



مجله پژوهش های به زراعی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری
جلد ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴



مجله پژوهش های به زراعی

به استناد نامه شماره ۸۷/۴۹۱۴۸۴ مورخ ۸۹/۱۲/۱۱ کمیسیون بررسی و تأیید مجلات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، این فصلنامه منتشر شده است.

✎ ویراستاران علمی این شماره (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر محمد آرمین
دکتر علیرضا پاژکی
دکتر منوچهر جم نژاد
دکتر حسن حبیبی
دکتر ابوالفضل رشیدی اصل
دکتر حسین زاهدی
دکتر امید صادقی پور
دکتر پورنگ کسرائی
دکتر مانی مجدم
دکتر رضا منعم
دکتر خداداد مصطفوی

✎✎✎✎✎✎✎✎✎✎

✎ ویراستار علمی: دکتر علیرضا پاژکی

✎ ویراستاران انگلیسی: دکتر علیرضا پاژکی

دکتر ابوالفضل رشیدی اصل

دکتر امید صادقی پور

✎ ویراستار ادبی: دکتر علیرضا پاژکی

✎ صفحه آرا: محمود اکبری دهکردی

✎ طرح روی جلد: ناصر معماری

✎ کارشناس امور فنی: محمود اکبری دهکردی

✎ لیتوگرافی، چاپ و صحافی:

سازمان چاپ و توزیع دانشگاه آزاد اسلامی

✎ صاحب امتیاز: دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری

✎ مدیر مسئول: دکتر امید صادقی پور

✎ سردبیر: دکتر علیرضا پاژکی

✎ مدیر داخلی: دکتر ابوالفضل رشیدی اصل

✎✎✎✎✎✎✎✎✎✎

✎ شورای تحریریه (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر حسن رضا اعتباریان (استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری)

دکتر حمید ایران نژاد (استاد دانشگاه تهران، مجتمع پردیس ابوریحان)

دکتر رضا بزرگی پور (دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و نهال و بذر کرج)

دکتر علیرضا پاژکی (دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری)

دکتر عبدالامیر راهنما (دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج)

دکتر فرخ درویش (استاد دانشگاه شهید چمران اهواز)

دکتر علی سلیمانی (استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان)

دکتر امید صادقی پور (دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری)

دکتر داریوش طالقانی (دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند)

دکتر علی کاشانی (استاد دانشگاه شهید چمران اهواز)

این مجله با عنوان "تنش های محیطی در علوم گیاهی" تا جلد ۱، شماره ۲، بر اساس مجوز شماره ۸۷/۸۳۴۹۵ مورخ ۸۸/۳/۱۲ کمیسیون بررسی و تأیید مجلات علمی دانشگاه آزاد اسلامی به چاپ رسیده است که به استناد مجوز شماره ۸۹/۱۲۶۴۹ مورخ ۸۹/۶/۱۳ معاونت امور مطبوعاتی و اطلاع رسانی وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی و نامه شماره ۸۷/۲۵۶۹۷۷ مورخ ۸۹/۶/۲۹ دفتر گسترش تولید علم دانشگاه آزاد اسلامی عنوان آن به "پژوهش های به زراعی" تغییر یافت.

✎✎✎✎✎✎✎✎✎✎

نشانی: تهران، بزرگراه خلیج فارس، روبروی حرم مطهر امام خمینی (ره)، مجتمع دانشگاهی یادگار امام خمینی (ره) شهرری،

حوزه معاونت پژوهشی، صندوق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۴

تلفن: ۵۵۲۲۹۳۶۰ - ۰۲۱ نمابر: ۵۵۲۲۹۳۶۰ - ۰۲۱ پست الکترونیک: jcp@iausr.ac.ir

مجله پژوهش های به زراعی به صورت فصلنامه منتشر می شود. حق اشتراک سالیانه (۴ شماره) ۱۰۰/۰۰۰ ریال است.

فرم درخواست اشتراک در صفحات آخر ضمیمه است.

خلاصه مقالات این مجله در پایگاه اطلاعات نشریات کشور به آدرس www.magiran.com و www.sid.ir نمایه می شود.



تأییدیه درجه علمی

به استناد مصوبات کمیسیون بررسی و تأیید مجلات علمی دانشگاه آزاد اسلامی و براساس رای هفتاد و دومین جلسه کمیسیون مذکور مورخ ۱۳۸۹/۹/۲۹، مجله پژوهش‌های به‌زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری دارای شرایط دریافت درجه علمی پژوهشی شناخته شد. این تأییدیه از تاریخ تصویب به مدت یک سال معتبر است.

دکتر فریدون رهنمای رودپشتی
معاون پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی

درج درجه علمی و شماره پروانه در داخل مجله الزامی است.



مجله پژوهش‌های زراعی

مجله پژوهش‌های به زراعی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام قمینی^(ه) شهر ری

جلد ۱۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۴

صفحه	عنوان مقاله
۱۱۷۲-۱۱۵۳	■ تجزیه پایداری عملکرد دانه لاین‌های امیدبخش جو در مناطق سرد استان خراسان رضوی سید علیرضا رضویان، مجید طاهریان
۱۲۰۴-۱۱۷۳	■ بررسی اثر خصوصیات ظاهری و اندازه‌های مختلف بذر ارقام تجاری سویا (<i>Glycine max (L.) Merrill</i>) بر جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه فرشاد حسن پور، آیدین حمیدی، جهانفر دانشیان
۱۲۳۶-۱۲۰۵	■ اثر تاریخ کاشت، کود زیستی و مقدار نیتروژن بر روی برخی صفات زراعی، عملکرد بلال و دانه کنسروی ذرت شیرین (<i>Zea mays L. saccharata</i>) رسول علی، سعید سیف زاده، سید علیرضا ولدآبادی، ناصر شهنسوازی، حمیدرضا ذاکرین
۱۲۵۲-۱۲۳۷	■ بررسی اثر محلول پاشی کودهای ریز مغذی و هیومیک اسید بر عملکرد کنجد (<i>Sesamun indicum L.</i>) محمد رضا رضانی، حمید رضا مبصر، علیرضا دانشمند
۱۲۷۰-۱۲۵۳	■ اثر فشار و باد بر یکنواختی آبپاش‌های متحرک در سیستم آبیاری بارانی فاطمه کیخایی
۱۲۸۶-۱۲۷۱	■ اثر زمان و مقدار مصرف محرک‌های رشد حاوی اسیدهای آمینه بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط شور فاطمه ناصحیان، محمد آرمین، ابولقاسم دادرسی

سخن سردبیر

نوسانات و تغییرات اقلیمی مناطق کشاورزی، تغییر و تحول در روش‌ها و سیستم‌های کشت گیاهان زراعی، افزایش روز افزون جمعیت و امکان اندک گسترش زمین مطلوب جهت افزایش تولید فراورده‌های کشاورزی، تأمین تقاضا و نیازهای در حال گسترش کشاورزان، بخش کشاورزی و صنایع ایجاب نموده است که بطور مستمر برای بهبود و تکامل خصوصیات مثبت ارقام موجود گیاهان زراعی اقدام گردیده و نسبت به تولید ارقام جدید تلاش شود. به موازات پیشرفت در ایجاد ارقام و منابع ژنتیکی جدید و با توجه به تفاوت‌هایی که معمولاً از نظر خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و یا فنولوژیکی با ارقام قبلی دارند، برای تولید محصول مناسب غالباً به شرایط و نیازهای زراعی جدیدی احتیاج است که ممکن است با موارد قبلی بسیار متفاوت باشد. در واقع، همیشه با تولید و معرفی یک رقم جدید این احتمال وجود دارد که شرایط و اصول به‌زراعی کاشت، داشت و برداشت آن رقم نیز نیازمند کار و مدیریت جدیدی باشد. تعیین این شرایط و اصول جدید، نیازمند تحقیقات به‌زراعی در آن زمینه‌ها می‌باشد. علاوه بر این، بی‌تردید در هر منطقه زراعی، مسائل و مشکلات متفاوتی پیش روی کشاورزان قرار می‌گیرد که نیازمند شناخت و رفع آن بر اساس پشتوانه تحقیقی است، از طرف دیگر، صنایع و شرکت‌های سازنده مواد شیمیایی مانند کودهای شیمیایی و بیولوژیک، تنظیم کننده‌های رشد، سموم و کارخانجات تولید کننده وسایل و ادوات کشاورزی محصولات جدیدی را به بازار مصرف عرضه می‌کنند که میزان کارایی و سودمندی آنها در بخش کشاورزی قبل از ترویج و استفاده گسترده بدون انجام آزمایش‌های مناسب منطقی نیست. به تعبیر دقیق‌تر فناوری تولید و عملیات به‌زراعی به اعمال مدیریت تقاضای نهاده‌های کشاورزی کمک شایانی می‌کند، بنابراین ضروری است تا تحقیقات گسترده و پیوسته‌ای در خصوص اصول به‌زراعی انجام پذیرد تا به موازات سایر بخش‌های تحقیقی، شاهد رشد و توسعه در این زمینه باشیم. منطقه یاد گار امام خمینی (ره) نیز با پیشینه تاریخی و اتصال به تهران بزرگ از جایگاه ویژه‌ای در بخش کشاورزی برخوردار است، بنابراین این امر ما را بر آن داشت تا با توجه به نیاز کشور، منطقه و همچنین معرفی روش‌های تحقیقاتی جدید، اقدام به چاپ مجله پژوهش‌های به‌زراعی نماییم.

این مجله تا جلد ۱، شماره ۲، با عنوان "تنش‌های محیطی در علوم گیاهی" و پس از آن با نام "پژوهش‌های به‌زراعی" به چاپ رسید و بر اساس مجوز کمیسیون بررسی و تأیید مجلات علمی دانشگاه آزاد اسلامی از تاریخ ۸۹/۱۲/۱۱ حائز درجه علمی- پژوهشی گردید. در حال حاضر تمامی مقاله‌های علمی و تحقیقی از سراسر کشور که به هر نحو پژوهش‌های به‌زراعی را از جنبه‌های مختلف زراعی، علف‌های هرز، اکولوژیکی، فیزیولوژیکی، تنش‌های محیطی، ژنتیکی و اصلاحی، بیوتکنولوژی، نانو تکنولوژی و غیره مورد بررسی قرار داده‌اند، پس از داوری مورد پذیرش قرار می‌دهد.

هیأت تحریریه سعی بر آن خواهد داشت که با تلفیقی از مقالات علمی و کاربردی حاصل از تحقیقات در زمینه‌های مختلف به‌زراعی مجموعه‌ای قابل استفاده را فراهم آورد. بدیهی است که ادامه و پیشرفت کمی و کیفی یک مجله به ارتباط علمی با تمامی محققان سراسر کشور در زمینه آن تخصص و استفاده از رهنمودها و تجارب ارزشمند آنها بستگی دارد. در همین جا ضمن تشکر از تمامی استادان، محققان و دانشجویانی که تا کنون هیأت تحریریه را یاری داده‌اند، از همه دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی دعوت می‌گردد، جهت پُر بارتر کردن مطالب مجله، ما را یاری دهند.

با تشکر و سپاس

دکتر علیرضا پازکی



تجزیه پایداری عملکرد دانه لاین‌های امیدبخش جو در مناطق سرد استان خراسان رضوی

سید علیرضا رضویان^{۱*}، مجید طاهریان^۱

۱-استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۲۱

چکیده

مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و پایداری عملکرد دانه و سازگاری ارقام در شرایط محیطی مختلف از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌های به‌نژادی جو برخوردار است. به‌منظور مطالعه پایداری و سازگاری لاین‌های امیدبخش جو، آزمایشی با تعداد ۱۹ لاین به‌همراه رقم شاهد جلگه طی دو سال زراعی (۱۴۰۰-۱۴۰۱ و ۱۴۰۱-۱۴۰۲) در دو ایستگاه تحقیقاتی مشهد و جلگه رخ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها حاکی از آن بود که حدود ۹/۲۲ درصد از کل تغییرات مربوط به اثر محیط، ۱۰/۵ درصد مربوط به اثر ژنوتیپ و ۲۷/۸۷ درصد مربوط به اثر متقابل ژنوتیپ×محیط بود. ژنوتیپ‌های مناسب در هر ابر محیط توسط بای‌پلات چند ضلعی شناسایی شدند. محیط جلگه رخ ۲۰۱۹ به شرایط محیط ایده‌آل نزدیک بود. نتایج نشان داد ژنوتیپ G3 به عنوان ژنوتیپ ایده‌آل بود. بررسی همزمان پایداری و عملکرد ژنوتیپ‌ها با استفاده از بای‌پلات مختصات محیط متوسط نشان داد که ژنوتیپ G3 جزء ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد و پایداری بالا بود.

واژه‌های کلیدی: پایداری، جو، ژنوتیپ ایده‌آل، عملکرد دانه

* نگارنده مسئول (a.razavi@areeo.ac.ir)

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) بعد از گندم از لحاظ سطح زیر کشت در ایران مقام دوم را دارد و طبق آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی سطح زیر کشت آن در ایران عبارت است از ۱/۵۴۷ میلیون هکتار (آبی ۶۲۱۹۴۰ هکتار و دیم ۹۲۵۴۳۴ هکتار) که از این سطح مقدار تولید دانه بیش از ۳/۵۱۴ میلیون تن می‌باشد. متوسط عملکرد این گیاه در هکتار در شرایط آبی ۳۷۶۳ و در شرایط دیم ۱۲۶۸ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. (Ahmadi et al., 2020).

در سال جاری کمبود تولید جو بیش از پیش احساس شده و در طرح جامع علوفه کشور برنامه ریزی افزایش تولید آن در بلند مدت لحاظ شده است. از طرفی با توجه به کم توقعی محصول جو نسبت به شرایط آبی و خاک می‌تواند جایگاه بهتری در اکثر اراضی فقیر، کم باران، شور و کم آب کشور داشته باشد.

شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در برنامه‌های به‌نژادی همواره به دلیل تغییرات محیطی در مناطق هدف و اثر متقابل این تغییرات با

ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشکل می‌باشد. بنابراین لاین‌های پیشرفته زراعی در برنامه‌های به‌نژادی به منظور اطمینان از تولید محصول و پایداری عملکرد بایستی در محیط‌های با شرایط آب و هوایی مختلف و در سال‌های متفاوت ارزیابی شوند (Yan & Rajcan, 2002). یک ژنوتیپ معمولاً در محیط‌های مختلف از لحاظ عملکرد واکنش‌های متفاوتی دارد به‌طوری‌که رتبه آن از یک محیط به محیط دیگر تغییر می‌یابد. این تغییرات که در نتیجه کنش بین ژنوتیپ و محیط ایجاد می‌شود تحت عنوان اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط شناخته شده است (Allard & Bradshaw, 1964). چنانچه آثار متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار باشند به‌نژادگر نیازمند شناسایی ژنوتیپ‌های پایدار با میزان تولید نسبتاً ثابت در دامنه‌ای از محیط‌های هدف می‌باشد. پایداری ممکن است به‌صورت استاتیکی و یا دینامیکی باشد. پایداری استاتیکی است اگر ژنوتیپ‌ها تمایل به حفظ عملکرد یکسان در همه محیط‌ها را داشته

باشند و دینامیکی است اگر واکنش‌های عملکرد یک ژنوتیپ دارای یک روال ثابت به تغییرات در محیط‌ها باشد. به عبارت دیگر واکنش یک ژنوتیپ موازی با میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف باشد (Becker & Leon, 1988). تا کنون مدل‌های آماری زیادی برای تجزیه آثار متقابل ژنوتیپ × محیط پیشنهاد شده‌اند. این مدل‌ها از ناپارامتری تا پارامتری تک متغیره و چند متغیره متفاوت می‌باشد.

از میان روش‌های چند متغیره می‌توان به روش بای‌پلات که مبتنی بر تجزیه به مولفه‌های اصلی می‌باشد اشاره نمود (Gabriel, 1971). در روش بای‌پلات ژنوتیپ‌ها و محیط و آثار متقابل آن‌ها به‌طور همزمان در یک گراف که بای‌پلات نامیده می‌شود نمایش داده می‌شوند. آنچه که در ارزیابی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف بسیار حائز اهمیت می‌باشد، این است که اثر محیط در اکثر موارد بسیار بزرگ بوده، اما قابل بهره‌برداری نیست، بنابراین حذف اثر محیط از داده‌ها و تمرکز بر اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط حائز اهمیت است (Yan & Kang, 2003). تنها اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط است که در گزینش لاین‌های با پایداری عملکرد اهمیت دارند و نکته اساسی این است که دو اثر ژنوتیپ و ژنوتیپ × محیط باید به صورت توأم بررسی شوند. روش GGE بای‌پلات این امکان را فراهم می‌کند که این دو اثر (ژنوتیپ و ژنوتیپ × محیط) همزمان و به صورت ترسیمی مورد بررسی قرار گیرند (Yan, 2001). محققان زیادی روش GGE بای‌پلات را روشی کارآمد برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معرفی نموده و بیان داشته‌اند که این روش اطلاعات مفیدی در خصوص ژنوتیپ‌ها و محیط‌های تحت بررسی در اختیار محقق قرار می‌دهد. کاربرد GGE بای‌پلات در گزینش ارقام مناسب برای جو (Koocheki *et al.*, 2012; Mortazavian *et al.*, 2014; Vaezi, *et al.*, 2017; Taheripourfard *et al.*, 2017; Kendal *et al.*, 2019; Hudzenko *et al.*, 2019; Mohammadi *et al.*, 2016b) (Omran *et al.*, 2012; Ahmadi *et al.*, 2017, *et al.*, 2017), کلزا (Zali *et al.*, 2016)

گلرنگ (Pourdad & Jamshid

Moghaddam, 2013). گندم دوروم

(Mohammadi *et al.*, 2016a)، نخود(Farshadfar *et al.*, 2013) گزارش شده

است.

هدف از این تحقیق، بررسی اثر متقابل

ژنوتیپ × محیط با استفاده از روش گرافیکی

GGE بای‌پلات در لاین‌های امیدبخش جو و

شناسایی و معرفی لاین‌های دارای عملکرد

اقتصادی بالا و سازگار جهت کشت در اقلیم

سرد استان خراسان رضوی بود.

مواد و روش‌ها

نوزده لاین امیدبخش جو، که از آزمایشات

ژنوتیپ‌های پیشرفته جو اقلیم سرد در سال

زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ انتخاب شده بودند

(جدول ۱)، به همراه رقم جلگه به عنوان رقم

شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی

(RCBD) در سه تکرار و در دو منطقه مشهد

و جلگه رخ طی دو سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ و

۱۴۰۱-۱۴۰۲ کشت و مورد مطالعه قرار گرفتند.

جدول ۱- نام و شجره ارقام و لاین‌های امید بخش جو

شماره لاین‌ها Lines number	شجره لاین‌ها Pedigree of lines
G1	Jolge (Check 1)
G2	Bahman/3/MAKOUEE//ZARJOW/80-5151
G3	ALGER/(CI10117/CHOYO../3/Makouee/4/STB-12
G4	Comp.Cr229//As46/Pro/3/Srs/4/Express/5/D10*2
G5	ZARJOW/80-5151//Makouee*2
G6	MAKOUEE/3/ZARJOW/80-5151//Bahman
G7	Radical/Birgit//Pamir-154/3/Rhn-03//L.527/NK1272
G8	CALI92/ROBUST//ND16301
G9	Radical/Birgit//Pamir-154/3/Rhn-03//L.527/NK1272
G10	Yousef/4 /82S:510/3/Arinar/Aths//DS 29
G11	Courlis/Rhn-03//Karooon
G12	Bereke-54/3/Rhn-03//L.527/NK1272
G13	Comp.Cr229//As46/Pro/3/Srs/4/Express/5/D10*2
G14	Pamir-147/Sonata/8/Alpha/Durra/7/P101/5/3896/...
G15	Courlis/Rhn-03//Karooon
G16	(D-16)Bda/Rhn-03//ICB-107766/3/Yousef
G17	Sonata/8/Api/CM67//Hma-03/4/Cq/Cm//Apm/3/...
G18	Nadawa/Rhn-03//Birka
G19	Mahtab (Check 2)
G20	CB-96-10 (Check 3)

زمین مورد کشت تحت تناوب دو ساله غلات- آیش بوده و عملیات تهیه زمین شامل شخم کلش بعد از برداشت محصول قبل، یک نوبت شخم بهاره، یک نوبت دیسک، دو بار لولر عمود برهم، کود پاشی و ایجار فارو بود. بذور آزمایشی قبل از کاشت به منظور جلوگیری از سیاهک پنهان با قارچ کش کاربوکسین تیرام به نسبت دو در هزار ضد عفونی گردید. میزان بذر مصرفی بر اساس ۴۵۰ دانه در مترمربع و با در نظر گرفتن وزن هزار دانه برای هر لاین تعیین گردید. کشت به صورت جوی و پشته و آبیاری بصورت نشتی انجام گرفت. نوع و میزان کود بر اساس آزمون خاک هر منطقه مصرف گردید. کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم، کود فسفر از منبع فسفات آمونیوم بصورت پایه و کود ازته از منبع اوره بصورت پایه و سرک به مصرف رسید. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط ۶ متری به فاصله ۲۰ سانتیمتر (متر مربع $۶ \times ۱/۲ = ۷/۲$) بود که قبل از برداشت نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت حذف و بقیه (۶ متر مربع) برداشت شد. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ، مخلوطی از علف کشهای گرانستار

