۷/۶ ^{bcd}	۴۲/۲ ^{abcd}	
۳۹/۱ ^{bcde}	۳۹۲/۵ ^{ghi}	۲۵/۱ ^f	۹	۹	۷۶۸/۵ ^a	۳۹/۱ ^{bcde}	
۴۲/۰ ^{abcd}	۴۱۸ ^{efghi}	۳۷/۸ ^{cde}	۱۰	۱۰	۵۴۰/۷ ^{bcde}	۴۲/۰ ^{abcd}	
۴۰/۹ ^{abcd}	۴۸۲/۶ ^{cdefghi}	۴۷/۸ ^a	۱۱	۱۱	۴۹۶/۹ ^{cdefgh}	۴۰/۹ ^{abcd}	
۴۴/۷ ^{abc}	۵۳۳/۹ ^{bcdef}	۳۷/۹ ^{cde}	۱۲	۱۲	۵۱۹/۰ ^{cdefg}	۴۴/۷ ^{abc}	
۳۲/۹ ^e	۳۶۵/۶ ⁱ	۳۶/۶ ^{de}	۱۳	۱۳	۳۸۶/۵ ^{hi}	۳۲/۹ ^e	
۷/۴۴	۱۲۷/۳۴	۷/۴۴	-	LSD5%	۱۲۷/۳۴	۷/۴۴	LSD5%

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD)، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار با یکدیگر ندارند.

۱- غلظت نیم لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی ۲- غلظت نیم لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف دهی ۳- غلظت نیم لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف دهی ۴- غلظت ۱ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی ۵- غلظت ۱ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف دهی ۶- غلظت ۱ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف دهی ۷- غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی ۸- غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف دهی ۹- غلظت ۱/۵ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف دهی ۱۰- غلظت ۲ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی ۱۱- غلظت ۲ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در ابتدای غلاف دهی ۱۲- غلظت ۲ لیتر در هکتار محلول + کاربرد در مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف دهی و ۱۳- شاهد (عدم محلول پاشی)

به‌طور کلی نتایج نشان داد کاربرد ۱ تا ۱/۵ لیتر از محلول فعال زیستی سنتز شده از بقایای گیاهی به‌صورت محلول‌پاشی در دو مرحله ابتدای رشد رویشی و ابتدای غلاف‌دهی می‌تواند عملکرد و اجزای عملکرد نخود را در شرایط دیم بهبود ببخشد. اما با توجه به صرفه اقتصادی کاربرد غلظت ۱ لیتر در هکتار نسبت به ۱/۵ لیتر، بنابراین غلظت ۱ لیتر در هکتار از محلول فعال زیستی تازه سنتز شده برای تغذیه کودی نخود در دیم‌زارهای مناطق معتدل سرد توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی با کد مصوب ۱۵-۱۵-۲-۹۹۰۴۷۰-۰۰۶ است. بدین‌وسیله از زحمات تمام همکاران معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود که در اجرای این پروژه ما را یاری نمودند سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹. محصولات زراعی، جلد اول، وزارت جهاد کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات. ۱۰۰ ص.

احمدپور، ر.، آرمند، ن.، حسین زاده، س. ر.، و ریگی، گ. ۱۳۹۷. تأثیر کود کمپوست بر برخی پارامترهای فتوسنتزی در سه مرحله رشد گیاه عدس (*Lens culinaris Medik*) تحت تنش خشکی. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران). ۳۱ (۴): ۷۶۷-۷۸۰.

ارشدی، م. ج.، پارسا، م.، کلزبان، ا. و کافی، م. ۱۳۹۹. بررسی خصوصیات ریشه نخود (*Cicer arietinum*) تحت تیمارهای ریزوبیوم، میکوریزای آرباسکولار و شبه‌مایکوریزای داخلی در شرایط خاک استریل و غیراستریل. تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک. ۲۴ (۲): ۲۴۱-۲۵۴.

پزشکپور، پ. اردکانی، م. ر.، پاک‌نژاد، ف. وزان، س. ۱۳۹۳. اثر کاربرد ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی و حل‌کننده فسفات زیستی بر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد نخود. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۶ (۲۳): ۵۳-۶۵.

پزشکپور، پ. اردکانی، م. ر.، پاک‌نژاد، ف. وزان، س. ۱۳۹۴. تأثیر ورمی کمپوست و زیر سازواره‌های مایکوریزا و فسفات زیستی بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و درصد پروتئین دانه نخود به صورت کاشت پاییزه. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۷ (۲۲): ۱۹۰-۲۴۰.

جاسمی، خ.، اذریپوند، ح. و سیاری زهان، م. ح. ۱۳۸۹. مدیریت کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک در کشاورزی پایدار. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران. ص ۱۰-۱.