و پوما سوپر به ترتیب به مقدار ۲۰ گرم و یک لیتر در هکتار در مرحله پنجه زنی تا ساقه رفتن استفاده شد. در طول دوره رشد علاوه بر مراقبت‌های زراعی، یادداشت برداری از کرت های آزمایشی شامل تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد ظهور سنبله، تعداد روز تا ۵۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، میزان خوابیدگی بوته و وزن هزار دانه به عمل آمد. بررسی سازگاری ارقام و لاین‌ها با استفاده از روش‌های چند متغیره GGE بای‌پلات انجام شد. روش GGE بای‌پلات، اثر ژنوتیپ (G) و اثر متقابل ژنوتیپ $\times$ محیط (GE) را با هم حفظ کرده و GGE را به دو جزء ضریبی تجزیه می‌کند (Yan et al., 2000). مدل استفاده شده در GGE بای‌پلات به صورت رابطه ۱ است:

$$Y_{ij} - \mu - \beta_j = g_{i1}e_{1j} + g_{i2}e_{2j} + \varepsilon_{ij} \quad \text{رابطه (۱)}$$

g_{i1} و e_{1j} : نمره‌های اولیه برای ژنوتیپ i و محیط j ، g_{i2} و e_{2j} : نمره‌های ثانویه برای ژنوتیپ i و محیط j و ε_{ij} : باقیمانده‌ای است که به‌وسیله اثرات اولیه و ثانویه توضیح داده نمی‌شود. یک بای‌پلات GGE با رسم g_{i1} در

مقابل g_{i2} و e_{1j} در مقابل e_{2j} در یک نمودار پراکنش، رسم می‌شود. نمره‌های اولیه از طریق تجزیه به مقادیر منفرد (Singular valued composition; SVD) صورت رابطه ۲ تبدیل می‌شوند:

$$Y_{ij} - \mu - \beta_j = \lambda_1 \xi_{i1} \eta_{1j} + \lambda_2 \xi_{i2} \eta_{2j} + \varepsilon_{ij} \quad \text{رابطه (۲)}$$

λ_1 و λ_2 : به ترتیب مقادیر منفرد اولین و دومین مؤلفه اصلی (PC1 و PC2)، ξ_{i1} و ξ_{i2} : به ترتیب بردارهای ویژه ژنوتیپ i ام برای PC1 و PC2 و η_{1j} و η_{2j} : به ترتیب بردارهای ویژه محیط j ام برای PC1 و PC2 می‌باشند (Yan, 2000; Yan et al., 2001) به منظور رسم نمودارهای GGE بای‌پلات و تجزیه واریانس مرکب داده‌ها از نرم‌افزارهای ADEL-R و GE-R استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر اصلی سال، اثر اصلی ژنوتیپ، آثار متقابل سال×مکان، ژنوتیپ×مکان و ژنوتیپ×مکان×سال از نظر آماری معنی‌دار بودند. همچنین تفکیک سهم آثار مختلف در

جدول تجزیه واریانس نشان داد که حدود ۹/۲۲ درصد از کل تغییرات، مربوط به اثر محیط، ۱۰/۵ درصد مربوط به اثر ژنوتیپ و ۲۷/۸۷ درصد مربوط به اثر متقابل ژنوتیپ×محیط بود (جدول ۲). نتایج مشابهی نیز توسط سایر محققان گزارش شده است (Yan et al., 2000; Fan et al., 2007; Rose et al., 2008; Moayyidi et al., 2020). کم بودن اثر ژنوتیپ در تفسیر واریانس موجود ممکن است به این دلیل باشد که طی سال‌های قبل ژنوتیپ‌های مطلوب با عملکرد بالا در برنامه‌های به‌نژادی جو گزینش شده و این ژنوتیپ‌های مطلوب در آزمایشات چندمحیطی نسبت به محیط و اثر متقابل ژنوتیپ×محیط نقش کمتری در تفسیر تنوع موجود داشته‌اند. مرتضویان و همکاران (Mortazavian et al., 2014) در ارزیابی عملکرد و پایداری عملکرد لاین‌های امیدبخش جو در اقلیم معتدل کشور بیان کردند که سهم محیط، اثر متقابل ژنوتیپ×محیط و ژنوتیپ در

توجیه میانگین مربعات کل به ترتیب ۶۰/۳۸، ۳۵/۰۹ و ۴/۵۲ درصد بود.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه لاین‌های جو در چهار محیط

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی degree of freedom	میانگین مربعات Mean of Square	واریانس توجیه شده (%) Explained Variance (%)
مکان Location	۳	۴/۲۴*	۹/۲۲
خطای ۱ Error1	۸	۱/۱	۶/۳۸
ژنوتیپ Genotype	۱۹	۰/۷۶*	۱۰/۵
ژنوتیپ×محیط Genotype×Environment	۵۷	۰/۶۹**	۲۷/۸۷
خطای آزمایشی Error	۱۵۲	۰/۴۱	۴۶/۰۳
ضریب تغییرات (/CV)	-	۱۰/۰۱	-

عملکرد در این ایستگاه به ترتیب متعلق به لاین G11 و لاین G19 بود. میانگین کل عملکرد دانه در سال دوم ایستگاه ۶/۷۵۳ تن در هکتار بود. دامنه میانگین عملکرد دانه لاین‌های جو در سال اول کشت در ایستگاه جلگه رخ ۴/۴۵۳ تا ۶/۰۲۹ تن در هکتار بوده و ژنوتیپ‌های G14 و G2 به ترتیب کمترین و بیشترین میانگین عملکرد دانه را دارا بودند (جدول ۳). میانگین کل عملکرد دانه سال اول این ایستگاه ۵/۰۶۱ تن در هکتار بود. دامنه میانگین عملکرد دانه لاین‌های جو در سال دوم کشت در ایستگاه جلگه رخ ۵/۱۵۰ تا ۶/۹۳۶ تن در هکتار بوده و همان ژنوتیپ‌های به

در جدول ۳ میانگین عملکرد دانه لاین‌های جو برای ایستگاه‌های مشهد و جلگه رخ و همچنین میانگین کل عملکرد دانه برای این لاین‌ها ارائه شده است. بر اساس نتایج این جدول، دامنه میانگین عملکرد دانه سال اول لاین‌های مورد ارزیابی در ایستگاه مشهد ۵/۲۳۳ تا ۷/۹۹۸ تن بوده و کمترین و بیشترین میانگین عملکرد در این ایستگاه به ترتیب متعلق به لاین G12 و لاین G7 بود. میانگین کل عملکرد دانه در سال اول ایستگاه ۶/۴۶۵ تن در هکتار بود. و دامنه میانگین عملکرد دانه سال دوم لاین‌های مورد ارزیابی در ایستگاه مشهد ۵/۴۵۷ تا ۷/۴۶۵ تن بوده و کمترین و بیشترین میانگین

ترتیب کمترین و بیشترین میانگین عملکرد دانه را دارا بودند (جدول ۳). میانگین عملکرد دانه لاین‌های جو در مجموع دو مکان مورد بررسی، در دامنه‌ای بین ۵/۸۰۲ تا ۵/۶۱۹ تن

در هکتار قرار داشت. میانگین کل عملکرد دانه برای مکان‌های اجرای آزمایش ۶/۱۲۵ تن در هکتار بود (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو در مناطق اجرای آزمایش (۱۴۰۰-۱۴۰۲)

کد لاین‌ها Code of lines	عملکرد دانه Grain yield (ton.ha ⁻¹)				
	مشهد سال اول Mashhad	مشهد سال دوم Mashhad	جلگه رخ سال اول Jolgeh Rokh	جلگه رخ سال دوم Jolgeh Rokh	میانگین Mean
G1	۶/۸۷۵	۶/۴۷۵	۶/۰۱۳	۵/۹۸۱	۶/۳۳۶
G2	۶/۳۶۷	۶/۸۵۶	۶/۰۲۹	۶/۹۳۶	۶/۵۴۷
G3	۵/۹۵۳	۶/۸۹۷	۵/۶۶۲	۵/۶۱۴	۶/۰۳۲
G4	۶/۹۳۳	۶/۹۳۳	۵/۸۴۵	۵/۶۵۸	۶/۳۴۲
G5	۶/۶۱۴	۶/۴۸۷	۶/۰۰۶	۶/۸۸۱	۶/۴۹۷
G6	۷/۲۹۲	۶/۹۸۹	۵/۳۸۳	۵/۵۹۷	۶/۳۱۵
G7	۷/۹۹۸	۷/۰۳۱	۵/۲۸۶	۶/۲۶۱	۶/۶۴۴
G8	۷/۴۲۸	۷/۲۳۴	۵/۲۲۹	۶/۳۷۵	۶/۵۶۷
G9	۶/۹۱۴	۷/۰۰۰	۵/۵۶۸	۶/۷۰۰	۶/۵۴۶
G10	۶/۵۹۴	۶/۴۵۷	۵/۶۱۱	۶/۴۵۶	۶/۲۸۰
G11	۵/۹۲۸	۵/۴۵۷	۵/۳۹۸	۶/۱۸۳	۵/۷۴۲
G12	۵/۲۳۳	۶/۲۵۹	۵/۹۳۹	۶/۶۵۳	۶/۰۲۱
G13	۶/۸۱۹	۶/۷۸۴	۵/۱۹۵	۶/۲۳۳	۶/۲۵۸
G14	۶/۶۹۲	۶/۱۴۹	۴/۴۸۳	۵/۱۵۰	۵/۶۱۹
G15	۶/۸۲۸	۶/۸۵۶	۵/۸۰۹	۶/۴۱۱	۶/۴۷۶
G16	۶/۸۴۷	۶/۱۷۹	۵/۹۱۳	۶/۳۶۹	۶/۳۲۷
G17	۶/۶۹۲	۶/۸۷۴	۵/۱۷۶	۶/۰۴۲	۶/۱۹۶
G18	۷/۲۹۴	۷/۲۳۵	۶/۰۰۱	۶/۶۷۸	۶/۸۰۲
G19	۷/۵۶۱	۷/۴۶۵	۵/۲۳۳	۶/۰۴۷	۶/۵۹۹
G20	۷/۳۸۳	۷/۴۵۱	۵/۷۵۶	۶/۱۶۱	۶/۶۸۸
Mean	۶/۴۶۵	۶/۷۵۳	۵/۰۶۱	۶/۲۱۹	۶/۱۲۵

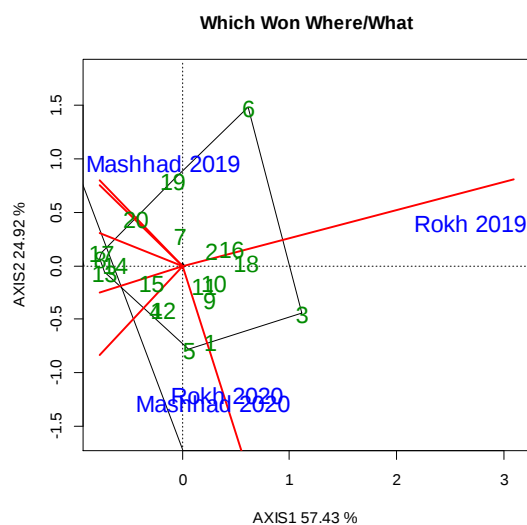
در آزمایشات چند محیطی، بهترین روش برای مشاهده الگوهای آثار متقابل بین ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها جهت تفسیر موثر بای‌پلات و مطالعه وجود احتمالی گروه‌های محیطی در یک منطقه، نمایش چند ضلعی اثر متقابل ژنوتیپ×محیط است (Yan et al., 2000).

بر اساس نتایج حاصل از روش GGE بای‌پلات، سهم مؤلفه اصلی اول از تغییرات کل ۵۷/۴۳ و سهم مؤلفه اصلی دوم ۲۴/۹۲ درصد و این دو مؤلفه در مجموع حدود ۸۲/۳۵ درصد از کل تنوع موجود را توجیه کردند (شکل ۱).
 Mohammadi *et al* (2016b) در ارزیابی پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های گندم نان در ۲۱ محیط بیان کردند که نتایج GGE بای‌پلات ۳۹/۱۹ درصد تغییرات را توجیه کرد، در حالی‌که در بررسی پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های جو در ۹ محیط توسط (Hudzenko *et al* 2019) دو مؤلفه اول حاصل از GGE بای‌پلات حدود ۷۰/۲۹ درصد تغییرات را توجیه کردند. در هر حال اگر بیشتر تنوع موجود توسط مجموع مؤلفه‌های اصلی اول و دوم قابل توجیه نباشد، نشان دهنده ماهیت پیچیده اثر متقابل ژنوتیپ×محیط بوده، اما این به مفهوم بی‌اعتبار بودن بای‌پلات نیست (Yan & Tinker, 2005). نمایش گرافیکی اثر متقابل ژنوتیپ×محیط ۲۰ لاین امیدبخش جو در ۴ محیط آزمایش در شکل ۱ ارائه شده است. در این شکل ژنوتیپ‌هایی که بیشترین فاصله را از

مرکز بای‌پلات دارند، به‌وسیله تعدادی خطوط مستقیم به هم وصل شده و سایر ژنوتیپ‌ها در درون چند ضلعی قرار می‌گیرند. ژنوتیپ‌هایی که در رئوس چند ضلعی قرار دارند از لحاظ عملکرد دانه بهترین یا ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها در یک یا چند محیط محسوب می‌شوند، زیرا بیشترین فاصله را از مرکز بای‌پلات دارند (Yan & Kang, 2003). از مرکز بای‌پلات، بر هر ضلع چند ضلعی یک خط عمود رسم می‌شود که بای‌پلات را به چندین بخش تقسیم می‌کند و بدین ترتیب محیط‌ها در بخش‌های یکسان و یا متفاوتی واقع می‌شوند. بررسی نمودار چند ضلعی به‌منظور تعیین لاین‌های برتر در محیط‌های مختلف و مشخص نمودن محیط‌های بزرگ (شکل ۱) نشان داد که لاین‌های G6، G3، G5 و G8 در رئوس چند ضلعی قرار داشتند. براساس شکل ۱ محیط‌ها به سه و ژنوتیپ‌ها به شش گروه تقسیم شدند. اولین گروه محیطی شامل محیط مشهد ۲۰۱۹ با ژنوتیپ برتر G6 بود. دومین گروه محیطی شامل جلگه رخ ۲۰۱۹ با ژنوتیپ برتر G3 بود. سومین گروه محیطی دربرگیرنده ایستگاه‌های

لاین G8 در راس چند ضلعی قرار داشت، اما هیچ مکانی در اطراف آن وجود نداشت و این موضوع نشان می‌دهد که این لاین در اکثر مناطق مورد بررسی عملکرد ضعیفی داشته است. (Mortazavian *et al* (2014). بیست و دو لاین امیدبخش جو را در هفت ایستگاه منطقه معتدل کشور ارزیابی کردند. نتایج آزمایش آن‌ها، سه ابر محیط را شناسایی کرد. (Taheripourfard *et al* (2017). بیست لاین امیدبخش جو را در شش منطقه معتدل و گرم کشور به مدت دو سال با استفاده از روش GGE بای‌پلات ارزیابی کردند. ۱۲ محیط در سه ابر محیط قرار گرفتند و در هر ابر محیط یک ژنوتیپ دارای برتری بود.

مشهد و جلگه رخ در سال ۲۰۲۰ بود که G5 ژنوتیپ برتر در این گروه بود. تفاوت عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف، نشان‌دهنده اثر متقابل کراس اوری است که در آن رتبه ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف، متفاوت می‌باشد (Yan & Tinker, 2005). از طرفی قرارگرفتن برخی از محیط‌ها در گروه‌های مشابه نشان می‌دهد که رتبه ژنوتیپ‌ها در محیط‌های یک گروه خاص تغییرات زیادی نداشتند که نشان دهنده اثر متقابل غیرکراس‌اوری است. این موضوع نشان می‌دهد که هر دو نوع اثر متقابل کراس‌اوری و غیرکراس‌اوری برای عملکرد دانه در آزمایشات چند محیطی جو در محیط‌های مورد بررسی وجود داشت (Fan *et al.*, 2007). هرچند

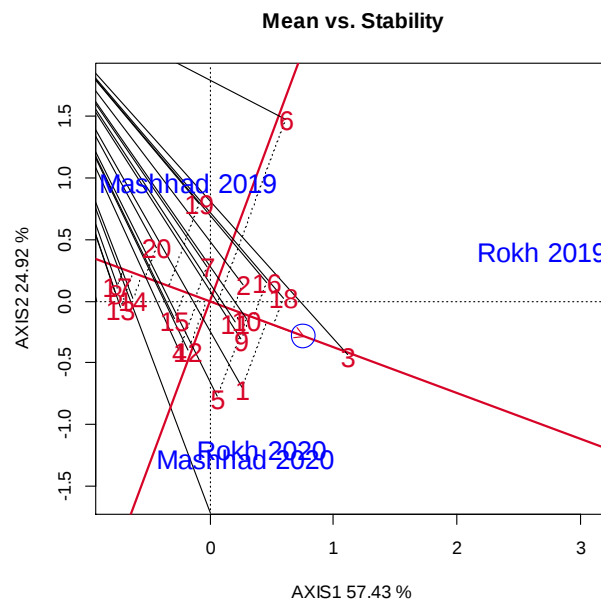


شکل ۱- چند ضلعی GGE بای پلات برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر جو در محیط‌های مختلف

محور پایداری هستند (Yan *et al.*, 2000). در عین حال محور عمودی میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها را نشان می‌دهد و ژنوتیپ‌هایی که در سمت چپ این خط قرار گرفته‌اند، دارای عملکرد پایین‌تر از میانگین کل هستند. رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد دانه و میزان سازگاری آن‌ها در ۴ محیط، در شکل ۲ نشان داده شده است. بر این اساس ژنوتیپ G3 ژنوتیپ برتر (عملکرد و پایداری مطلوب) بود. براساس بای پلات مذکور، ژنوتیپ‌هایی که در سمت راست خط عمودی قرار داشتند از نظر عملکرد برتر از میانگین و ژنوتیپ‌هایی که در سمت چپ این خط قرار داشتند عملکرد

جهت بررسی هم‌زمان سازگاری و عملکرد لاین‌ها از نمودار مختصات محیط متوسط (Average environment coordination; AEC) استفاده شد (شکل ۲). استفاده از نمودار مختصات محیط متوسط در روش GGE بای پلات از روش‌های مفید و موثر تجزیه پایداری به شمار می‌رود و اطلاعات خوبی از نحوه تظاهر ژنوتیپ‌های مورد بررسی ارائه می‌دهد (Kaya, 2006; Samonte *et al.*, 2005). این نمودار، بای پلات میانگین در مقابل پایداری نیز نامیده می‌شود. محور افقی که دارای دایره و پیکان می‌باشد، نشان‌دهنده پایداری است و ژنوتیپ‌های نزدیک به این

کمتری از میانگین داشتند. لذا ژنوتیپ‌های G1, G5, G16, G6 دارای عملکرد بالاتر از میانگین و پایداری عملکرد پایین بودند و ژنوتیپ‌های G9, G10, G11 دارای عملکرد بالاتر از متوسط و پایدار و ژنوتیپ‌های G17, G8, G20, G7, G13 و G14 دارای عملکرد کمتر از متوسط ولی نسبتاً پایدار بودند.



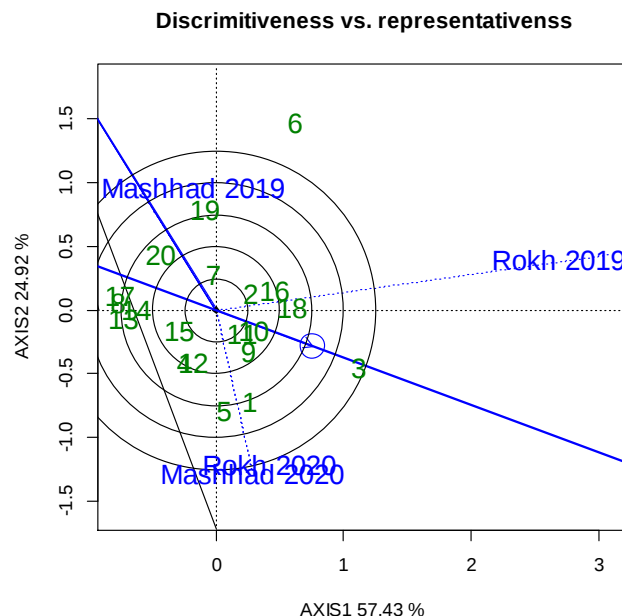
شکل ۲- بای پلات مختصات محیط متوسط (AEC) برای گزینش هم‌زمان عملکرد دانه و پایداری ژنوتیپ‌های جو

شکل ۳ نشان می‌دهد بین محیط‌های مشهد ۲۰۲۰ و جلگه رخ ۲۰۲۰ تشابه زیادی وجود داشت. زاویه بین این گروه محیطی با محیط مشهد ۲۰۱۹ منفرجه و نزدیک به ۱۸۰ درجه بود که نشان دهنده رفتار متفاوت این محیط‌ها در رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بود و حاکی از عکس‌العمل کاملاً متفاوت ژنوتیپ‌ها در این گروه‌های محیطی است. هرچند آزمایش‌های چند محیطی برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، همچنین می‌توان آن‌ها را جهت ارزیابی محیط‌ها به کار برد. یک محیط ایده‌آل باید به وضوح تفاوت بین ژنوتیپ‌ها را آشکار کند و هم‌زمان نماینده خوبی از محیط هدف نیز باشد. محیط‌های ایده‌آل از نظر

مفهومی دارای دو خصوصیت عمده هستند: (۱) توانایی بالا در جداسازی و تمایز بین ژنوتیپ‌ها و (۲) نماینده بودن برای سایر محیط‌های مورد آزمون (Yan & Kang, 2003; Yan & Tinker, 2006). این مفهوم از محیط‌های ایده‌آل برای محصولات مختلف از جمله ذرت (Fan *et al.*, 2007)، پنبه (Blanche & Myers, 2006; Dimitrios *et al.*, 2008) و گندم دوروم (Mohammadi *et al.*, 2010a) مورد استفاده قرار گرفته است. توانایی جداسازی و تمایز یک محیط، به قادر بودن محیط جهت نمایش حداکثر تنوع بین ژنوتیپ‌ها اشاره دارد، اما توانایی نماینده بودن یک محیط نشان می‌دهد که یک محیط نماینده شرایط سایر محیط‌ها در پژوهش مورد نظر است (Blanche & Myers, 2006; Yan & Tinker, 2006). بنابراین یک محیط ایده‌آل باید تلفیقی از دو ویژگی مذکور را برای توسعه مواد ژنتیکی سازگار داشته باشد. این ویژگی‌ها در مدل GGE بای‌پلات تحت عنوان "توانایی جداسازی محیط‌ها در مقابل نماینده بودن آن‌ها" ("discriminating power vs. representativeness of testers") بیان شده است (Yan & Kang, 2003; Yan & Tinker, 2006). در شکل ۳ دایره کوچک نشان داده شده بر روی محور افقی پیکان‌دار، جایی است که بایستی محیط ایده‌آل قرار گیرد. این نقطه به‌عنوان محیط ایده‌آل مجازی در نظر گرفته می‌شود. بنابراین هر چه طول بردار محیطی بیشتر و فاصله آن به محور افقی کمتر باشد محیط مورد نظر به محیط ایده‌آل نزدیک‌تر می‌باشد (Yan, 2001). طول بردار محیطی بزرگ‌تر بیانگر این است که توانایی آن محیط در جداسازی ژنوتیپ‌ها از یکدیگر زیاد می‌باشد از لحاظ میزان نماینده بودن، محیط‌هایی که دارای کوچک‌ترین زاویه با محور افقی پیکان‌دار هستند، نماینده بهتری برای سایر محیط‌ها می‌باشند. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، محیط جلگه رخ ۲۰۱۹ دارای کمترین زاویه با محور افقی پیکان‌دار بود. بنابراین محیط مذکور از لحاظ نماینده بودن سایر محیط‌ها برای ژنوتیپ‌های جو، بیشترین قابلیت را داشت. اما طول بردار

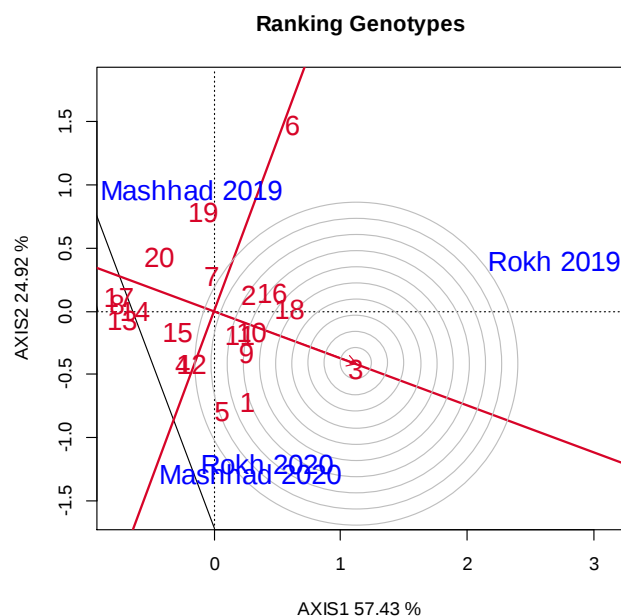
محسوب می‌شود. البته با فرض این‌که از توانایی جداسازی و تمایز کافی بین ژنوتیپ‌ها نیز بهره‌مند باشد (Yan et al., 2007). Koocheki (2012) پایداری عملکرد دانه هجده ژنوتیپ جو در مقایسه با دو رقم شاهد را در هفت ایستگاه اقلیم سرد شامل اراک، اردبیل، همدان، جلگه رخ، کرج، میاندوآب، مشهد به مدت دو سال زراعی مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نمودار محیط‌های ایده آل فرضی، محیط‌های مشهد، میاندوآب و کرج به این محیط نزدیک تر بودند.

محیطی بزرگ‌تر نشان می‌دهد که آن محیط، از توانایی بیشتری در جداسازی و تمایز بین ژنوتیپ‌ها برخوردار است، بنابراین از بین چهار محیط آزمایش، محیط جلگه رخ ۲۰۱۹ از بیشترین قابلیت در جداسازی و شناسایی تفاوت بین ژنوتیپ‌های جو برخوردار بود. لذا بر مبنای اصول فوق، محیط جلگه رخ ۲۰۱۹ را می‌توان نزدیک‌ترین محیط، به محیط ایده‌آل در نظر گرفت. برای تصمیم‌گیری در مورد این‌که آیا یک محیط آزمایشی می‌تواند برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار گیرد، نمایندگی محیط مورد نظر یک عامل کلیدی



شکل ۳- GGE بایلات که روابط بین محیط‌ها و مقایسه محیط‌ها از نظر "قابلیت تفکیک بین ژنوتیپ‌ها در مقابل نماینده بودن" آن‌ها را نشان می‌دهد.

یک ژنوتیپ مطلوب باید دارای بیشترین میانگین عملکرد دانه در محیط‌های مورد مطالعه و عملکرد پایدار نسبت به شرایط محیطی باشد (Yan, 2002). چنین ژنوتیپی به عنوان ژنوتیپی که دارای بیشترین طول روی بردار میانگین ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بالا و دارای حداقل نقش در پدیده اثر متقابل ژنوتیپ×محیط باشد تعریف شده است. ژنوتیپ ایده‌آل از نظر مکانی در مرکز دواير متحدالمرکز بای پلات قرار دارد (Yan, 2001). فاصله لاین‌ها از ژنوتیپ ایده‌آل، میزان مطلوبیت آن‌ها را مشخص می‌کند. نتایج نشان داد ژنوتیپ G3 به عنوان ژنوتیپ ایده‌آل بود. از طرف دیگر ژنوتیپ‌های G8، G17، G13، G14 و G20 به عنوان نامطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها در نظر گرفته شدند (شکل ۴). (Kendal et al (2019) ۱۲ لاین امیدبخش جو را در هفت منطقه طی دو سال زراعی با استفاده از روش GGE بای پلات بررسی کردند. آن‌ها با استفاده از بای پلات رتبه ژنوتیپ‌ها بر اساس ژنوتیپ ایده‌آل، ژنوتیپ G4 را به عنوان ژنوتیپ ایده‌آل انتخاب کردند که در مرکز دواير متحدالمرکز قرار داشت و شش ژنوتیپ دیگر که در خارج از مرکز دواير متحدالمرکز ولی در سمت راست محور عمودی و نزدیک به ژنوتیپ ایده‌آل بودند، به عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب شناسایی شدند.



شکل ۴ - بای پلات مقایسه ژنوتیپ‌های جو با ژنوتیپ مطلوب بر مبنای عملکرد و پایداری عملکرد دانه

نتیجه‌گیری

موضوع پایداری شامل دو بخش پایداری پویا (زراعی) و پایداری ایستا (آماري) است (Pourdad & Jamshid Moghaddam, 2013). روش GGE بای‌پلات بر مبنای سازگاری و پایداری زراعی استوار بوده و لذا ژنوتیپ‌هایی که از این طریق گزینش می‌شوند، علاوه بر پایداری و سازگاری دارای عملکرد بالایی نیز می‌باشند. بدین ترتیب روش گرافیکی GGE بای‌پلات، روش مناسبی برای گزینش همزمان عملکرد و پایداری در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی می‌باشد. بر اساس نتایج این پژوهش، محیط‌ها به سه و ژنوتیپ‌ها به شش گروه تقسیم شدند. اولین گروه محیطی شامل محیط مشهد ۲۰۱۹ با ژنوتیپ برتر G6 بود. دومین گروه محیطی شامل جلگه رخ ۲۰۱۹ با ژنوتیپ برتر G3 بود. سومین گروه محیطی دربرگیرنده ایستگاه‌های مشهد و جلگه رخ در سال ۲۰۲۰ بود که G5 ژنوتیپ برتر در این گروه بود. بین محیط‌های مشهد ۲۰۲۰ و جلگه رخ ۲۰۲۰ تشابه زیادی وجود داشت.

زاویه بین این گروه محیطی با محیط مشهد ۲۰۱۹ منفرجه و نزدیک به ۱۸۰ درجه بود که نشان دهنده رفتار متفاوت این محیط‌ها در رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بود و حاکی از عکس‌العمل کاملاً متفاوت ژنوتیپ‌ها در این گروه‌های محیطی است. در میان محیط‌های مورد بررسی، محیط جلگه رخ ۲۰۱۹ به شرایط محیط ایده‌آل نزدیک بود. نتایج نشان داد ژنوتیپ G3 به عنوان ژنوتیپ ایده‌آل بود.

منابع

- Ahmadi, K., H. R. Ebadzadeh, F. Hatami, H. Abdshah, and A. Kazemian. 2018. Agricultural statistics. Ministry of Agriculture-Jahad. Vol. 1. 95 pp. (In Persian).
- Ahmadi, J., A. Mohammadi, and T. Najafi Mirak. 2012. Targeting promising bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines for cold climate growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analyses. Journal of Agricultural Science and Technology, 14: 645-657.

- Gabriel, K.R.** 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika*, 58: 453–467.
- Hudzenko, V., O. Demydov, H. Voloshchuk, H. Sardak, and V. Ishchenko.** 2019. Genotype by environment interaction and yield stability of barley breeding lines in multi-environment trials. *Agriculture and Forestry*, 65(1): 201-210.
- Kendal, E., M. Karaman, S. Tekdal, and S. Dogan.** 2019. Analysis of promising barley (*Hordeum vulgare* L.) lines performance by AMMI and GGE biplot in multiple traits and environment. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2): 5219-5233.
- Koocheki, A. R., B. Sorkhilaleloo, and M. R. Eslamzadeh Hesari.** 2012. Yield stability of barley elite genotypes in cold regions of Iran using GGE biplot. *Seed and Plant Improvement Journal*, 28 (4): 533-543 (in Persian with English abstract).
- Moayyedi, A., T. Najafi Mirak, M. Taherian, S. Sasani, and D. Amin Azarm.** 2020. Evaluation of grain yield stability of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) promising lines in moderate regions of Iran. *Journal of*
- Allard, R.W. and A.D. Bradshaw.** 1964. Implication of genotype–environment interaction in applied plant breeding. *Crop Science*, 5: 503–506.
- Becker, H.C. and J. Leon.** 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*, 101:1–23.
- Blanche, S.B. and G.O. Myers.** 2006. Identifying discriminating locations for cultivar selection in Louisiana. *Crop Science*, 46: 946–949.
- Dimitrios, B., G. Christos, R. Jesus and B. Eva.** 2008. Separation of cotton cultivar testing sites based on representativeness and discriminating ability using GGE Biplots. *Agronomy Journal*, 100: 1230–1236.
- Fan, X.M., M. S. Kang, H. Chen, Y. Zhang, J. Tan, and C. Xu.** 2007. Yield stability of maize hybrids evaluated in multi-environment trials in Yunnan, China. *Agronomy Journal*, 99: 220–228.
- Farshadfar, E., M. Rashidi., M.M. Jokar, and H. Zali.** 2013. GGE biplot analysis of genotype $\times$ environment interaction in chickpea genotypes. *European Journal of Experimental Biology*, 3(1): 417-423.

dry agroclimatic zone of Iran using GGE biplot model. *Journal of Crop Breeding*, 23(9): 157-165.

Pourdad, S. S. and M. Jamshid Moghaddam. 2013. Study on genotype $\times$ environment interaction through GGE biplot for seed yield in spring rapeseed (*Brassica napus* L.) in rain-fed condition. *Journal of Crop Breeding*, 5 (12): 1-14. (In Persian with English abstract).

Rose, I.V.L.W., M.K. Das, and C.M. Taliaferro. 2008. A comparison of dry matter yield stability assessment methods for small numbers of genotypes of bermudagrass. *Euphytica*, 164: 19–25.

Samonte, S.O.P.B., L.T. Wilson, A.M. McClung, and J.C. Medley. 2005. Targeting cultivars onto rice growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analysis. *Crop Science*, 45: 2414–2424.

Taheripourfard, Z., A. Izadi-Darbandi, H. Ghazvini, M. Ebrahimi, S.M.M. Mortazavian, and M. Abdipour. 2017. Identifying superior barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes using GGE-biplot across warm and moderate environments under irrigated

Agroecology, 12(2):345-358 (in Persian with English abstract).

Mohammadi, M., T. Hosseinpour, M. Armion, H. Khanzadeh, and H. Ghojogh. 2016b. Analysis of genotype, environment and genotype $\times$ environment interaction in bread wheat genotypes using GGE biplot. *Agricultural Communications*, 4(3): 1-8.

Mohammadi, R., M. Armion, B. Sadeghzadeh, S. Golkari, Gh. Khalilzadeh, H. Ahmadi, Gh. Abedi-Asl, and M. Eskandari. 2016a. Assessment of grain yield stability and adaptability of rainfed durum wheat breeding lines. *Applied Field Crops Research*, 29 (4): 25-42. (In Persian with English abstract).

Mortazavian, S. M. M., H.R. Nikkhah, F. A. Hassani, M. Sharif-al-Hosseini, M. Taheri, and M. Mahlooji. 2014. GGE Biplot and AMMI Analysis of Yield Performance of Barley Genotypes across Different Environments in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16: 609-622.

Omran, S., A. Mohammad Naji and M. Esmailzadeh Moghaddam. 2017. Yield stability analysis of promising bread wheat lines in southern warm and

- Yan, W. and N. A. Tinker.** 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science*, 86:623–645.
- Yan, W., L. A. Hunt, Q. Sheng, and Z. Szlavnic.** 2000. Genotype evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Science*, 40: 597–605.
- Zali, H., O. Sofalian, T. Hasanloo, and A. Asghari.** 2016. Evaluation of yield stability and drought tolerance based AMMI and GGE biplot analysis in *Brassica napus* L. *Agricultural Communications*, 4(1): 1-8.
- conditions in Iran. *Crop Breeding Journal*, 7 (1 & 2): 23-35.
- Vaezi1, B., A. Pour-Aboughadareh, A. Mohammadi, M. Armion, A. Mehraban, T. HosseinPour, and M. Dorii.** 2017. GGE Biplot and AMMI Analysis of Barley Yield Performance in Iran. *Cereal Research Communications*, 45(3): 500-511.
- Yan, W.** 2001. GGE biplot–A Windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. *Agronomy Journal*, 93: 1111–1118.
- Yan, W. and M.S. Kang.** 2003. GGE Biplot Analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Yan, W. and I. Rajcan.** 2002. Biplot analysis of sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Science*, 42: 11-20.



بررسی اثر خصوصیات ظاهری و اندازه‌های مختلف بذر ارقام تجاری سویا (*Glycine max* (L.) Merrill) بر جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه

فرشاد حسن پور^۱، آیدین حمیدی^{۲*}، جهانفر دانشیان^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

۲- دانشیار پژوهش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران

۳- استادیار پژوهش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۲۲

چکیده

به‌منظور بررسی اثر خصوصیات ظاهری و اندازه‌های مختلف بذر هفت رقم تجاری سویا: ۱- کتول (DPX)، ۲- سحر، ۳- ساری (JK)، ۴- ۰۳۳، ۵- ویلیامز، ۶- کوثر (M7) و ۷- تلار بر جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه درجه‌بندی اندازه بذرها با استفاده از غربال با منافذ گرد با قطر منافذ ۶/۲۵ و ۷ میلی‌متر آزمایشی در سال ۱۴۰۱ انجام گردید که در آن نمونه شاهد بدون درجه‌بندی بذر از لحاظ اندازه بود. صفات ظاهری بذر شامل: وزن هزار بذر، چگالی، درصد چروکیدگی، درصد ترک‌خوردگی بذر و طول، عرض و ضخامت بذر آزمون جوانه‌زنی استاندارد براساس دستورالعمل انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) انجام شد و متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی روزانه، درصد جوانه‌زنی نهایی، درصد گیاهچه‌های عادی، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، شاخص طولی بنیه گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد بذرهای سویای رقم ویلیامز با برخورداری از ابعاد و چگالی بیشتر و رقم ۰۳۳ از بیشترین وزن هزار بذر و کمترین درصد چروکیدگی و رقم کتول با کمترین درصد شکستگی از خصوصیات ظاهری و فیزیکی برتری برخوردار بودند. همچنین رقم ویلیامز از لحاظ درصد جوانه‌زنی نهائی و شاخص‌های سرعت جوانه‌زنی برتر از دیگر ارقام بررسی شده بود. رقم کتول نیز از نظر خصوصیات مرتبط با بنیه گیاهچه برتری داشت. همچنین در ارقام بررسی شده بذرهای اندازه درشت (بذرهایی با قطر بالاتر از ۷ میلی‌متر) از لحاظ خصوصیات ظاهری و فیزیکی و جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه از برتری برخوردار بودند. بنابراین مشخص شد استفاده از غربال با منافذ گرد با قطر منافذ ۷ میلی‌متر به‌عنوان غربال بالا در دستگاه بوجاری با غربال و جریان هوا برای بوجاری و فرآوری بذرهای ارقام بررسی شده به‌منظور استحصال بذهای با جوانه‌زنی بالا و بنیه قوی این ارقام مناسب است.

واژه‌های کلیدی: بوجاری و فرآوری بذر، جوانه‌زنی و بنیه بذر، درجه‌بندی اندازه بذر

* نگارنده مسئول (a.hamidi@areeo.ac.ir)

مقدمه

گیاه دانه روغنی سویا [*Glycine max* (L.) Merrill] در تأمین روغن و پروتئین گیاهی برای جمعیت رو به افزایش کشور دارای اهمیت فراوان و به‌سزایی می‌باشد. شناسایی عواملی که باعث کاهش و یا افزایش عملکرد این محصول می‌شود می‌تواند در پیشنهاد راهکارهای افزایش میزان تولید در واحد سطح و تدوین برنامه‌های توسعه این محصول روغنی-پروتئینی مهم باشد (Singh, 2010). در سال زراعی ۲۰۲۴-۲۰۲۵، سویا در جهان در سطح ۱۲۲ میلیون هکتار کشت شده و کل تولید آن ۳۳۹ میلیون تن بوده و برزیل با تولید ۱۶۹ میلیون تن، ۴۰ درصد از کل تولید سویای جهان را به خود اختصاص داده است. ایالات متحده با تولید ۱۱۸/۸۴ میلیون تن، ۲۸ درصد از کل تولید را به خود اختصاص داده است. آرژانتین و چین نیز به‌ترتیب با ۴۹ میلیون و ۲۰/۶۵ میلیون تن، تولیدکنندگان عمده سویا در جهان هستند (USDA, 2025).

سطح زیر کشت سویا در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در ایران ۱۴۶۱۹ هکتار بوده که ۲۱۰۰

هکتار آن دیم و ۱۲۵۱۹ هکتار آن به‌صورت کشت آبی کشن شده است. همچنین میزان تولید سویا در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در کشور ۲۵۲۲۳ تن بوده که تن ۳۳۱۴ آن به‌صورت دیم با عملکرد ۱۵۷۸ کیلوگرم در هکتار و ۲۲۵۵۱ تن آن در کشت آبی با عملکرد ۱۴۲۶ کیلوگرم در هکتار تولید شده است. همچنین استان‌های گلستان، اردبیل و مازندران به‌ترتیب بیشترین سطح زیر کشت سویا در کشور را به خود اختصاص داده‌اند. به‌طوری‌که استان گلستان با سطح زیر کشت ۸۷۹۲ هکتار، استان مازندران با ۴۶۵۷ هکتار و استان اردبیل با ۱۹۰۲ هکتار و استان مازندران با ۴۴۴۲ هکتار به‌ترتیب با تولید ۱۴۵۵۹، ۸۱۱۹ و ۳۰۱۱ تن بیشترین سطح زیر کشت و تولید سویای کشور را به خود اختصاص داده‌اند (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۳).

محصول سویا به‌شدت تحت تأثیر محیط قرار دارد. رشد و نمو سویا و در نتیجه، عملکرد دانه، ناشی از تعامل بین رقم و عوامل محیطی، مانند تراکم جمعیت و عوامل محیطی قابل پیش‌بینی و غیرقابل پیش‌بینی است. تلاش‌های مداومی برای

بهبود تکنیک‌ها و روش‌های تولید برای افزایش عملکرد و کیفیت در تمام بخش‌های زنجیره تولید کشاورزی وجود دارد. میزان تأثیر بر عملکرد کشاورزی و سود حاصل از استفاده از ارقام جدید و برتر ژنتیکی، ارتباط نزدیکی با کیفیت فیزیولوژیکی بذره‌ای موجود برای کشاورزان دارد (França-Neto *et al.*, 2016). شاخص‌های کیفیت فیزیولوژیکی بذر که، قوه‌نامیه^۱ جوانه‌زنی^۲ و بنیه^۳ بذر هستند، می‌توانند به‌طور مستقیم بر بسیاری از جنبه‌های عملکرد، مانند سرعت جوانه‌زنی و کل جوانه‌زنی، تأثیر بگذارد و اندازه بذر یکی دیگر از مؤلفه‌های کیفیت است که در بسیاری از گونه‌ها ارزیابی شده است (Rodrigues *et al.*, 2018).

رشد و نمو بذر در گیاه سویا در شرایط محیطی بسیار متفاوتی رخ می‌دهد که باعث ایجاد تنوع در اندازه و کیفیت بذر می‌شود. جوانه‌زنی بذر، ظهور گیاهچه و این مراحل، تحت تنش‌های غیرزیستی با موفقیت به مرحله دیگری تبدیل می‌شوند که عمدتاً به قدرت بذر بستگی دارد (Day & Koçak Şahin, 2024).

کیفی مهم گیاهان زراعی است و یکی از عوامل کلیدی مؤثر بر عملکرد محصول محسوب می‌شود، با این حال، چگونگی تأثیر اندازه بذر بر تفاوت‌های رشدی و فیزیولوژیکی، مقاومت در برابر تنش و ویژگی‌های عملکرد مشخص نیست (Wang *et al.*, 2025). اندازه بذر یکی از اجزای کیفیت بذر است که بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد و تفاوت‌هایی در اندازه بذر بین ارقام مختلف وجود دارد. اندازه بذر عامل کلیدی در بهبود محصول است. با این حال، اطلاعات کمی در مورد رابطه بین اندازه بذر، کیفیت بذر و ویژگی‌های عملکرد در سویای در دسترس است (Adebisi *et al.*, 2013). همچنین اندازه بذر یکی از اجزای کیفیت بذر است که بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد و بین گونه‌های مختلف، تفاوت‌هایی در اندازه بذر وجود دارد. اندازه بذر یک عامل کلیدی در بهبود محصول است. با این حال، اطلاعات کمی در مورد رابطه بین اندازه بذر، رقم و ویژگی‌های ظهور گیاهچه سویا در دسترس است (Msaakpa, 2016).