- حسینیان، ح. اکبری، ن. عیسوند، ح.م. اکبریور، ا. و سعیدی نیا، م. ۱۳۹۷. تأثیر تنش خشکی و محلول پاشی گلیسین بتائین بر مؤلفه‌های فتوسنتزی گیاه نخود. مدیریت آب و آبیاری، ۸ (۲): ۲۳۶-۲۲۷.
- داشادی، م. و رسایی، ع. ۱۳۹۹. بررسی سطوح مختلف مولیبدن و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۲ (۴۶): ۹۶-۸۱.
- ظفری، ج. رخزادی، ا. و طالبی، ر. ۱۳۹۸. اثر کودهای آلی و شیمیایی بر رشد و عملکرد ارقام نخود تحت شرایط دیم. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۱ (۴۲): ۱۰۳-۸۵.
- عرب‌نیاسر، ل.، میرزاخانی، م. و نوزاد نمین، ک. ۱۳۹۸. بررسی کارایی نیتروژن و عملکرد دانه لوبیا سفید تحت کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی. دانش کشاورزی و تولید پایدار (دانش کشاورزی). ۲۹ (۳): ۱۱-۱.
- غلامی، ب.، نوروزی شهری، ف.، مندنی، ف.، جلالی هنرمند، س. و سعیدی، م. ۱۳۹۷. بررسی برخی از شاخص‌های رشد و عملکرد دانه گندم در پاسخ به کاربرد کود اوره و دودآب. به‌زراعی کشاورزی. ۲۰ (۳): ۶۰۹-۶۲۶.
- میرزایی حیدری، م. ۱۴۰۰. بررسی اثر قارچ میکوریزا و آبیاری تکمیلی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) در فصل کشت پاییزه و بهاره در شرایط اقلیمی استان ایلام. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۳ (۵۰): ۴۵-۲۳.
- مهرشاد، ب.، حیدری، غ.، سهرابی، ی.، عبدالمهی، م. و موسوی، س. ۱۳۸۹. اثر دود بر برخی از شاخص‌های رشد گیاه توت روباهی (*Sanguisorba minor* L.). فصلنامه فناوری تولیدات گیاهی. ۲ (۲): ۴۰-۲۹.
- نوروزی شهری، ف.، غلامی، ب.، جلالی هنرمند، س.، مندنی، ف. و سعیدی، م. ۱۳۹۷. اثر محلول پاشی با دودآب و سطوح نیتروژن بر ویژگی‌های بوم شناختی فیزیولوژیک گندم (*Triticum aestivum* L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۶ (۲): ۴۵۹-۴۷۵.
- نوروزی شهری، ف.، جلالی هنرمند، س.، سعیدی، م. و مندنی، ف. ۱۳۹۹. ارزیابی کاربرد فیتوهورمون‌های رشد و غلظت‌های مختلف دودآب بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد بیولوژیک گیاهان دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) و ریحان (*Ocimum basilicum*). به‌زراعی کشاورزی. ۲۲ (۱): ۱۰۲-۸۹.

نوروزی شهری، ف.، جلالی هنرمند، س.، سعیدی، م. و مندنی، ف. ۱۴۰۰. مطالعه برخی از صفات بیوشیمیایی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicam*) تحت کاربرد فیتوهورمون‌ها و شبه فیتوهورمون‌های رشد. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۱۰(۴۲): ۱۸۹-۲۱۰.

ویسی، ا. پاساری، ب. و رخزادی، ا. ۱۳۹۷. بررسی اثر اسید هیومیک و نانوکودهای ریزمغذی بر واکنش نخود (*Cicer arietinum* L) دیم در کشت پاییزه. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۰(۴۰): ۹۳-۱۱۰.

García-Palacios, P., Alarcón, M. R., Tenorio, J. L., & Moreno, S. S. 2019. Ecological intensification of agriculture in drylands. *Journal of Arid Environments*. 167: 101-105.

Khan, M. N., Mobin, M., Abbas, Z. K. and Alamri, S. A. 2018. Fertilizers and their contaminants in soils, surface and groundwater. *Encyclopedia of Anthropocene*. 5: 225-240.

Rasaei, B., Ghobadi, M.E., Ghobadi, M., Nadjaphy, A. and Rasaei, A. 2012. The study effects of some biological agents on Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under semi-dry conditions in Kermanshah. *European Journal of Experimental Biology*. 2(4): 1113-1118.

Roussos, P. A., Gasparatos, D., Kechrologou, K., Katsenos, P. and Bouchagier, P. 2017. Impact of organic fertilization on soil properties, plant physiology and yield in two newly planted olive (*Olea europaea* L.) cultivars under Mediterranean conditions. *Scientia Horticulturae*, 220: 11- 19.