اندازه بذر قابل دستیابی، وزن بذر یا افزایش وزن بذر در روز، مدت زمان پر شدن بذر و تعداد بذر

۱- Viability-
۲- Germination-
۳- Vigor

دارند. علاوه بر این، استانداردسازی بر اساس اندازه بذر با دقت کاشت مکانیکی (Krzyzanowski *et al.*, 1991) و همچنین بهبود جنبه‌های ظاهری و تجاری توده‌های بذر (Lima & Carmona, 1999) مرتبط است. درجه‌بندی براساس اندازه بذر سویا از جمله مراحل فرآوری بوده (Gregg & Billups, 2010) و امروزه اجرای آن توسط برخی تولیدکنندگان بذر به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. با این وجود اما اطلاعات کمی در مورد تأثیر اندازه بذر سویا بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در مناطقی که از مشکلات شوری رنج می‌برند، وجود دارد (Day & Koçak Şahin, 2024).

اندازه بذر سویا نیاز به مطالعه بیشتر دارد، زیرا رابطه آن با کیفیت فیزیولوژیکی، استقرار در مزرعه و عملکرد بحث برانگیز است. Bianchi *et al.* (2022) اثرات اندازه بذر بر استقرار سویا و کیفیت فیزیولوژیکی در مزرعه را بر اساس یک طرح فاکتوریل $3 \times 3 \times 2$ با دو رقم M5947IPRO و HO124IPRO، سه

در هر نیام تحت تأثیر شرایط آب و هوایی در طول پر شدن بذر قرار می‌گیرد (Bianchi *et al.*, 2022). اندازه بذرهای سویا نیاز به مطالعه بیشتر دارد زیرا رابطه آن با کیفیت فیزیولوژیکی، استقرار در مزرعه و عملکرد بحث‌برانگیز است (Bianchi *et al.*, 2022). با این وجود، مطالعات متعدد در این زمینه، هنوز هیچ مدرک قطعی مبنی بر این که درجه‌بندی بذرهای سویا براساس اندازه بر کیفیت فیزیولوژیکی آنها تأثیر می‌گذارد، وجود ندارد (Soltani *et al.*, 2002). یکنواختی در اندازه، به‌همراه خلوص فیزیکی، پتانسیل ژنتیکی، جوانه‌زنی بالا، عدم آسیب و کیفیت خوب سلامت، عواملی هستند که در واقع نشان دهنده کیفیت فیزیولوژیکی خوب بذرها هستند (Jauer *et al.*, 2002). Costa *et al.* (2004) نتیجه گرفتند که اندازه بذر سویا بر کیفیت فیزیولوژیکی آنها تأثیری ندارد، درحالی که Pauda *et al.* (2010) به نتیجه‌ای کاملاً متضاد دست یافتند. طبق نتایج به‌دست‌آمده آنان، بذرهای بزرگ‌تر جوانه‌زنی و قدرت رشد بالاتری دارند، گیاهان بلندتری تولید می‌کنند که در زمان برداشت، بهره‌وری بالاتری

اندازه بذر ۵/۵، ۶/۰ و ۶/۵ میلی‌متر و سه تراکم بوته ۲۸۰،۰۰۰، ۳۲۰،۰۰۰ و ۳۶۰،۰۰۰ بوته در هکتار بر جوانه‌زنی، ظهور گیاهچه، پیری زودرس، ماده خشک گیاهچه و شاخص سرعت ظهور گیاهچه در مزرعه صفات زراعی و عملکرد دانه ارزیابی کردند. پس از برداشت، فقط بذره‌ای حاصل از کرت‌هایی با تراکم بوته ۳۲۰،۰۰۰ بوته را با استفاده از الک‌های دایره‌ای با اندازه‌های ۵/۵ میلی‌متر، ۶/۰ میلی‌متر، ۶/۵ میلی‌متر و ۷/۰ میلی‌متر براساس اندازه درجه‌بندی اندازه کردند. نتایج نشان داد بذره‌ای کوچک‌تر، بوته‌های با ارتفاع کم‌تری با ارتفاع کمتر اولین نیام از سطح خاک ایجاد کردند اما ارتفاع کمتر اولین نیام مانع برداشت مکانیزه نمی‌شد. بذره‌ای بزرگ‌تر کیفیت فیزیولوژیکی بالاتری داشتند و رقم M5947IPRO عملکرد و کیفیت بذر بهتری داشت.

مطالعات متعددی تأثیر اندازه بذر سویا بر کیفیت فیزیولوژیکی و عملکرد را ارزیابی کرده‌اند (Coelho et al., Soares et al., 2015b; Peripolli et al., 2019; Soares et al., 2015b) دریافتند که اندازه بذر سویا بر

جوانه‌زنی یا طول گیاهچه تأثیری ندارد. به نوبه خود، (Peripolli et al., 2019) با کار بر روی دو رقم که قبلاً با استفاده از الک‌های ۵/۰ و ۷/۰ میلی‌متری درجه‌بندی اندازه شده بودند، به این نتیجه رسیدند که اندازه بذره‌ای سویا بر سرعت جوانه‌زنی و اندازه ریشه‌چه تأثیر می‌گذارد، و برای بذره‌ای کوچک‌تر سرعت جوانه‌زنی و اندازه ریشه‌چه بیشتری داشتند.

طبق نتایج تحقیقات (Krishnan et al., 2014) و (Marcos-Filho, 2015)، اندازه بذر سویا تأثیر قابل توجهی بر رشد اولیه بوته دارد که این اثر با رشد گیاهان کاهش می‌یابد. بوته‌ای که از یک بذر کوچک حاصل می‌شود، در ابتدا رشد کندتری نسبت به بوته‌ای که از یک بذر بزرگ حاصل می‌شود، دارد، اما در طول رشد، رشد و نمو بوته بهبود می‌یابد و در نهایت به اندازه بوته مشخصه رقم می‌رسد.

بارآوری یک گیاه زراعی توسط تعامل بین گیاه، محیط کشت و شیوه‌های مدیریتی تعیین می‌شود. تراکم کاشت یک ابزار مدیریتی مهم است که علاوه بر ایجاد تغییرات مورفوفیزیولوژیکی در گیاهان، مستقیماً بر رقابت بین گونه‌ای و درون

- گونه‌ای برای منابع خاک، به ویژه آب و مواد مغذی، تأثیر می‌گذارد (Luiz *et al.*, 2020).
- Lima *et al* (2012) تأکید می‌کنند که تنظیم تراکم کاشت، ابزاری مهم در بهینه‌سازی رشد گیاه، افزایش زیست‌توده و تولید دانه است، زیرا بر استفاده از نور، آب و مواد مغذی تأثیر می‌گذارد (Procópio *et al.*, 2013).
- Freitas *et al* (2011) همچنین دریافتند که اندازه بذر تأثیر معنی‌داری بر قدرت رشد دارد، زیرا بذرهای سویا با قطر بزرگتر، ظرفیت فیزیولوژیکی بیشتری نشان دادند. نتایج مثبت، که نشان دهنده کیفیت فیزیولوژیکی برتر بذرهای بزرگتر نسبت به بذرهای کوچکتر در سویا است، توسط (Place *et al* (2011), Derre *et al* (2017)، (Coelho *et al* (2019) و Prado *et al* (2021) به دست آمد. با این حال، بذرهای بزرگتر بیشتر در معرض آسیب مکانیکی هستند، به‌ویژه هنگامی که در طول برداشت مکانیزه از ساختارهای گیاهی که آنها را در بر می‌گیرند، جدا می‌شوند و در نتیجه بر پتانسیل جوانه‌زنی آنها تأثیر می‌گذارند.
- Adebisi *et al* (2013) تأثیر اندازه بذر بر صفات کیفیت بذر، عملکرد بذر و اجزای عملکرد پنج رقم سویای گرمسیری مطالعه کردند. بذرهای هر رقم به درشت، متوسط و ریز درجه‌بندی اندازه شدند. بذرهای درجه‌بندی اندازه شده در آزمایشگاه برای جوانه‌زنی بذر و تعیین وزن ۱۰۰ بذر آزمایش شدند و سپس همان توده‌های بذر در مزرعه کشت داده شدند و از نظر جوانه‌زنی، عملکرد بذر و ویژگی‌های عملکرد ارزیابی شدند. رقم TG×1485-ID قبل از کاشت در هر سه اندازه بذر، وزن ۱۰۰ دانه برتر بین ۱۲/۱۸ تا ۱۶/۶۴ گرم را نشان داد. بذرهای رقم M-351 با اندازه بذر بزرگ، از حداکثر جوانه‌زنی بذر به میزان ۱۰۰ درصد در هر سه اندازه بذر برخوردار بود و درصد ظهور گیاهچه بذرهای اندازه درشت ۹۵ درصد و اندازه متوسط ۹۳ درصد بود. توده‌های بذر با اندازه بذر کوچک، حداکثر جوانه‌زنی بذر ۹۷ درصد و درصد ظاهر شدن گیاهچه ۹۰ را داشتند، در حالی که توده‌هایی با اندازه بذر بزرگ، بیشترین تعداد بذر در هر بوته (۸۸)، تعداد نیام در هر بوته (۵۴) و عملکرد بذر در هر بوته (۹/۷۲ گرم) را تولید کردند. بنابراین درجه‌بندی بذر برای

بالا در تاریخ‌های کاشت دیرتر، عملکرد بیشتری نسبت به بذرهای با چگالی پایین تولید کردند.

یکی از مشکلات عمده‌ای رویاروی تولید سویا در کشور، پائین بودن کیفیت بذر برای کاشت است. اگرچه کیفیت بذر توسط ساختار ژنتیکی آن تعیین می‌شود. اندازه بذر پارامتر مهمی از بنیه بذر است زیرا بر کارکرد بذر در خاک تأثیر می‌گذارد. کیفیت پائین بذرهای سویا ممکن است به دلیل جابجایی نامناسب بذر در زمان پس از برداشت باشد و نیز کیفیت بذر سویا در طول دوره انبارداری کاهش می‌یابد، منجر به ظهور ضعیف و نامنظم گیاهچه در مزرعه و عدم استقرار مناسب گیاهچه در مزرعه شود که متعاقباً منجر به بهره‌وری پایین می‌شود. استفاده از الک‌های مناسب برای به دست آوردن حداکثر بازیابی بذر با کیفیت بالاتر بذر، هدف مهمی از فرآوری بذر است. اگرچه اندازه الک‌های توصیه شده برای فرآوری سویا، بارها با معرفی ارقام جدید نیاز به تغییر دارد. گاهی اوقات، شرایط تولید به گونه‌ای است که بذر تولید شده اندازه‌های متفاوتی خواهد داشت. اگر چنین بذرهایی با الک‌های توصیه شده

جداسازی بذرهای کوچک برای کیفیت برتر بذر و بذرهای بزرگ برای عملکرد بالای محصول را پیشنهاد کردند.

(Pereira et al 2013) برای بررسی اثر اندازه بذر و تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه بذرهای سویا را براساس ضخامت با استفاده از الک فلزی با منافذ مستطیلی شکل با قطر چشمه مش شماره ۱۲ ($12/64 \times 3/4''$)، ۱۳ ($13/64 \times 3/4''$) و ۱۴ ($14/64 \times 3/4''$) درجه‌بندی اندازه کردند و مشاهده کردند در شرایط رطوبتی مطلوب رطوبت محیط کشت بذرهای بزرگتر گیاهچه‌های با بنیه قوی‌تر ایجاد کردند.

(Hoy & Gamble 1987) اثرات چگالی و اندازه بذر را بر عملکرد بذر سویا در مزرعه بررسی کردند و مشاهده نمودند بذرهای با بزرگ و چگالی کم، کمترین درصد جوانه‌زنی و کمترین سرعت جوانه‌زنی را داشتند. همچنین اثرات چگالی و اندازه بذر زمانی که بذرها در مزرعه در معرض شدت بیشتری از تنش‌های دمای پایین و رطوبت یا فشردگی بیشتر خاک قرار گرفتند، بیشتر بود. این در حالی بود که بذرهای با چگالی

فرآوری شوند، ممکن است منجر به رد شدن تعداد زیادی بذر شود که در غیر این صورت ممکن است از کیفیت خوبی برخوردار باشند و برعکس. بنابراین، مطلوب است که اندازه بهینه بذر تعیین شود که جوانه‌زنی، رشد، قدرت و عملکرد بهتری را ایجاد کند. باوجود این که خط بوجاری و فرآوری کامل بذر سویا مشتمل بر دستگاه‌های: دستگاه جداکننده با جریان هوا و غربال^۱؛ جداکننده مارپیچی^۲؛ جداکننده ثقلی^۳؛ جداکننده با استفاده از رنگ^۴؛ ضد عفونی کننده بذر^۵؛ خشک‌کن برای کاهش رطوبت بذرهای ضد عفونی شده (برای بسته‌بندی^۶ غیر قابل نفوذ نسبت به رطوبت^۸ بذر ها) و دستگاه بسته‌بندی^۹ و توزین بسته‌های بذر سویا برای انبار کردن^{۱۰} و حمل و نقل و توزیع^{۱۱} بذر ها می‌باشد (Gregg & Billups, 2010)، در حال حاضر، استفاده از دستگاه بوجاری با جریان هوا و غربال با غربال

گرد^{۱۲} با اندازه منافذ ۸، ۹ و ۱۰ و غربال کشیده (مستطیلی)^{۱۳} ۴ یا ۵ میلی‌متر برای بوجاری و فرآوری بذر سویا مرسوم است و اغلب مشاهده می‌شود که تولیدکنندگان بذر سویا در کشور مقدار قابل توجهی از بذر خوب را در فرآیند بوجاری و فرآوری به صورت ضایعات و بذرهای ترک خورده و شکسته و لپه شده از دست می‌دهند که به عنوان افت بذر تلقی می‌شود. از این رو، و باتوجه به اهمیت درجه‌بندی اندازه بذر سویا بر جوانه‌زنی و بنیه بذر و رشد اولیه گیاهچه در مزرعه و تولید محصول و عملکرد دانه سویا، تحقیق حاضر برای بررسی اثر خصوصیات ظاهری و اندازه‌های مختلف بذر هفت رقم تجاری سویا: ۱- کتول (DPX)، ۲- سحر، ۳- ساری (JK)، ۴-۳۳، ۵- ویلیامز، ۶- کوثر (M7) و ۷- تلار انجام شد.

Air-Screen Cleaner-^۱
Spiral Separator-^۲
Gravity Separator-^۳
Color Sorter-^۴
Treater-^۵
Dehumidified Dryer-^۶
Packaging-^۷
vapor proof-^۸
Bagger-Weigher-^۹
Storage-^{۱۰}
Shipping, Distribution-^{۱۱}

Round-^{۱۲}
Slot-^{۱۳}

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر اندازه بذر بر بنیه بذر و گیاهچه ارقام تجاری سویا پژوهشی با انجام آزمون‌های خلوص فیزیکی بذر، ارزیابی‌های ظاهری بذر، آزمون جوانه‌زنی استاندارد و بنیه بذر در آزمایشگاه تجزیه بذر مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال در کرج در سال ۱۴۰۱ انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل ۴ اندازه مختلف بذر ۷ رقم سویای تجاری شامل: ۱- کتول (DPX)، ۲- سحر، ۳- ساری (JK)، ۴- ۰۳۳، ۵- ویلیامز، ۶- کوثر (M7) و ۷- تلار و ۳ اندازه بذر: ریز (بذرهایی با قطر کوچکتر از ۶/۲۵ میلی‌متر)، متوسط (بذرهایی با قطر بین ۶/۲۵ تا ۷ میلی‌متر) درشت (بذرهایی با قطر بالاتر از ۷ میلی‌متر) بودند. درجه‌بندی اندازه بذر با استفاده از غربال کردن بذر با به‌ترتیب با غربال‌های با منافذ گرد با قطر منافذ ۶/۲۵ و ۷ میلی‌متر و غربال با منافذ کشیده (مستطیلی) با عرض ۴/۵ میلی‌متر انجام گردید و نمونه شاهد بدون درجه‌بندی بذر از لحاظ اندازه بود.

صفات ظاهری بذر شامل: وزن هزار بذر، چگالی، درصد چروکیدگی، درصد ترک‌خوردگی بذر و

طول، عرض و ضخامت بذر اندازه‌گیری شدند. برای ارزیابی وزن هزار بذر تعداد ۴۰۰ بذر (۴ تکرار ۱۰۰ بذری) از هر تیمار به‌صورت تصادفی انتخاب و سپس با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شده، بعد حاصل توزین ۴۰۰ بذر بر ۴ تقسیم و در ۱۰ ضرب گردید (ISTA, 2025).

به‌منظور محاسبه حجم بذور برای تعیین چگالی بذر ها (Pb) از روش جابه‌جایی مایع (آب) استفاده شد. برای اندازه‌گیری چگالی بذر به این روش، ابتدا مقدار ۵۰ گرم بذر از هر تیمار را در یک استوانه مدرج ریخته و حجم آن را برحسب سانتی‌مترمکعب یاد داشت کرده و سپس با یک پیمت آب را درون استوانه مدرج ریخته و حجم مقدار آب پرکننده فضای بین بذر ها را یادداشت کرده، حجم آب را از حجم بذر درون استوانه مدرج کم نموده و سپس وزن بذر (۵۰ گرم) را بر حاصل منها تقسیم کرده و طبق رابطه زیر نتیجه به‌عنوان چگالی بذر محسوب گردید و این آزمایش برای هر تیمار، در ۴ تکرار انجام شد (Kachru et al., 1994).

$$P_b = \frac{m_b}{v_b} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه، m_b برحسب گرم g ، جرم توده و V_b برحسب میلی‌لیتر مکعب (ml^3)، حجم توده درون استوانه مدرج می‌باشند (Kachru et al., 1994).

برای اندازه‌گیری درصد بذرهای چروکیده و ترک‌خورده، تعداد بذرهای چروکیده و دارای ترک‌خورده در ۴۰۰ بذر (۴ تکرار ۱۰۰ عددی) انتخاب شده به‌صورت تصادفی از هر تیمار، شمارش شدند. میزان ترک‌خوردگی بذرها با استفاده از روش چشمه نورانی و دستگاه ترک بین برحسب درصد وزنی محاسبه شد. در این روش برای هر تیمار تعداد بذرهای ترک‌خورده رؤیت شده ثبت و با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۱ توزین گردید و میانگین درصد وزن بذرهای ترک‌خورده مشخص گردید (Peyman, et al., 2000).

آزمون جوانه‌زنی استاندارد براساس دستورالعمل انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) به‌روش کاشت در لابلای کاغذ جوانه‌زنی انجام گردید. بدین‌صورت که دولایه کاغذ در زیر و یک لایه بر روی بذرها قرار داده شده و کاغذها قبل از کشت با آب مقطر مرطوب شده و بذرها به‌صورت ردیفی در وسط کاغذ قرار داده شده، سپس به ظرف‌های

پلاستیکی دردار منتقل گردید. بذرها به مدت ۸ روز در شرایط ۸ ساعت روشنایی و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت تاریکی با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد (ISTA, 2025) در ژرمیناتور قرار داده شدند. در طول دوره آزمون، ظرف‌های کشت شده به‌صورت روزانه بازدید و تعداد بذر جوانه‌زده یادداشت برداری گردید و در پایان آزمون جوانه‌زنی استاندارد، گیاهچه‌های عادی و غیرعادی براساس معیارهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) مشخص شدند (Don & Ducournau, 2018). و از بین گیاهچه‌های عادی تعداد ۱۰ گیاهچه به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات طول گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با خط‌کش با دقت یک میلی‌متر و وزن خشک آنها با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ $\pm$ گرم توزین گردید با شمارش روزانه بذرهای جوانه‌زده، برخی از شاخص‌های جوانه‌زنی مرتبط با بنیه بذر شامل موارد زیر محاسبه گردید:

۱- متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT) که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Ranal & De Santana, 2006).

$$MTG = \sum(nd) / \sum n \quad \text{:(رابطه، ۲)}$$

که در این رابطه n تعداد بذر جوانه‌زده در طی d روز، d تعداد روزها و $\sum n$ کل تعداد بذرهای جوانه‌زده هستند (Ranal & De Santana, 2006).

۲- ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) نیز که مشخصه سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذر است از رابطه زیر محاسبه گردید (Ranal & De Santana, 2006).

$$CVG = G_1 + G_2 + \dots + G_n / (1 \times G_1) + (2 \times G_2) + \dots + (n \times G_n) \quad \text{:(رابطه، ۳)}$$

در پایان تعداد کل بذر جوانه‌زده (گیاهچه‌های عادی تولید شده) در هر آزمون شمارش و یادداشت‌برداری شد. داده‌های هر آزمون به‌عنوان درصد جوانه‌زنی نهایی به‌منظور محاسبه شاخص‌های زیر مورد استفاده قرار گرفت.

۳- متوسطه جوانه‌زنی روزانه (MDG) که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه است، با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید (Ranal & De Santana, 2006):

$$MDG = FGP/D \quad \text{:(رابطه، ۴)}$$

FGP درصد جوانه‌زنی نهایی و D تعداد روز تا رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی نهایی می‌باشد.

۴- سرعت جوانه‌زنی روزانه نیز عکس متوسط جوانه زنی روزانه است (Ranal & De Santana, 2006).

$$DGS = 1/MDG \quad \text{:(رابطه، ۵)}$$

تجزیه داده‌های به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت با نرم‌افزار SAS صورت گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و با نرم‌افزار MSTATC انجام شد و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر رقم، اندازه بذر و اثر متقابل رقم $\times$ اندازه بذر بر روی کلیه خصوصیات ظاهری بذر مورد بررسی شامل: درصد چروکیدگی، درصد ترک‌خوردگی، چگالی، طول، ضخامت، عرض و وزن هزار بذر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات برخی خصوصیات ظاهری بذر ارقام تجاری سویا در اندازه‌های مختلف بذر

منابع تغییرات	درجه- آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		درصد چروکیدگی	درصد ترک- خوردگی بذر	چگالی بذر	طول بذر	ضخامت بذر	عرض بذر
رقم	۶	۱۸۵/۰۳**	۲۷۳/۰۹**	۰/۰۱۵**	۰/۲۹۰**	۰/۷۲۱**	۰/۲۷۹**
اندازه	۳	۹۲/۷۳**	۱۶۵/۴۳**	۰/۱۰**	۷/۳۸۰**	۶/۴۲**	۶/۷۷**
رقم×اندازه	۱۸	۲۵/۹۶**	۵۶/۵۴**	۰/۰۱۱**	۰/۱۸۵**	۰/۲۵**	۰/۲۴**
خطا	۸۴	۲/۵۵	۹/۴۸	۰/۰۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳۹	۰/۰۳۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۴۶	۱۲/۱	۵/۹۳	۲/۵۸	۳/۵۶	۲/۷۰
۲/۶۳							

ns غیرمعنی دار و * و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

براساس نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم×اندازه بذر بر روی خصوصیات ظاهری بذر مشخص گردید در بین ارقام بررسی شده با اندازه بذرهای مختلف، رقم ۰۳۳ با اندازه درشت و بذرهای ویلیامز با اندازه بذر ریز به ترتیب کمترین و بیشترین درصد چروکیدگی بذر را داشتند (صفر و ۲۰ درصد). درصد ترک خوردگی بذر نیز در بین ارقام مختلف و همچنین اندازه‌های مختلف بذر اختلاف قابل توجهی داشت و بذرهای بدون درجه بندی اندازه بذر (شاهد) رقم ویلیامز، بیشترین و بذرهای ریز رقم سحر، کمترین درصد ترک خوردگی بذر را نشان دادند. در بررسی تغییرات چگالی بذر نیز براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بذرهای درشت رقم ویلیامز و بذرهای ریز رقم تلار به ترتیب بیشترین و کمترین میزان

چگالی بذر را داشتند (۱/۱۴۶ و ۰/۸۵). همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های طول، عرض و ضخامت بذر نشان داد که بذرهای ارقام تجاری از نظر طول، عرض و ضخامت بذر متفاوت بودند به طوری که بذرهای رقم ویلیامز بدون درجه بندی اندازه بذر، بیشترین مقدار طول (۸/۰۵۸ میلی متر) عرض (۷/۲۸ میلی متر) و ضخامت بذر (۶/۳۱ میلی متر) را دارا بود و همچنین کمترین مقدار طول بذر (۶/۳۴۱ میلی متر) در رقم ۰۳۳ با اندازه ریز، و کمترین عرض و ضخامت بذر در بذرهای ریز رقم کتول (DPX) (به ترتیب ۵/۶۳ و ۴/۶۱ میلی متر) مشاهده شد. بذرهای ریز رقم ۰۳۳ و بذرهای متوسط رقم تلار به ترتیب با ۲۵۰/۴ و ۳۲/۸۶ گرم بیشترین و کمترین وزن هزار بذر را داشتند. (جدول ۲). وزن یکصد بذر سویا بسیار

کردند. براساس نتایج آزمایش a
 (Mirshekarneshad *et al* (2014)، تفاوت
 معنی‌داری بین ارقام بررسی شده سویا تحت
 از لحاظ میزان ترک‌خوردگی و شکستگی پوسته
 بذر تحت تأثیر آسیب مکانیکی در مراحل مختلف
 بوجاری و فرآوری بذر مشاهده شد، به‌طوری‌که
 رقم ۰۳۳ پوسته بذرهای بیشترین تحمل را در
 برابر فشار نشان داد. همچنین در بین مراحل
 مختلف بوجاری و فرآوری، مرحله انتقال بذرها در
 بالابرها کیفیت بذر را به‌شدت کاهش داد.

متغیر و بسته به رقم از ۵ تا ۴۰ گرم متفاوت
 است (Weiss, 1999). (Kostić *et al* (2008)
 نیز با درجه‌بندی اندازه بذرهای پنج رقم سویا به
 اندازه‌های بزرگتر از ۵/۵ میلی‌متر، ۵/۰-۵/۵
 میلی‌متر و ۴/۵-۵/۰ میلی‌متر با مشاهده تفاوت
 معنی‌دار وزن هزار بذر ارقام بررسی شده تفاوت
 وزن هزار بذر این ارقام در اندازه‌های مختلف را
 ۱۱۳/۶۷ تا ۲۰۲/۲۷ گرم گزارش نمودند. همچنین
 (Kostić *et al* (2013) تفاوت معنی‌دار
 خصوصیات فیزیکی بذر چهار رقم سویا گزارش

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم × اندازه بذر، بر روی خصوصیات ظاهری بذر ارقام تجاری سویا

رقم × اندازه	عرض بذر (میلی‌متر)	ضخامت بذر (میلی‌متر)	طول بذر (میلی‌متر)	چگالی بذر (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	درصد ترک‌خوردگی بذر	درصد چروکیدگی	وزن هزار بذر (گرم)
تالر × شاهد	۶/۳۳ hgi	۵/۳۹۰ h	۶/۹۸۴ klm	۰/۹۷ efghi	۱۶/۰ d-g	۰/۴۵ fg	۱۷۰/۱۰ i
تالر × ریز	۵/۸۰ mno	۶/۴۵۰ jkl	۶/۴۵۲ op	۰/۸۵ k	۱۳/۰ d-g	۰/۷۵ fg	۲۱۸/۳۰ de
تالر × متوسط	۶/۵۱ fgh	۷/۲۴۰ e-h	۷/۲۴۰ hijk	۱/۱۳ ab	۱۴/۵ d-g	۰/۲۵ fg	۸۶/۳۲ p
تالر × درشت	۷/۰۲ bc	۷/۵۸۰ bc	۷/۵۸۰ cdef	۱/۰۶ a-e	۱۴/۰ d-g	۰/۲۵ fg	۱۱۵/۴۰ no
سحر × شاهد	۶/۲۹ hgi	۵/۴۹۰ hgi	۷/۰۰۷ jkl	۱/۰۰۳ d-i	۸/۰ jk	۱/۰۰ fg	۱۶۳/۱۰ j
سحر × ریز	۵/۹۵ imn	۵/۰۴۰ hgi	۶/۵۱۸ nop	۰/۹۲ ijk	۶/۰ k	۲/۰۰ efg	۲۱۳/۹۰ e
سحر × متوسط	۶/۷۲ ef	۵/۹۴۰ hgi	۷/۲۴۸ hij	۱/۰۲ c-h	۸/۰ jk	۱/۷۵ efg	۲۴۲/۷۰ b
سحر × درشت	۶/۹۹ bcd	۶/۰۹۶ hgi	۷/۷۵۶ bcd	۱/۰۱ d-i	۱۶/۰ d-g	۰/۲۵ fg	۱۲۱/۶۰ lmn
۰۳۳ × شاهد	۶/۵۶ efg	۵/۳۴۰ hi	۷/۲۴۴ hijk	۰/۹۸ e-i	۱۷/۰ c-f	۰/۷۵ fg	۱۸۸/۱۰ g
۰۳۳ × ریز	۵/۸۲ imno	۴/۷۶۰ klm	۶/۳۴۱ p	۰/۹۶ ghi	۱۰/۷۵ d-g	۲/۰۰ efg	۲۵۰/۴۰ a
۰۳۳ × متوسط	۶/۵۷ efg	۵/۴۲۰ jh	۷/۲۶۶ hij	۰/۹۸ e-i	۱۳/۲۵ d-g	۰/۲۵ fg	۱۸۹/۴۰ g
۰۳۳ × درشت	۷/۱۰ ab	۶/۰۷۶ ab	۷/۷۹۷ abc	۱/۰۴ c-g	۱۹/۰ d-g	۰/۲۰ g	۱۲۷/۶۰ l
ویلیامز × شاهد	۷/۲۸ a	۶/۳۱۰ a	۸/۰۵۸ a	۰/۹۷ f-i	۲۹/۰ a	۴/۲۵ cd	۱۸۰/۵۰ h
ویلیامز × ریز	۶/۰۵ jkl	۴/۹۹۰ jkl	۶/۶۱۰ no	۰/۹۶ f-i	۱۹/۰۰ b-e	۲۰/۰۰ a	۲۳۷/۷۰ c
ویلیامز × متوسط	۶/۷۷ cde	۵/۹۲۰ bcd	۷/۴۷۱ e-h	۱/۰۱۲ d-i	۹/۰۰ ijk	۷/۰۰ b	۱۸۹/۸۰ g
ویلیامز × درشت	۶/۷۲ ef	۵/۷۹۰ cde	۷/۵۸۲ c-f	۱/۱۴۶ a	۱۶/۰ d-g	۹/۰۰ b	۱۱۲/۹۰ o
کوثر (M7) × شاهد	۶/۰۱۷ klm	۴/۹۱۰ jkl	۷/۰۳۲ i-l	۱/۰۱۵ d-i	۲۱/۰ bc	۱/۵۰ efg	۱۶۴/۲۰ ij
کوثر (M7) × ریز	۵/۷۲ no	۴/۷۶۰ ik	۶/۷۳۸ mn	۰/۹۴ hij	۱۹/۰ b-e	۳/۲۵ cde	۲۱۸/۴۰ de
کوثر (M7) × متوسط	۶/۲۵ ijk	۴/۹۵۰ jkl	۷/۲۷۸ ghi	۱/۰۱۱ d-i	۲۱/۰ b	۰/۷۵ fg	۲۰۴/۵۰ f
کوثر (M7) × درشت	۷/۱۲ ab	۶/۰۸ ab	۷/۸۰۶ abc	۱/۰۳ c-h	۲۰/۰ bcd	۰/۵۰ fg	۱۲۰/۲۰ mn
کتول × شاهد	۶/۷۶ de	۵/۶۸۸ d-g	۷/۵۳۴ d-g	۱/۱۱ abc	۱۳/۰ f-i	۴/۷۵ c	۱۷۷/۴۰ h
کتول × ریز	۵/۶۳ o	۴/۶۱۰ m	۶/۴۷۵ op	۱/۰۱ d-i	۸/۰ jk	۷/۲۵ b	۲۲۷/۴۰ c
کتول × متوسط	۶/۶۰ ef	۵/۴۸۰ fgh	۷/۳۲۱ fgh	۱/۰۵۴ b-f	۵/۷۵ k	۰/۷۵ fg	۱۸۰/۸۰ h
کتول × درشت	۷/۱۶ ab	۶/۰۴۸ abc	۷/۹۹۷ ab	۱/۱۴۲ ab	۱۲/۰ g-h	۰/۵۰ fg	۱۲۰/۶۰ mn
ساری × شاهد	۶/۶۶ ef	۵/۹۲۰ bcd	۷/۳۰۲ gh	۱/۰۷۶ abcd	۱۵/۰ e-h	۱/۵۰ efg	۱۷۰/۴۰ i
ساری × ریز	۵/۸۰ mno	۵/۱۱۰ ij	۶/۴۰۰ op	۰/۸۶ jk	۱۴/۰ fgh	۲/۲۵ def	۲۲۳/۳۰ cd
ساری × متوسط	۶/۲۳ ijk	۵/۷۲۰ def	۶/۹۵۰ lm	۰/۹۹ d-i	۱۳/۷۵ fgh	۱/۰۰ fg	۱۳۷/۱۰ k
ساری × درشت	۷/۰۳ ab	۶/۳۲۰ a	۷/۶۶۷ cde	۱/۱۰۵ abc	۱۹/۷۵ bcd	۰/۵۰ fg	۱۲۶/۵۰ lmn

در هر صفت اعدادی که دارای حروف مشابه هستند با آزمون (LSD) در سطح ۵ درصد، در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

سرعت جوانه‌زنی روزانه از نظر آماری در سطح

احتمال یک درصد معنی‌دار گردید و درصد

گیاهچه‌های عادی تنها تحت تأثیر رقم قرار

گرفت. همچنین، اثر متقابل رقم × اندازه بر طول

گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک

براساس نتایج تجزیه واریانس صفات، ارزیابی

شاخص‌های جوانه‌زنی بذر با استفاده از آزمون

جوانه‌زنی استاندارد اثر متقابل رقم × اندازه بر

متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی،

درصد جوانه‌زنی نهایی، متوسط جوانه‌زنی روزانه و

- ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشت و تفاوت شاخص طولی بنیه گیاهچه نیز فقط در ارقام مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در آزمون جوانه‌زنی استاندارد علایم ظاهری زوال بذور یک توده بذر به‌صورت گیاهچه‌های غیرعادی ظهور می‌کند تعداد گیاهچه‌های عادی و غیرعادی می‌تواند جهت برآورد بنیه گیاهچه به‌طور موفقیت‌آمیزی مورد استفاده قرار گیرند (Hampton & TeKrony, 1995).
- مقایسه میانگین نشان داد بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی بذر در رقم ویلیامز بدون درجه‌بندی اندازه بذر و کمترین مقدار آن در رقم ۰۳۳ با اندازه بذری ریز مشاهده گردید، درحالی‌که ارزیابی ضریب سرعت جوانه‌زنی بذور تغییرات محسوسی را نشان داد. درصد جوانه‌زنی نهایی، متوسط جوانه‌زنی روزانه و سرعت جوانه‌زنی روزانه در بین ارقام مورد بررسی با اندازه بذر مختلف، تفاوت معنی‌داری داشت به استثنای رقم ویلیامز و کتول (DPX) که در بین اندازه‌های بذر مختلف آنها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).
- Kostić *et al* (2008) با درجه‌بندی اندازه بذرهای پنج رقم سویا به اندازه‌های بزرگتر از ۵/۵ میلی‌متر، ۵/۵-۵/۰ میلی‌متر و ۴/۵-۵/۰ میلی‌متر با مشاهده تفاوت معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذرهای ارقام بررسی شده تفاوت درصد جوانه‌زنی بذر این ارقام در اندازه‌های مختلف را ۸۸/۶۷ تا ۹۶/۶۷ درصد مشاهده کردند. (Wang *et al* 2025) نیز بذرهای ارقام سویا را براساس وزن ۱۰۰ به چهار گروه بزرگ، متوسط، ریز و بسیار ریز تقسیم کردند و با انجام آزمایش جوانه‌زنی مشاهده کردند بذرهای متوسط جوانه‌زنی بیشتری برخوردار بودند. همچنین با مشاهده تفاوت معنی‌دار شاخص سرعت جوانه‌زنی ارقام سویای بررسی شد گزارش کردند بذرهای بزرگ دارای شاخص سرعت جوانه‌زنی بیشتری بودند.
- Moshtaghi-Khavarani *et al* (2014) گزارش کردند بذرهای اندازه کوچک سویای رقم صبا (L17) از سرعت جوانه‌زنی بیشتری برخوردار بودند. (Lambat *et al* 2017) بالاتر بودن سرعت جوانه‌زنی بذرهای اندازه بزرگ و متوسط در مقایسه با بذرهای اندازه کوچک و درجه‌بندی نشده اندازه ارقام گلرنگ را مشاهده کردند. سرعت

جوانه‌زنی یکی از اولین و مهم‌ترین شاخص‌های بنیه بذر است و سرعت جوانه‌زنی همبستگی زیادی با کیفیت جوانه‌زنی بذر دارد و عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه است (Ranal & De Santana, 2006).

Msaakpa (2016) وجود همبستگی بسیار نزدیک وزن خشک گیاهچه سویا (به جز لپه‌ها) با بنیه بذر را گزارش کردند. متوسط زمان جوانه‌زنی که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌شود و به‌عنوان معیاری از یکنواختی جوانه‌زنی و وضعیت بنیه گیاهچه محسوب می‌گردد (Ranal & De Santana, 2006). با افزایش وزن بذر سرعت جوانه‌زنی در برخی گیاهان بیشتر می‌شود و کاهش جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر، از نشانه‌های زوال بذر است (Hampton & TeKrony, 1995).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و برخی خصوصیات مرتبط با گیاهچه در آزمون بنیه گیاهچه و تجزیه و تحلیل رشد گیاهچه در آزمون جوانه‌زنی استاندارد در ارقام مورد بررسی سویا

میانگین مربعات (MS)

منابع تغییرات	درجه- آزادی	متوسط زمان جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی	متوسط جوانه‌زنی روزانه	سرعت جوانه‌زنی روزانه	درصد جوانه- زنی نهایی	درصد گیاهچه- های عادی	طول گیاهچه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص طولی بنیه گیاهچه	شاخص وزنی بنیه گیاهچه
رقم	۶	۰/۰۸**	۰/۰۰۰۱۲**	۰/۹۵**	۰/۰۰۰۱۴**	۱۲۵/۱۴**	۱۸۸۹/۶**	۴/۴۹*	۰/۰۷۹ ^{NS}	۰/۰۱۶**	۰/۰۱۲**	۳/۸۸۲*	۲/۳۹**	۴۲۵۹۰۸**	۹۶۴/۴۵**
اندازه بذر	۳	۰/۰۴**	۰/۰۰۰۱**	۰/۵۱**	۰/۰۰۰۱۲**	۳۲/۷۶**	۲۷/۸ ^{NS}	۴/۴۹*	۰/۲۸۱**	۰/۰۵۶**	۰/۲۸۵**	۱/۲۰۱ ^{NS}	۳/۸۷**	۱۱۱۱ ^{NS}	۱۸۷۷/۸۲**
رقم×اندازه	۱۸	۰/۰۳**	۰/۰۰۰۱**	۰/۱۷**	۰/۰۰۰۱**	۱۰/۹۸**	۷۵/۴ ^{NS}	۳/۸۵*	۰/۰۶۸**	۰/۰۰۸**	۰/۰۱۵**	۲/۹۵۲*	۰/۷۷*	۴۱۴۹ ^{NS}	۱۳۴/۳۱**
خطا	۸۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۷	۰/۰۰۰۰۰۲	۴/۹۵	۵۷/۱	۲/۰۰۲	۰/۰۷۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۱/۵۸۳	۰/۴۵	۲۵۲۵۸	۵/۴۰
ضریب تغییرات (درصد)	–	۶/۲۶	۰/۶۱	۲/۲۸	۲/۳۷	۲/۲۸	۹/۹۳	۵/۳۹	۱۰/۶۵	۱۱/۷۴	۹/۰۳	۷/۸۱	۶/۶۲	۱۲/۹۸	۱۳/۶۰

NS، **، ***، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم × اندازه بر روی برخی خصوصیات مرتبط با گیاهچه در آزمون بنیه گیاهچه و تجزیه و تحلیل رشد گیاهچه در ارقام مورد بررسی سویا

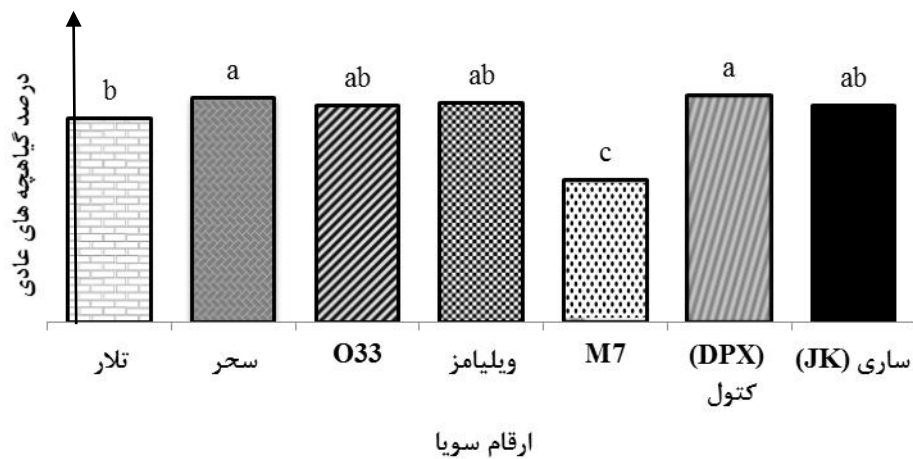
رقم × اندازه	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	ضریب سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی نهایی	متوسط جوانه‌زنی روزانه (بذر/روز)	سرعت جوانه‌زنی روزانه (بذر/روز)
تلاخ × شاهد	۱/۱۲ fg	۰/۰۶ a	۹۶ bc	۱۲/۰ bc	۰/۰۸ cd
تلاخ × ریز	۱/۱۸ d-g	۰/۰۶ ab	۹۲ d	۱۱/۵ d	۰/۰۹ b
تلاخ × متوسط	۱/۱۵ efg	۰/۰۶ a	۹۷ abc	۱۲/۱۳ abc	۰/۰۸ de
تلاخ × درشت	۱/۱۸ d-g	۰/۰۶ a	۹۸ abc	۱۲/۲۵ abc	۰/۰۸ def
سحر × شاهد	۱/۱۶ d-g	۰/۰۶ ab	۹۸ abc	۱۲/۲۵ abc	۰/۰۸ def
سحر × ریز	۱/۱۲ fg	۰/۰۶ a	۹۸ abc	۱۲/۲۵ abc	۰/۰۸ def
سحر × متوسط	۱/۱۱ g	۰/۰۶ a	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef
سحر × درشت	۱/۱۸ d-g	۰/۰۶ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
۰۳۳ × شاهد	۱/۳۱ bc	۰/۰۶۱ ab	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef
۰۳۳ × ریز	۱/۰۹ g	۰/۰۶۲ a	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef
۰۳۳ × متوسط	۱/۱۱ g	۰/۰۶۰ a	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef
۰۳۳ × درشت	۱/۱۱ g	۰/۰۶۰ a	۹۷ abc	۱۲/۱۳ abc	۰/۰۸ de
ویلیامز × شاهد	۱/۵۴ a	۰/۰۶ b	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
ویلیامز × ریز	۱/۲۹ bcd	۰/۰۶۱ ab	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
ویلیامز × متوسط	۱/۱۰ g	۰/۰۶۰ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
ویلیامز × درشت	۱/۱۴ efg	۰/۰۶۰ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
کوثر (M7) × شاهد	۱/۲۹ bcd	۰/۰۶ ab	۹۲ d	۱۱/۵۰ d	۰/۰۸ b
کوثر (M7) × ریز	۱/۳۸ bc	۰/۰۶ b	۸۷ e	۱۰/۸۸ e	۰/۰۹ a
کوثر (M7) × متوسط	۱/۳۳ bc	۰/۰۶ b	۹۵ cd	۱۱/۸۸ cd	۰/۰۸۴ c
کوثر (M7) × درشت	۱/۲۵ c-f	۰/۰۶ ab	۹۵ cd	۱۱/۸۸ cd	۰/۰۸ c
کتول × شاهد	۱/۱۴ efg	۰/۰۶ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
کتول × ریز	۱/۱۰ g	۰/۰۶ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
کتول × متوسط	۱/۱۴ efg	۰/۰۶ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
کتول × درشت	۱/۲۶ b-e	۰/۰۶۰ ab	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
ساری × شاهد	۱/۳۴ efg	۰/۰۶ ab	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
ساری × ریز	۱/۲۶ efg	۰/۰۶ ab	۹۷ abc	۱۲/۱۳ abc	۰/۰۸ de
ساری × متوسط	۱/۳۸ efg	۰/۰۶ ab	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef
ساری × درشت	۱/۱۵ efg	۰/۰۶۲ a	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef

در هر صفت اعدادی که دارای حروف مشابه هستند با آزمون (LSD) در سطح ۵ درصد، در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

از برداشت نسبت به رقم صبا (L17) از قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بهتری برخوردار بودند. همچنین کاهش قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر پس از مراحل خشک‌کردن و انبارداری نامناسب بودن فرآیند خشک‌کردن بذر را مشخص کرد.

مطالعه (Goli *et al* (2016 نشان داد بذر سویای رقم صبا (L17) پس از فرآوری مستعد زوال است و آسیب مکانیکی باعث کاهش جوانه‌زنی بذر شد. همچنین مشخص شد که با افزایش سرعت ضربه تجهیزات بوجاری و فرآوری، آسیب فیزیکی و مکانیکی به بذر افزایش می‌یابد. (Wang *et al* (2025 نیز بذرهای ارقام سویا را براساس وزن ۱۰۰ به چهار گروه بزرگ، متوسط، ریز و بسیار ریز تقسیم کردند و با انجام آزمایش جوانه‌زنی مشاهده کردند بذرهای متوسط از درصد جوانه‌زنی بیشتری برخوردار بودند. (Moshtaghi-
(2014) Khavaran *et al* مشاهده نمودند، بذرهای اندازه کوچک و درجه‌بندی اندازه نشده سویای رقم صبا (L17) دارای کمترین درصد گیاهچه‌های عادی بودند.

برطبق نتایج مقایسه میانگین، درصد گیاهچه‌های عادی ارقام مورد بررسی سویا از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشتند به‌طوری که بیشترین درصد گیاهچه‌های عادی در رقم کتول (DPX)، (۸۸ درصد) و سحر و کمترین درصد گیاهچه‌های عادی در رقم کوثر (M7) (۵۴ درصد) مشاهده گردید (شکل ۱). (Kostić *et al* (2013 تفاوت معنی‌دار جوانه‌زنی بذر چهار رقم سویا گزارش کردند. نتایج بررسی (Hamidi *et al* (2020 نشان داد، درصد گیاهچه‌های عادی و شاخص وزنی بنیه گیاهچه رقم ویلیامز بیشتر و درصد بذرهای با پوسته ترک خورده کمتر از رقم صبا (L17) بود. بیشترین و کمترین درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد به‌ترتیب از مراحل بوجاری (۸۶/۶۳ درصد) و خشک‌کردن و بسته‌بندی (۸۵/۵۹ درصد) حاصل شد. همچنین بیشترین (۴/۰۹ درصد) و کمترین (۱/۳۰ درصد) درصد بذر شکسته به‌ترتیب مربوط به مراحل خشک‌کردن و پس از بوجاری بودند. از این‌رو، براساس نتایج بذرهای رقم ویلیامز در خلال مراحل فرآیند پس



شکل ۱- نمودار مقایسه میانگین‌های درصد گیاهچه‌های عادی در ارقام مورد بررسی سویا

(M7) و از نظر طول ساقچه و طول گیاهچه نیز بذرهای بدون درجه‌بندی اندازه (شاهد) رقم تلار دارای بیشترین مقدار بودند. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های صفات گویای تغییرات شاخص وزنی بنیه گیاهچه در اندازه‌های بذر ارقام مختلف سویا بود به‌طوری‌که بیشترین مقدار شاخص وزنی بنیه گیاهچه مربوط به بذرهای رقم کتول (DPX) بدون درجه‌بندی از لحاظ اندازه (شاهد) بود (جدول ۵).

مقایسه میانگین صفات در آزمون بنیه گیاهچه و تجزیه و تحلیل رشد گیاهچه، نشان داد از نظر وزن خشک ریشه‌چه بذرهای رقم ویلیامز با اندازه درشت، بذرهای بدون درجه‌بندی از لحاظ اندازه (شاهد) در رقم کتول (DPX)، بذرهای با اندازه درشت رقم کتول (DPX) و بذرهای با اندازه درشت رقم ساری (JK)، از نظر وزن خشک ساقچه، بذرهای بدون درجه‌بندی از لحاظ اندازه (شاهد) در رقم تلار، از نظر وزن خشک گیاهچه، بذرهای بدون درجه‌بندی اندازه (شاهد) رقم کتول (DPX)، از نظر طول ریشه‌چه، بذرهای درشت رقم کوثر

اگرچه گزارش شده است که بذره‌های کوچک‌تر جوانه‌زنی بالاتر و گیاهچه‌های بلندتر و سویا در مقایسه با بذره‌های بزرگ، از نظر انتقال مجدد ذخایر، کارآمدتر هستند، اما درصد سنگین‌تر از بذره‌های بزرگ به دلیل ذخایر بالای آنها است که ممکن است منجر به افزایش

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم $\times$ اندازه بذر بر برخی خصوصیات مرتبط با بنیه گیاهچه در آزمون بنیه گیاهچه و تجزیه و تحلیل رشد گیاهچه

در ارقام مورد بررسی سویا

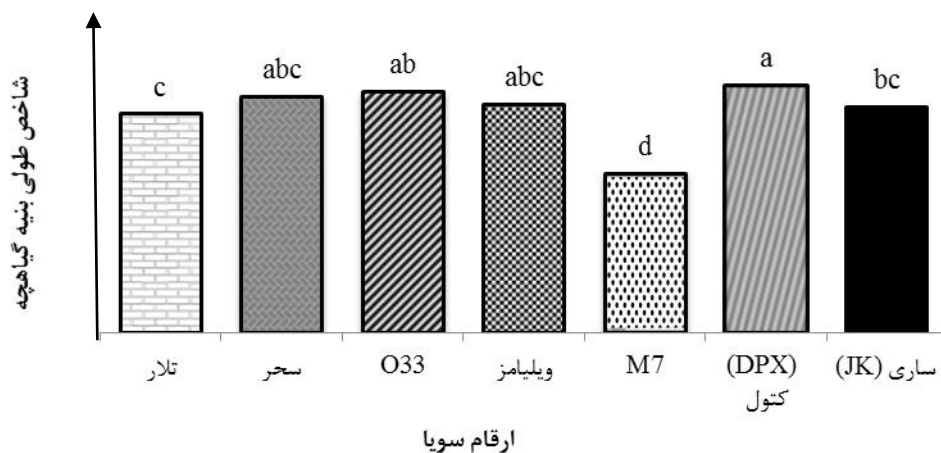
رقم $\times$ اندازه	شاخص وزنی بنیه گیاهچه	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول گیاهچه (سانتی‌متر)
تالر $\times$ شاهد	۵۹/۲۶b-e	۰/۲۳ghi	۰/۵۲a	۰/۷۵b-e	۱۷/۳۴ab	۱۱/۳۱a	۲۸/۶۵a
تالر $\times$ ریز	۳۷/۹۴klm	۰/۱۷mn	۰/۳۵f-i	۰/۵۲gh	۱۵/۶۱ abc	۱۱/۰۱ab	۲۶/۴۱a-d
تالر $\times$ متوسط	۵۳/۱۲e-i	۰/۲۴fgh	۰/۴۲c-f	۰/۶۶ef	۱۵/۶۶abc	۱۰/۹۷abc	۲۶/۶۳a-d
تالر $\times$ درشت	۵۲/۲۲e-i	۰/۳۰cde	۰/۴۴b-e	۰/۷۴b-e	۱۵/۴۴bc	۹/۸۳c-g	۲۵/۲۷cde
سحر $\times$ شاهد	۶۰/۳۹a-e	۰/۲۷c-g	۰/۴۷abc	۰/۷۵b-e	۱۶/۷۴abc	۱۰/۴۹a-d	۲۷/۲۳a-d
سحر $\times$ ریز	۴۴/۹۲g-l	۰/۱۹ij	۰/۳۳hij	۰/۵۰gh	۱۵/۳۶bc	۱۰/۴۵a-d	۲۵/۸۲b-e
سحر $\times$ متوسط	۶۰/۳۱a-e	۰/۲۹c-f	۰/۴۳c-f	۰/۷۲c-f	۱۴/۸۲c	۱۰/۰۱b-f	۲۴/۸۳cde
سحر $\times$ درشت	۶۸/۰۶abc	۰/۳۲bc	۰/۵۰ab	۰/۸۳ab	۱۶/۱۷abc	۹/۹۶b-f	۲۶/۱۳b-e
۰۳۳ $\times$ شاهد	۵۰/۳۱e-j	۰/۳۰cde	۰/۳۶e-i	۰/۶۷ef	۱۵/۱۴c	۱۰/۱۵b-f	۲۵/۲۸cde
۰۳۳ $\times$ ریز	۴۷/۰۲f-k	۰/۲۱hij	۰/۳۴g-j	۰/۵۵gh	۱۶/۱۲abc	۹/۹۷b-f	۲۶/۰۹b-e
۰۳۳ $\times$ متوسط	۵۹/۲۲b-e	۰/۳۰cde	۰/۴۱c-g	۰/۷۱c-f	۱۷/۵۳ab	۹/۴۲d-g	۲۶/۹۴a-d
۰۳۳ $\times$ درشت	۶۱/۰۰a-e	۰/۳۶ab	۰/۴۴b-e	۰/۸۰abc	۱۷/۵۲ab	۹/۰۸fg	۲۶/۶۰a-d
ویلیامز $\times$ شاهد	۵۴/۲۹d-h	۰/۳۱bcd	۰/۳۴g-j	۰/۶۵ef	۱۵/۷۸abc	۱۰/۸۹abc	۲۶/۶۷a-d
ویلیامز $\times$ ریز	۴۳/۳۸h-l	۰/۲۱hij	۰/۳۳hij	۰/۵۵gh	۱۵/۸۶abc	۱۰/۰۹b-f	۲۵/۹۵b-e
ویلیامز $\times$ متوسط	۵۶/۰۶d-g	۰/۲۷c-g	۰/۳۹d-h	۰/۷۱ef	۱۵/۶۷abc	۹/۸۸ b-f	۲۵/۵۶b-e
ویلیامز $\times$ درشت	۶۱/۰۴ a-e	۰/۳۹a	۰/۴۳ c-f	۰/۸۰a-d	۱۴/۷۲c	۹/۲۵efg	۲۳/۹۸e
کوثر (M7) $\times$ شاهد	۳۹/۸۰jkl	۰/۲۸c-g	۰/۴۲c-f	۰/۷۱ c-f	۱۶/۲۸ abc	۱۰/۳۴a-e	۲۶/۶۲a-d
کوثر (M7) $\times$ ریز	۲۸/۲۸m	۰/۲۷d-g	۰/۳۶f-i	۰/۶۳ fg	۱۷/۴۷ab	۱۰/۴۷a-d	۲۷/۹۴ab
کوثر (M7) $\times$ متوسط	۳۳/۹۵lm	۰/۳۱bcd	۰/۳۷e-h	۰/۶۹def	۱۶/۰۱ abc	۱۰/۸۸abc	۲۶/۸۹a-d
کوثر (M7) $\times$ درشت	۴۳/۷۶h-l	۰/۳۱bcd	۰/۴۱ c-g	۰/۷۴ b-e	۱۷/۶۶a	۹/۵۳d-g	۲۷/۱۹a-d
کتول $\times$ شاهد	۷۱/۷۹a	۰/۳۹a	۰/۴۹abc	۰/۸۸ a	۱۶/۷۷abc	۹/۹۰ b-f	۲۶/۶۷a-d
کتول $\times$ ریز	۴۷/۲۹f-k	۰/۲۱hij	۰/۳۳ hij	۰/۵۵ gh	۱۶/۳۰ abc	۱۰/۱۲b-f	۲۶/۴۲a-d
کتول $\times$ متوسط	۵۶/۳۸c-g	۰/۳۲bc	۰/۳۸d-h	۰/۷۱ c-f	۱۶/۳۲abc	۱۰/۱۹a-f	۲۶/۵۱a-d
کتول $\times$ درشت	۶۵/۵۷a-d	۰/۳۹a	۰/۳۷e-h	۰/۷۶ b-e	۱۶/۰۲abc	۸/۷۸ g	۲۴/۸۱de
ساری $\times$ شاهد	۴۱/۸۵il	۰/۲۵e-h	۰/۲۹ij	۰/۵۵gh	۱۵/۷۲abc	۹/۸۹ b-f	۲۵/۶۲b-e
ساری $\times$ ریز	۳۶/۴۰klm	۰/۲۱hij	۰/۲۷j	۰/۴۸ h	۱۶/۸۳abc	۱۰/۴۸a-d	۲۷/۳۱abc
ساری $\times$ متوسط	۵۸/۰۴bf	۰/۳۲bcd	۰/۳۷e-i	۰/۶۹def	۱۴/۶۵c	۱۰/۱۹a-f	۲۴/۸۴cde
ساری $\times$ درشت	۶۹/۸۲ab	۰/۳۹a	۰/۴۵bcd	۰/۸۴ ab	۱۵/۷۳abc	۱۰/۸۷ abc	۲۶/۶۰a-d

در هر صفت اعدادی که دارای حروف مشابه هستند با آزمون (LSD) در سطح ۵ درصد، در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

پاشیدن بذر می‌باشد. (Harnowo 2004) دریافت بذرهای بزرگتر سویا بیشتر از بذرهای کوچکتر دوچار زوال می‌شوند. برعکس، زوال، وزن خشک گیاهچه‌های سویای تولید شده از توده بذر کوچک را بیشتر از بذرهای بزرگتر کاهش داد.

تفاوت شاخص طولی بنیه گیاهچه ارقام مورد بررسی سویا معنی‌دار بود و رقم کتول (DPX) و کوثر (M7) به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص طولی بنیه گیاهچه را داشتند و مقادیر مربوط به این شاخص در دو رقم سحر و ویلیامز یکسان بود (شکل ۲).

عملکرد دانه سویا شود (Cochran, 2015). رشد بعدی گیاهچه پس از جوانه‌زنی بذر مستقیماً به کمیت و کارایی انتقال ذخایر بذر بستگی دارد (Soltani *et al.*, 2006). (Moshtaghi-Khavaran *et al* 2014) مشاهده کردند گیاهچه‌های تولید شده از بذرهای بزرگ و متوسط سویا، بلندتر و سنگین‌تر از گیاهچه‌های بذرهای درجه‌بندی اندازه نشده و بذرهای کوچک بودند. این موضوع به‌طور مشخص به اندوخته غذایی بذر ارتباط می‌یابد که خود نیز تحت تأثیر متقابل ساختار ژنتیکی و شرایط محیطی در زمان



شکل ۲- نمودار مقایسه میانگین‌های شاخص طولی بنیه گیاهچه در ارقام مورد بررسی سویا

- (2002) Soltani در تحقیقات خود بر روی جوانه‌زنی و اندازه بذور اعلام کردند که کارایی تبدیل ذخایر بذر در بذرهای کوچک بیشتر از بذرهای بزرگ است. (Moshtaghi-Khavarani et al (2014 گزارش نمودند بذرهای با اندازه بزرگ و متوسط سویای رقم صبا (L17) دارای شاخص بنیه گیاهچه بالاتری بودند. (Wang et al (2025 نیز تفاوت معنی‌دار شاخص بنیه گیاهچه ارقام بررسی شده را مشاهده نمودند و نیز مشاهده کردند، بذرهای بزرگ در ارقام مورد بررسی شده بیشتر از بذرهای کوچکتر بود. (Moshtaghi-Khavarani et al (2014 مشاهده کردند، بذرهای با اندازه بزرگ سویای رقم صبا (L17) دارای بیشترین طول گیاهچه بودند. همچنین بیشتر بودن وزن خشک گیاهچه بذرهای سویای رقم صبا (L17) با اندازه بزرگ و متوسط را مشاهده کردند. (Gadewar et al (2015 بذرهای اندازه بزرگ و متوسط آفتابگردان نسبت به بذرهای اندازه کوچک و درجه‌بندی اندازه نشده از طول ریشه اولیه و طول ساقه
- اولیه بیشتری برخوردار بودند. مطالعه (Ganiger et al (2019 استانداردسازی اندازه الک برای درجه‌بندی اندازه بذرهای سویای رقم JS-335 با استفاده از الک‌های فلزی سوراخ‌دار با اندازه‌های ۳/۷۵ میلی‌متر، ۴/۰۰ میلی‌متر، ۴/۲۵ میلی‌متر، ۴/۵ میلی‌متر و ۴/۷۵ میلی‌متر نشان داد که بذرهای بزرگ‌تر از الک‌های ۴/۵ میلی‌متر و ۴/۷۵ میلی‌متر دارای حداکثر جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه بودند. درصد بازیابی بذر^۱ در الک ۳/۷۵ میلی‌متری بالاتر از سایر الک‌ها بود و همچنین کیفیت بذرهای به‌دست‌آمده در الک‌های ۳/۷۵ میلی‌متری بالاتر از حداقل استانداردهای گواهی بذر سویا در کشور هندوستان بود. بذرهای درجه‌بندی‌شده به‌دست‌آمده از الک ۳/۷۵ میلی‌متری، دارای بالاترین درصد بازیابی (۸۳/۹۰ درصد)، خلوص فیزیکی (۹۸/۴۹ درصد)، جوانه‌زنی (۷۵/۰۰ درصد)، وزن ۱۰۰ دانه (۱۵/۶۸۵ گرم)، بذر زنده خالص (۷۴/۱۱ درصد) و شاخص بنیه (۲۸۲۶) را ثبت کردند. از این رو، درجه‌بندی اندازه بذر

^۱ Seed recovery percentage-
^۲ Pure live seed (PLS)-

بیشتر و زوال کمتر از وزن خشک ریشه‌چه بالاتری نیز برخوردار بودند. این امر می‌تواند مربوط به پتانسیل‌های ژنتیکی ارقام باشد. وجود گیاهچه‌های کوچک، ضعیف و غیرعادی، ضعیف بودن بنیه بذر را نشان می‌دهد. طول گیاهچه معیاری از بنیه گیاهچه محسوب می‌شود و در بسیاری از گونه‌های گیاهان، همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه آن مشخص شده است (Hampton & TeKrony, 1995). طویل شدن ریشه و ساقه اولیه از اهمیت خاصی برخوردار است. بذرهایی که از رشد ریشه و ساقه اولیه بیشتری برخوردار باشند، می‌توانند استقرار بیشتر و سریع‌تری پیدا کنند و در شرایط نامساعد محیطی، تضمین‌کننده عملکرد بالاتری باشند. گزارش کردند که افزایش طول ریشه‌چه را می‌توان به افزایش وزن بذر و جوانه‌زنی بالا نسبت داد (Hampton & TeKrony, 1995). Egli *et al* (2005) در آزمایشی بر روی سویا گزارش کردند که نامناسب بودن آب و هوا هنگام پر شدن بذر سویا، تأخیر در برداشت و

سویا رقم JS-335 با الک ۳/۷۵ میلی‌متری مؤثرتر و اقتصادی‌تر از الک ۴/۰۰ میلی‌متری توصیه‌شده فعلی است. با استفاده از الک پیشنهادی ۳/۷۵ میلی‌متری، می‌توان بازیابی بالاتری از بذر خوب با درصد جوانه‌زنی و درصد خلوص فیزیکی بالاتر از حد قابل قبول استاندارد حداقل گواهی بذر (IMSCS)^۱ به دست آورد. Msaakpa (2016) مشاهده کردند بذرهایی درشت سویا به دلیل استفاده سودمندتر از ذخایر بذری گیاهچه قوی‌تر تولید می‌کنند و گزارش نمودند که بین اندازه بذر با رشد اولیه گیاهچه‌ها ارتباط مثبتی وجود دارد. وزن خشک گیاهچه از جمله معیارهای ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه است (Hampton & TeKrony, 1995).

Andrade Pereira *et al* (2013) در طی بررسی‌های خود اظهار داشتند که بذرهایی درشت سویا در مقایسه با بذرهایی ریز، از لحاظ جوانه‌زنی، بنیه و پتانسیل عملکرد محصول در وضعیت بهتری قرار دارند. ارقام با وزن صد دانه

^۱- India Minimum Seed Certification Standards(IMSCS)

آلودگی‌های قارچی موجب افزایش گیاهچه‌های غیرعادی و کاهش کیفیت بذر می‌شود.

جوانه‌زنی بالا و بنیه قوی این ارقام مناسب است.

منابع

Adebisi, M.A., T.O. Kehinde, A.W. Salau, L.A. Okesola, J.B.O. Porbeni, A.O. Esuruoso, and K.O. Oyekale. 2013. Influence of Different Seed Size Fractions on Seed Germination, Seedling Emergence and Seed Yield Characters in Tropical Soybean (*Glycine max* L. Merrill). International Journal of Agricultural Research, 8: 26-33.

Andrade Pereira, W.A. S.M. Andrade Pereira, and D.C. Fernandes dos Santos Dias. 2013. Influence of seed size and water restriction on germination of soybean seeds and on early development of seedlings. Journal of Seed Science, 35(3): 316-322.

Bagateli, J.R., J.J. Franco, J.A. Cavalcante, T.A. da Silva, C.T. Borges, G.I. Gadotti, G.E. Meneghello, and F.A. Villela. 2024. Physical and physiological quality of soybean seeds processed in a static spiral separator. Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering, 28(12): 1-7.

نتیجه‌گیری

بذرهای سویای رقم ویلیامز با برخورداری از ابعاد و چگالی بیشتر و رقم ۰۳۳ از بیشترین وزن هزار بذر و کمترین درصد چروکیدگی و رقم کتول با کمترین درصد شکستگی از خصوصیات ظاهری و فیزیکی برتری برخوردار بودند. همچنین رقم ویلیامز از لحاظ درصد جوانه‌زنی نهائی و شاخص‌های سرعت جوانه‌زنی برتر از دیگر ارقام بررسی شده بود. رقم کتول نیز از نظر خصوصیات مرتبط با بنیه گیاهچه برتری داشت. همچنین در ارقام بررسی شده بذرهای اندازه درشت (بذرهایی با قطر بالاتر از ۷ میلی‌متر) از لحاظ خصوصیات ظاهری و فیزیکی و جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه از برتری برخوردار بودند. بنابراین مشخص شد استفاده از غربال با منافذ گرد با قطر منافذ ۷ میلی‌متر به عنوان غربال بالا در دستگاه بوجاری با غربال و جریان هوا برای بوجاری و فرآوری بذرهای این ارقام به منظور استحصال بدهای با

Soybean Cultivars and Their Response under Salinity during Early Growth. Legume Research- An International Journal, 47(6): 945-951.

Derre, L.O.D., J.A. Daltoé, V. Sarubo, and F.L. Abrantes. 2017. Influência do tamanho de sementes na germinação e vigor inicial da soja (*Glycine max*). Colloquium Agrariae, 13: 100-107.

Divsalar, M., B. Oskouei, and SH. Hashemi. 2012. Assessment of mechanical damage effect in processing on soybean seed germination. Iranian Journal of Seed Science and Tehnology, 1(1 - 1): 57-63.

Egli, D.B., D.M. TeKrony, J.J. Heitholt, and J. Rupe. 2005. Air Temperature during Seed Filling and Soybean Seed Germination and Vigor. Crop Science, 45:1329–1335.

França-Neto, J.B., F.C. Krzyzanowski, A.A. Henning, G.P. Pádua, I. Lorini, and F.A. Henning. 2016. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 82p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

Bianchi, M.C., N. Júnior Dias Vilela, E.R. Carvalho, R.M. de Oliveira Pires, H.O. dos Santos, and A.T. Bruzi. 2022. Soybean seed size: how does it affect crop development and physiological seed quality? Journal of Seed Science, 44: e202244010.

Cochran, K.A. 2015. Soybean Seed Quality and Vigor: Influencing Factors, Measurement, and Pathogen Characterization. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Plant Science, University of Arkansas.

Costa, P.R., C.C. Custodio, N.B. Machado Neto, and O.M. Marubayashi. 2004. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. Revista Brasileira de Sementes, 26(2): 105-113.

Coelho, E.B., J.E.B. Souza, T.A. Martinis, and D.P. Santos. 2019. Influence of seed size on soy physiological quality. Ipê Agronomic Journal, 3(1): 71-79.

Day, S. and N. Koçak Şahin. 2024. Determination of Seed Size Properties of

Hamidi, A., H. Sadeghi, H. Gazor, S. Sheidaei, B. Oskoui, H. Mivechi Langroodi, M. Nouri, Sh. Alizadeh, S. Seifamiri, L. Zare, and A. Dashti. 2020. Study on effect of postharvest process on soybean two commercial cultivars Williams and Saba (L17) seed quality in Moghan region. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 8(2): 271-288.

Hampton, J.G. and D.M. TeKrony. 1995. *Handbook of Vigour Test Methods*. 3rd Edition, the International Seed Testing Association, Zurich.

Harnowo, D. 2004. Effect of time of harvest and seed size on seed quality of soybean. University of Putra Malaysia, PhD Thesis.

Jauer, A., N.L. Menezes, and D.C. Garcia. 2002. Tamanho das sementes na qualidade fisiológica de cultivares de feijoeiro comum. *Revista da FZVA*, 9(1): 65-72.

Kachru, R.P., R.K. Gupta, and A. Alam. 1994. *Physico-Chemical Constituents and Engineering Properties of Food Crops*. Scientific Publishers, Jodhpur, India.

Gadewar, R., S. Charjan, A. Lambat, R. Deotale, V. Babhulkar, R. Parate, and P.N. Charde. 2015. Effect of seed size and shape on germination and seedling vigour in hybrid varieties of Sunflower. *International Journal of Research in Biosciences, Agriculture and Technology*, 3 (2): 78-80.

Ganiger, B.S., B. Gowda, K. Lokesh, G.Y. Lokesh, U. Hiremath, and M.S. Harish. 2019. Standardization of Sieve Size for Seed Grading in Soybean. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9: 71-77.

Goli, A., J. Khazaei, M. Taheri, A.J. Khojamli, and A. Sedaghat. 2016. Effect of Mechanical Damage on Soybean Germination. *International Academic Journal of Science and Engineering*, 3(10): 48-58.

Gregg, B.R. and G.L. Billups. 2010. *Seed conditioning (Volume Three) Crop seed conditioning, A compendium of information on physical properties and conditioning requirements of some seed kinds*. CRC Press, Taylor & Francis Group an informa business.

Biophysical Research Communications, 444(4): 485- 490.

Krzyzanowski, F.C., J.B. França-Neto, and N.P. Costa. 1991. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. Revista Brasileira de Sementes, 13:59-68.

Lambat, P., V. Babhulkar, S. Gadewar Charjan, A. Lambat, R. Parate and S. Dhapke. 2017. Effect of seed size on germination and seedling vigor in Safflower. International Journal of Research in Biosciences, Agriculture and Technology, 5 (2): 1-2.

Lima, A.M.M.P. and R. Carmona. 1999. Influência do tamanho da semente no desempenho produtivo da soja. Revista Brasileira de Sementes, 21(1):157- 163.

Lima, S.F., R.C.F. Alvarez, G.F. Theodoro, M. Bavaresco, and K.S. Silva. 2012. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. Bioscience Journal, 28(6): 954-962.

Kibar, H. and T. Öztürk. 2008. Physical and mechanical properties of soybean. International Agrophysics, 22: 239-244.

Kostić, M., S. Balešević-Tubić, V. Đorđević, A. Ilić, V. Gajičić, and P. Bečej. 2008. Changes in soybean seed quality depending on a seed fraction. PTEP, 12(1-2): 78-79

Kostić, M., S., Balešević-Tubić, M. Tatić, V. Đorđević, V. Lončarević, V. Đukić, and A. Ilić. 2013. Soybean seed germination and initial seedling growth as affected by seed size. Journal on Processing and Energy in Agriculture, 17(3): 127-129.

Kostić, M., V. Đukić, A. Ilić, D. Dujović, V. Lončarević, M. Radin, and M. 2020. Specifics of soybean seed production and processing in 2019. Journal on Processing and Energy in Agriculture, 24(2): 85-88.

Krishnan, P., R. Singh, A.P.S. Verma, D.K. Joshi, and S. Singh. 2014. Changes in seed water status as characterized by NMR in developing soybean seed grown under moisture stress conditions. Biochemical and

- Moshtaghi-Khavarani, A., S. Khomari, and N. Zare.** 2014. Soybean seed germination and seedling growth in response to deterioration and priming: effect of seed size. *Plant Breeding and Seed Science*, 70: 55-76.
- Neves, J.M.G., H.P. Oliveira, da Silva, R. de G.E. Reis, J. Zuchi, and A.R. Vieira.** 2016. Quality of soybean seeds with high mechanical damage index after processing and storage. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20(11):1025-1030.
- Peyman, M.H., T. Tavakoli, and S. Minaee.** 2000. Optimum roll clearance of rubber-roll huller for processing three common varieties of Glian paddy. *J. Agric. Sci*, 5(20): 37-48.
- Peripolli, M., D.M. Sanchotene, C.S. Lima, L.P. Cristofari, M. Pivetta, G.M. Conceição, G.F. Rosado.** 2019. Qualidade fisiológica de sementes de soja provenientes de dois tamanhos de peneira. *Revista Vivências*, 15(29): 267-277.
- Place, G.T., S.C. Reberg-Horton, T.E. Carter, and A.N. Smith.** 2011. Effects of soybean seed size on weed
- Luiz, M.C.P., A.P.O. Nogueira, O.T. Hamawaki, T.P. Mattos, S.C. Costa, F.G.P. Pierdonã, R.L. Hamawaki, and C.D.L. Hamawaki.** 2020. Effects of sowing time and plant population on the productive potential and agronomic characters in soy. *Bioscience Journal*, 36(1): 161-172.
- Marcos-Filho, J.** 2015. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. ABRATES. Londrina, 659p.
- Msaakpa, T.S.** 2016. Effects of Variety and Seed Size on Seedling Emergence Characteristics of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in Makurdi. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(8): 401- 401.
- Mirshekarnezhad, B., H. Sadeghi, F. Paknezhad, S. Sheidaie, and H. Gholami.** 2014. Effect of Cultivars and Processing Stages on Soybean Seed Quality. *Annual Research and Review in Biology*, 4(18): 2795-2803.
- Moreano, T.B., A. de Lucca e Braccini, C.A. Scapim, J. de Barros França-Neto, F.C. Krzyzanowski, and O.J. Marques.** 2013. Physical and physiological qualities of soybean seed as affected by processing and handling. *Journal of Seed Science*, 35(4):466-477.

- Risse, J.H., M.K. Misra, A.D. Knapp, and C.J. Bern.** 1991. Conditioning shriveled soybean seed part II correlation of physiological characteristics with physical properties. *American Society of Agricultural Engineers*, 34(2): 487- 491.
- Rodriguez, D.S., L.O.B. Schuch, G.E. Menghello, and S.T. Peske.** 2018. Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico. *Revista Científica Rural*, 20:144-158.
- Singh, G.** 2010. *The Soybean, Botany, Production and Uses*. CAB International.
- Soars, M.M., H.C. dos Santos Junior, M.G. Simões, D. Pazzin, and L.J. da Silva.** 2015. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 45(4): 370-378.
- Soltani, A., S. Galeshi, E. Zeinali, and N. Latifi.** 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Science and Technology*, 30(1): 51-60.
- Suman, N., M. Khetarpaul, and D.K. Sharma.** 2016. Assessment of physical competition. *Agronomy Journal*, 103(1): 175-181.
- Pereira, W.A., S.M.A. Pereira, D.C. Fernandes, and S. Dias.** 2013. Influence of seed size and water restriction on germination of soybean seeds and on early development of seedlings. *Journal of Seed Science*, 35(3): 316-322.
- Pires, L.P.M., J.M. Peluzio, L.L. Cancellier, G.R.R. Santos, G.A. Colombo, and F.S. Afférri.** 2012. Performance of soybean genotypes in Central-South region on Tocantins state, Crop Season 2009/2010. *Bioscience Journal*, 23(2): 214-223.
- Prado, K.S., L.F. UMBERLINO, and C.F.A. Rezende.** 2021. Seed size and its influence on the initial development of soy. *Ipê Agronomic Journal*, 5(1): 1-7.
- Procópio, S.O., A.A. Balbinot Junior, H.J.C. Debiase, M. Francini, and F. Panison.** 2013. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. *Revista de Ciências Agrárias*, 56(4): 319-325.

characteristics of soybean seeds. *Annals of Agri-Bio Research*, 21(2): 183-186.

Wang, X., J. Sun, Z. Yi, and S. Dong. 2025. Effects of seed size on soybean performance: germination, growth, stress resistance, photosynthesis, and yield. *BMC Plant Biology*, 25(219): 1-15.

Weiss, E.A. 1999. *Oilseed Crops* (2nd Ed.). Oxford: Blackwell Science.



اثر تاریخ کاشت، کود زیستی و مقدار نیتروژن بر روی برخی صفات زراعی، عملکرد بلال و دانه کنسروی ذرت شیرین (*Zea mays L. saccharata*)

رسول علی^۱، سعید سیف زاده^{۲*}، سید علیرضا ولدآبادی^۳، ناصر شهسواری^{۴*}، حمیدرضا ذاکرین^۵

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

۲- استاد گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

۳- دانشیار گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

۴- استادیار گروه تولیدات گیاهی، واحد حاجی آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، هرمزگان، ایران

۵- استادیار گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۲۴

چکیده

با توجه به اهمیت ذرت شیرین در صنایع غذایی و ضرورت کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تاریخ کاشت تأخیری، کودهای زیستی و سطوح کاهشی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین رقم KSC403su انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی (۱۳۹۵-۹۶ و ۱۳۹۶-۹۷) در تاکستان اجرا گردید. تیمارها شامل دو تاریخ کاشت (۱۵ خرداد و ۱۵ تیر)، دو سطح نیتروژن (۳۰۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) و چهار سطح کود زیستی (شاهد، ازتوباکتر، آزوسپیریوم و ترکیب ازتوباکتر + آزوسپیریوم + سودوموناس) بودند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که تاریخ کاشت زودتر (۱۵ خرداد) به طور معنی‌داری منجر به افزایش عملکرد بلال سبز (۱۷۲۷۷ در مقابل ۱۶۱۵۷ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه کنسروی (۸۴۷۹ در مقابل ۷۹۸۶ کیلوگرم در هکتار) و طول بلال شد. بیشترین عملکرد کمی در تیمار تلفیقی ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن به همراه ترکیب کود زیستی (ازتوباکتر + آزوسپیریوم + سودوموناس) حاصل شد. نکته برجسته تحقیق، عملکرد مطلوب تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن به همراه کود زیستی ترکیبی بود که حتی از تیمار شاهد با ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن (بدون کود زیستی) نیز بالاتر بود. این موضوع نشان‌دهنده پتانسیل کودهای زیستی در جبران کاهش ۲۰ درصدی مصرف نیتروژن شیمیایی بدون افت عملکرد است. به طور کلی، کشت زودتر (۱۵ خرداد) همراه با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تلقیح بذر با ترکیب کودهای زیستی (ازتوباکتر + آزوسپیریوم + سودوموناس) برای دستیابی به حداکثر عملکرد توصیه می‌شود. همچنین، استفاده از این ترکیب کود زیستی با ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به عنوان یک راهکار عملی برای کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و حرکت به سمت کشاورزی پایدار پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، ذرت شیرین، کشاورزی پایدار، کود زیستی، عملکرد، نیتروژن

مقدمه

کاهش طول بلال و عملکرد ذرت شیرین می‌شود. همچنین، مطالعه مختارپور و همکاران (۱۳۸۷) نشان داد که تاریخ کاشت سوم تیر در مقایسه با تاریخ‌های دیرتر، برتری معنی‌داری در عملکرد بلال سبز و اجزای مرتبط دارد.

از سوی دیگر، تغذیه بهینه به ویژه ازت، نقش تعیین‌کننده‌ای در رشد و عملکرد ذرت شیرین ایفا می‌کند. نیتروژن به عنوان جزء اصلی پروتئین‌ها و کلروفیل، تأثیر مستقیمی بر فرآیندهای فتوسنتز و تولید ماده خشک دارد. مطابق مطالعه (Mojab 2011) مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار موجب افزایش معنی‌دار عملکرد بلال تر و دانه کنسروی در ذرت شیرین شد. با این حال، مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنه نه تنها از نظر اقتصادی به صرفه نیست، بلکه می‌تواند موجب آلودگی منابع آب و خاک شده و پایداری سیستم‌های زراعی را با مخاطره مواجه سازد.

در این راستا، استفاده از کودهای زیستی به عنوان راهکاری برای کاهش مصرف نهاده‌های

ذرت شیرین به عنوان یکی از محصولات مهم در صنایع غذایی و تغذیه انسانی، به دلیل دارا بودن قند بالا و ارزش غذایی مطلوب، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (Oktem *et al.*, 2010). این گیاه تغییر یافته ژنتیکی ذرت معمولی بوده و به دلیل کوتاهی دوره رشد (۷۵ تا ۸۵ روز)، در بسیاری از مناطق ایران به عنوان کشت تابستانه پس از برداشت غلات قابل کشت است (پزشک‌پور، ۱۳۸۲). با این حال، دستیابی به عملکرد مطلوب در ذرت شیرین مستلزم مدیریت بهینه عوامل زراعی از جمله تاریخ کاشت و تغذیه مناسب است.

تاریخ کاشت به عنوان یکی از عوامل کلیدی مدیریتی، تأثیر قابل توجهی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین دارد. تحقیقات نشان داده‌اند که کشت زودتر در بهار به دلیل اجتناب از تنش گرمایی پایان فصل، موجب بهبود عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (Oktem *et al.*, 2010) (Waligóra 1997). گزارش کرد که تأخیر در کاشت منجر به

شیمیایی و حرکت به سمت کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گرفته است. کودهای زیستی حاوی باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) مانند ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس، از طریق مکانیسم‌های مختلف از جمله تثبیت نیتروژن اتمسفری، حل‌کنندگی فسفات، تولید هورمون‌های رشد و بهبود جذب عناصر غذایی، موجب افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول می‌شوند (Vessey, 2003). ملکی نارگ‌موسی و بلوچی (۱۳۹۱) نشان دادند که کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین می‌شود.

با وجود اهمیت موضوع، پژوهش‌های محدودی به بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت، سطوح مختلف نیتروژن و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین پرداخته‌اند. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تاریخ کاشت تأخیری، سطوح کاهشی نیتروژن و کاربرد کودهای زیستی بر برخی صفات زراعی، عملکرد بلال و دانه کنسروی ذرت شیرین رقم KSC403su انجام شد تا بتوان

راهکارهای مناسبی را برای دستیابی به عملکرد مطلوب و کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی ارائه نمود.

مواد و روش‌ها

زمان و موقعیت اجرای طرح

این آزمایش در منطقه اک (روستایی از توابع شهرستان تاکستان)، در بهار و تابستان سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. عرض جغرافیایی محل انجام آزمایش، ۳۵ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۶۵ متر است. متوسط بارندگی سالیانه در این منطقه ۳۱۱ میلی‌متر و معدل پایین‌ترین درجه حرارت در دوره ۲۵ ساله ۸/۷ درجه سانتی‌گراد و بالاترین درجه حرارت ۳۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

دو زمین به مساحت ۱۰۰۰ متر مربع در فاصله ۱۰ متری از هم برای انجام آزمایش دو ساله انتخاب شد. قبل از انجام عملیات آماده‌سازی زمین و اجرای نقشه آزمایش، به‌منظور تعیین

- بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری در ۹ نقطه از خاک مزرعه، نمونه برداری هایی به طور تصادفی صورت گرفت. برای این منظور از هر نقطه معادل یک کیلوگرم خاک جدا گردید، سپس نمونه های جمع آوری شده را روی هم ریخته و مخلوط کرده و نهایتاً یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی که دربرگیرنده کل نمونه ها بود، جهت تجزیه به آزمایشگاه منتقل شد.
- در هر دو سال زراعی، قبل از عملیات کاشت جهت تعیین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری در چند نقطه از خاک مزرعه نمونه برداری و به آزمایشگاه ارسال شد. نمونه خاک پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. سپس اندازه گیری بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962)، نیتروژن به روش کج دال (Bremner, 1996)، فسفر قابل جذب به روش Olsen & Summers (1983) با استفاده از اسپکتوفتومتر مدل DTPA، پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیوم با دستگاه فلیم فتومتر (Simard, 1993) مدل Jenway-Pfp7، کربن آلی ((Organic Carbon به روش اکسایش تر (Keeney and Nelson, 1982)، قابلیت هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity) به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی به روش بن و همکاران (Bohn et al., 1985) از عصاره گل اشباع و pH توسط دستگاه pH متر اندازه گیری گردید. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۱ و دمای کمینه و بیشینه در طول دوره رشد در دو سال آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک مورد آزمایش

سال	عمق نمونه برداری (cm)	بافت خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	پتاسیم (p.p.m)	فسفر (p.p.m)	نیتروژن (%)	مواد آلی (%)	واکنش گل اشباع pH	هدایت الکتریکی EC (ds/m)
۱۳۹۵-۱۳۹۶	۰-۳۰	لوم رسی سیلتی	۱۸	۴۲	۴۰	۲۰۷	۱۲/۷	۰/۰۸	۰/۸۳	۷/۶	۱/۰۵
۱۳۹۶-۱۳۹۷	۳۰-۶۰	لوم رسی سیلتی	۱۹	۴۱	۴۰	۲۱۹	۱۲/۹	۰/۰۹	۰/۸۹	۷/۵	۱/۰۸

جدول ۲- حداکثر و حداقل دما در طول دوره رشد در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در منطقه تاکستان

ماه Month	سال اول		سال دوم	
	دما (درجه سانتی گراد) حداکثر	دما (درجه سانتی گراد) حداقل	دما (درجه سانتی گراد) حداکثر	دما (درجه سانتی گراد) حداقل
	Temperature (°C)	Temperature (°C)	Temperature (°C)	Temperature (°C)
خرداد	۱۱/۷	۲۸/۸	۱۵/۵	۳۱/۲
تیر	۱۸/۵	۳۲/۷	۲۰/۱	۳۵/۶

مشخصات رقم KSC403su

در این تحقیق از بذر هیبرید ذرت شیرین با نام KSC403su استفاده شده است طول دوره رشد این رقم ۷۵ تا ۸۵ روز (میان رس) می‌باشد و برای کشت به عنوان کشت بهاره برای اکثر مناطق کشور توصیه می‌شود. هیبرید ذرت شیرین KSC403su، یک رقم پرمحصول با دانه‌های زرد طلایی رنگ، مناسب برای تازه خوری و فرآوری، دارای دانه‌بندی مناسب، کیفیت بالا باطعم شیرین، گیاه قوی و مقاوم به ویروس کوتوله‌گی موزائیک و تحمل به پژمردگی کود زیستیایی و زنگ، پوشش بلال

کامل و متراکم، ارتفاع گیاه حدود ۲۰۵ سانتی‌متر، ارتفاع تشکیل بلال حدود ۹۰ سانتی‌متر، طول بلال حدود ۲۱ سانتی‌متر، تعداد ردیف دانه حدود ۲۰-۲۲ ردیف در هر بلال. می‌باشد و به دلیل مقاومت به برخی بیماری‌ها، گزینه خوبی برای کشت است (شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان، ۱۳۹۰).

طرح آماری مورد استفاده

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تاریخ کاشت در دو سطح: d_1 : تاریخ کاشت معمول منطقه (۱۵ خرداد)، d_2 : تاریخ کشت تأخیری (۱۵ تیر)، استفاده از کود نیتروژن در دو سطح: n_1 : ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار و n_2 : ۲۰ درصد کمتر از میزان توصیه شده (۲۴۰ کیلوگرم بر هکتار)، استفاده از کود زیستی در چهار سطح: b_1 : عدم مصرف کود زیستی (شاهد)، b_2 : ازتوباکتر، b_3 : آزوسپیریوم و b_4 : ازتوباکتر + آزوسپیریوم + سودوموناس در نظر گرفته شد.

سویه‌های باکتری‌های مورد استفاده باکتری ازتوباکتر، *Azotobacter chroococcum* DSM2286 و باکتری آزوسپیریوم *Azospirillum brasilense* DSM169 و باکتری سودوموناس (*Pseudomonas putida* RO3) از مؤسسه آب و خاک کشور واقع در مشکین دشت کرج تهیه شدند.

۲۴ ساعت قبل از کاشت، بذرها در سوسپانسیون باکتری با جمعیت 10^8 کلونی بر میلی‌لیتر (CFU/ml) تلقیح شدند.

عملیات زراعی

بعد از آماده سازی زمین شامل شخم پاییزه به عمق ۳۰ سانتی متر و دو دیسک عمود برهم یک هفته قبل از کاشت، تسطیح زمین با لولر و ایجاد ردیف‌هایی (فاروهای) به عرض ۶۰ سانتی متر که با فاروئر انجام شد. به منظور صرفه-جویی در مصرف آب و جلوگیری از نفوذ آب بین کرت‌ها از آبیاری قطره‌ای به صورت نوار تیپ استفاده شد. هر تکرار شامل ۱۶ تیمار (۱۶ کرت) و به دلیل داشتن ۳ تکرار، آزمایش دارای ۴۸ کرت (واحد آزمایشی) در هر سال بود. به دلیل داشتن تیمار کشت تاخیری، فواصل کشت 60 cm×18 cm و در نتیجه تراکم بالاتر از کشت معمول (تراکم مورد مطالعه ۹۲۵۹۲ بوته در هکتار) در آزمایش در نظر گرفته شد. در هر کرت ۶ ردیف کاشت به طول ۶ متر و بنابراین، مساحت هر کرت ۲۱/۶

به مقدار ۵ لیتر در هکتار قبل از کاشت و مخلوط نمودن کامل سم با خاک به وسیله دیسک سبک و استفاده از علف کش آترازین به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار در مرحله بعد از کاشت و قبل از اولین آبیاری بصورت گرفت. در مرحله ۵ تا ۶ برگی از سم علف کش 2, 4-D (تو، فور-دی) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار جهت حذف علف‌های هرز پهن برگ استفاده شد. ضمناً آفت و بیماری خاصی در طول دوره آزمایش در گیاهان مورد مطالعه مشاهده نشد. به منظور تقویت گیاه ذرت شیرین و حصول عملکرد مطلوب در مرحله ۶ برگی و همچنین وقتی گیاهان در ارتفاع حدود ۵۰ سانتی متر از سطح زمین رسیدند، به حذف پاجوش‌ها به روشی که به ساقه اصلی صدمه ای وارد نشد، اقدام کردیم (شیبانی، ۱۳۶۱).

پاجوش‌ها حدود یک ماه پس از سبز شدن گیاهان مشاهده شدند که اقدام به حذف آن‌ها شد. عملیات فوق‌الذکر برحسب ضرورت دو تاریخ کشت مورد نظر پژوهش حاضر جداگانه انجام شد. در واقع پس از کاشت براساس فنولوژی گیاه، عملیات معمول زراعی یاد شده

مترمربع بود. فاصله کرت‌ها (واحدهای آزمایشی) از هم یک خط نکاشت (۶۰ سانتی متر) بود.

پس از ایجاد فاروها، کشت براساس دو تیمار تاریخ کشت ۱۵ خرداد و تاریخ کاشت تاخیری (۱۵ تیرماه) به صورت کپه ای و در هر کپه ۳ بذر کاشته شد که در مرحله ۴-۶ برگی به یک بوته تنک شد. پس از کاشت اولین آبیاری بلافاصله انجام شد و آبیاری بعدی (پی آب یا دنبال آب) جهت تسریع و اطمینان از سبز شدن بذر سه روز پس از اولین آبیاری انجام و پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها، آبیاری بر اساس بسته به شرایط آب و هوایی و رطوبت خاک و نیاز گیاه صورت گرفت. مصرف کود براساس آزمون خاک و توصیه کودی شامل فسفات آمونیوم ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات پتاسیم ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار و ۳۰۰ کیلو گرم کود اوره به صورت سرک در سه نوبت یک چهارم پس از سبز شدن + یک دوم پس از ۶ تا ۸ برگی و یک دوم پس از ظهور گل‌آذین نر صورت گرفت. برای مبارزه با علف‌های هرز استفاده از سم علف کش ارادیکان

فوق مثل کوددهی، آبیاری، پخش علف کش و ... انجام شد.

صفات مورد بررسی

صفات مورد بررسی شامل ارتفاع گیاه، قطر ساقه، طول بلال، قطر بلال، عملکرد بلال سبز، وزن پوست بلال و عملکرد دانه کنسروی، بود.

روش اندازه گیری صفات

ارتفاع گیاه

ارتفاع گیاه در ۱۰ گیاه انتخابی از هر کرت آزمایشی از سطح زمین تا انتهای گیاه با استفاده از متر برحسب سانتی متر اندازه گیری و پس از میانگین گیری ثبت گردید.

قطر ساقه

برای اندازه گیری قطر ساقه، از قسمت قطورترین بخش ساقه (بین گره دوم و سوم) بوته های هر کرت با استفاده از کولیس دیجیتالی، میانگین قطر ۱۰ ساقه محاسبه شد.

قطر بلال

برای به دست آوردن قطر بلال، قسمت میانی ۱۰ بلال از هر کرت آزمایشی به وسیله کولیس و برحسب میلی متر اندازه گیری شد و سپس میانگین اعداد به دست آمده گرفته شد و به عنوان قطر بلال ثبت گردید.

طول بلال

برای اندازه گیری طول بلال، طول بلال در ۱۰ بلال انتخابی از هر کرت اندازه گیری و سپس میانگین اعداد به عنوان طول بلال ثبت شد.

عملکرد بلال سبز و دانه کنسروی

در زمان برداشت (۲۵ شهریور سال اول و ۳ مهر سال دوم)، بلال سبز ذرت شیرین در مرحله ابتدای خمیری شدن دانه ها (۷۰ درصد رطوبت دانه ها)، پس از حذف حاشیه ها (دو ردیف کناری و نیم متر بالا و پایین هر کرت) از ردیف های میانی ۱۰ گیاه به طور تصادفی انتخاب و توسط دست برداشت شدند. سپس صفات قطر بلال و عملکرد بلال سبز و عملکرد

دانه قابل کنسرو پس از جداسدن از بلال‌ها با رطوبت ۷۰ درصد ثبت گردید.

محاسبات آماری

قبل از انجام تجزیه واریانس مرکب دو ساله، آزمون بارتلت^۱ برای اطمینان از یکنواختی خطاهای آزمایشی در دوسال آزمایش (نداشتن تفاوت معنی دار بین واریانس خطای آزمایشی دو سال) برای کلیه صفات مورد مطالعه انجام شد. تجزیه واریانس مرکب کلیه صفات بر اساس داده‌های دو سال آزمایش به صورت آزمایش کرت‌های خردشده (Split plot) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹،۴ انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها در مجموع دو سال به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. جهت محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات از نرم‌افزار SAS استفاده شد، جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel و به منظور رسم جداول از نرم افزار Word استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون بارتلت برای صفات مورد مطالعه

نتایج آزمون بارتلت برای همگن بودن واریانس خطاهای آزمایشی برای کلیه صفات در دو سال آزمایش در جدول ذیل آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود مقدار کای اسکور (K^2) محاسبه شده برای کلیه صفات مورد مطالعه از کای اسکور با احتمال ۱٪ کوچک تر بوده که سطح احتمال معنی دار $Pr >$ (ChiSq) جدول ۳ مؤید این مطلب می‌باشد.

^۱- Bartlett's test

جدول ۳- تست یکنواختی واریانس برای تجزیه مرکب صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون بارتلت

سطح احتمال معنی دار ($Pr > ChiSq$)	مقدار آماره کای دو (K^2) برای آزمون بارتلت	صفت مورد مطالعه
0.78	1.63 ns	ارتفاع گیاه
0.24	0.84 ns	قطر ساقه
0.103	0.64 ns	طول بلال
0.085	0.42 ns	قطر بلال
1.01	2.12 ns	عملکرد بلال سبز
2.34	1.29 ns	عملکرد دانه کنسروی
0.38	0.18 ns	شاخص برداشت (دانه کنسروی)

ns: non significant (غیر معنی دار)

ارتفاع گیاه

کیلوگرم نیتروژن مشاهده شد (شکل ۱). جالب

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های دو ساله نشان داد که اثر ساده نیتروژن، کود زیستی و اثر متقابل نیتروژن $\times$ کود زیستی بر ارتفاع گیاه ذرت شیرین در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). اثر تاریخ کاشت بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نبود که نشان می‌دهد ارتفاع گیاه تحت تأثیر تغییرات تاریخ کاشت قرار نگرفته است. عدم تأثیر معنی‌دار تاریخ کاشت بر ارتفاع ممکن است به دلیل تطابق پذیری رقم KSC403su ذرت شیرین با دامنه وسیع‌تری از شرایط محیطی باشد.

افزایش ارتفاع گیاه در پاسخ به نیتروژن با نتایج حبیبی و مجیدیان (۱۳۹۳) و Oktem *et al* (2010) همسو است که افزایش رشد رویشی ذرت شیرین را تحت تأثیر سطوح بالاتر نیتروژن گزارش کردند. افزایش ارتفاع با افزایش

بیشترین ارتفاع (۱۶۸ سانتیمتر) در تیمار ترکیب ازتوباکتر + آزوسپیریوم + سودوموناس + سودوموناس تحت مصرف ۳۰۰

نیتروژن می‌تواند ناشی از نقش نیتروژن در تحریک رشد رویشی و توسعه سلولی باشد، چرا که نیتروژن جزئی کلیدی در ساختار پروتئین‌ها و آنزیم‌های دخیل در تقسیم و طویل شدن سلول‌ها است. نقش مثبت کودهای زیستی در افزایش ارتفاع نیز توسط ملکی نارگ‌موسی و بلوچی (۱۳۹۱) و Vessey (2003) تأیید شده است. این محققان اشاره کردند که

باکتری‌های محرک رشد مانند ازتوباکتر و آزوسپیریلوم با تولید فیتوهورمون‌ها و تسهیل جذب نیتروژن، رشد طولی گیاه را افزایش می‌دهند. این نتایج نشان می‌دهد که کاربرد کودهای زیستی به‌ویژه ترکیب ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، با بهبود جذب نیتروژن و تولید هورمون‌های رشد مانند اکسین و جیبرلین، موجب تحریک رشد طولی ساقه شده است.

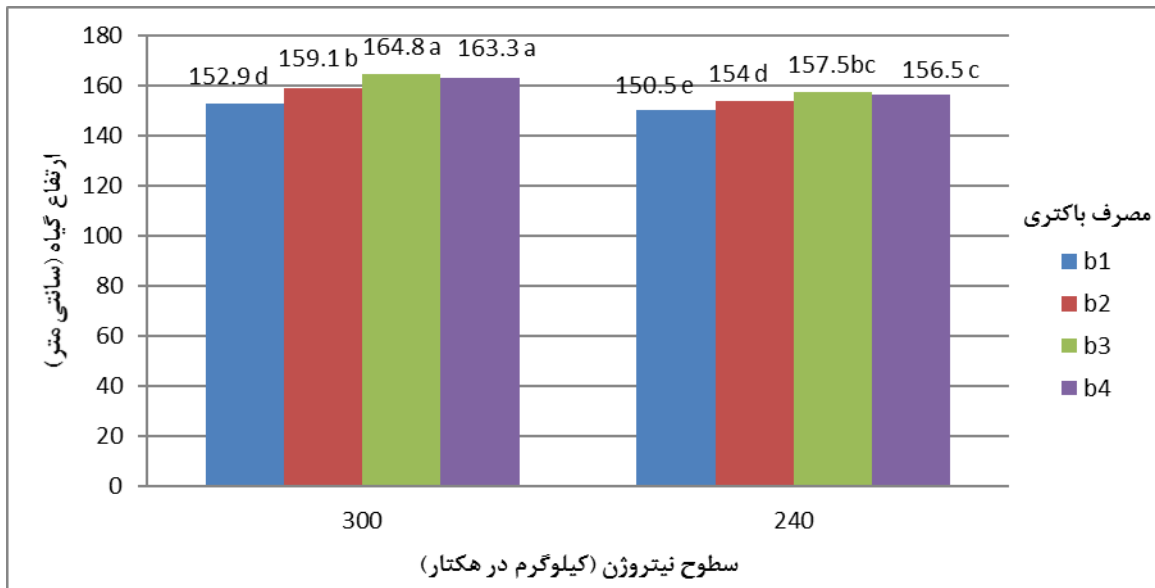
جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب دو ساله صفات ارتفاع گیاه، قطر ساقه و طول تاسل تحت تاثیر تاریخ کاشت، نیتروژن و کود زیستی

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر ساقه	طول بلال
سال	۱	۱۸۲/۲۶ ^{ns}	۰/۰۴۷ ^{ns}	۷۴/۳۹۱ ^{ns}
تکرار (سال)	۴	۴۲/۸۵	۰/۰۰۸ ^{ns}	۴۰/۱۵۲
تاریخ کاشت	۱	۸/۷۶ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲۷۴/۳۶ ^{**}
سال × تاریخ کاشت	۱	۱۱/۶۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱/۱۴۸ ^{ns}
نیتروژن	۱	۶۹۸/۷۶ [*]	۰/۰۳۸ [*]	۶۹۸/۷۶ [*]
سال × نیتروژن	۱	۳/۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱/۱۲۶ ^{ns}
تاریخ کاشت × نیتروژن	۱	۷/۵۹۴ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۴۶۷/۸۱ ^{ns}
سال × تاریخ کاشت × نیتروژن	۱	۱۱/۳۴۴ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۸/۸۸۲ ^{ns}
کود زیستی	۳	۴۲۷/۳۷ ^{**}	۰/۰۸۱ ^{**}	۲۶/۳۵ [*]
سال × کود زیستی	۳	۵/۶۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲/۴۸۱ ^{ns}
تاریخ کاشت × کود زیستی	۳	۱۰/۴۶ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۷/۷۵۴ ^{ns}
سال × تاریخ کاشت × کود زیستی	۳	۷/۷۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۳/۳۸۷ ^{ns}
نیتروژن × کود زیستی	۳	۳۲۴/۶۵ ^{**}	۰/۰۹۹ ^{**}	۲۳۲/۰۹ ^{**}
سال × نیتروژن × کود زیستی	۳	۹/۵۴۱ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۲/۲۷۴ ^{ns}
تاریخ کاشت × نیتروژن × کود زیستی	۳	۱۰/۵۱ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۱۱/۱۰۵ ^{ns}
سال × تاریخ کاشت × نیتروژن × کود زیستی	۳	۷/۷۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲/۲۵۷ ^{ns}
خطای آزمایش	۶۰	۶/۹۵۷	۰/۰۱	۴/۴۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۲/۵۸	۹/۳۶	۱۸/۳۳

ns، * و ** به ترتیب بیانگر غیرمعنی دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

نتایج اهمیت استفاده توأم از کودهای شیمیایی و زیستی را در دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های محیطی برجسته می‌سازد.

با توجه به نتایج حاصله، ترکیب کودهای زیستی ازتوباکتر + آزوسپیریوم + سودوموناس می‌تواند به عنوان راهکاری برای کاهش مصرف نیتروژن شیمیایی (تا ۲۰٪) بدون افت معنی‌دار در ارتفاع گیاه مورد استفاده قرار گیرد. این



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و کود زیستی بر ارتفاع گیاه

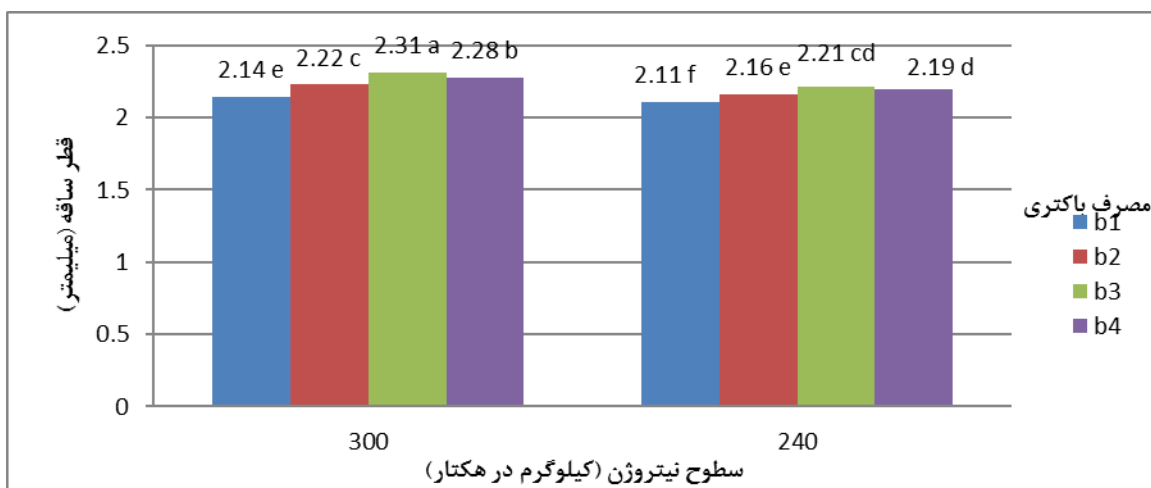
b1: عدم مصرف کود زیستی، b2: ازتوباکتر، b3: آزوسپیریوم و b4: ازتوباکتر + آزوسپیریوم + سودوموناس

قطر ساقه

آزوسپیریوم + سودوموناس به همراه ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن مشاهده شد (شکل ۲). حتی در شرایط کاهش ۲۰٪ نیتروژن (۲۴۰ کیلوگرم)، تیمار ازتوباکتر + آزوسپیریوم + سودوموناس با میانگین ۲/۱۸ سانتیمتر، عملکردی مشابه تیمار شاهد با ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن (۲/۰۵ سانتیمتر) داشت. این

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های دو ساله نشان داد که اثر ساده نیتروژن و کود زیستی در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل نیتروژن × کود زیستی در سطح ۵٪ بر قطر ساقه معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین قطر ساقه (۲/۳۸ سانتیمتر) در تیمار ترکیب ازتوباکتر +

نشان‌دهنده پتانسیل کودهای زیستی در جبران کاهش مصرف نیتروژن شیمیایی است. نیتروژن کافی (۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار و کودهای زیستی به طور هم‌زمان با بهبود رشد سلولی و توسعه بافت‌های ساقه، قطر ساقه را افزایش دادند.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و کود زیستی بر قطر ساقه
b1: عدم مصرف کود زیستی، b2: ازتوباکتر، b3: آزوسپیریلوم و b4: ازتوباکتر + آزوسپیریلوم + سودوموناس

دستیابی به سیستم‌های زراعی پایدار تأیید می‌کند.

طول بلال

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت، نیتروژن، کود زیستی و اثر متقابل نیتروژن $\times$ کود زیستی بر طول بلال در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). کشت زودتر (۱۵ خرداد) با میانگین ۲۲/۱ سانتی‌متر نسبت به کشت تأخیری (۱۵ تیر با

افزایش قطر ساقه با کاهش خطر ورس (خوابیدگی) و بهبود انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها همراه بود که نهایتاً بر عملکرد مثبت تأثیر گذاشت. این نتایج با یافته‌های *Wu et al* (2005) که تأثیر مثبت آزوسپیریلوم بر رشد رویشی ذرت را گزارش کردند، همسو است. این یافته‌ها اهمیت تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی را در بهبود ویژگی‌های ساختاری گیاه و

۲۰/۵ سانتی‌متر) حدود ۶/۳٪ افزایش طول بلال نشان داد (شکل ۳)

این تفاوت احتمالاً ناشی از شرایط دمایی مطلوب‌تر و دوره رشد طولانی‌تر در کشت زودتر بوده است. این یافته‌ها با گزارشات (1997) Waligóra درباره تأثیر تاریخ کاشت و تغذیه بر مورفولوژی بلال ذرت شیرین همخوانی دارد. در مقایسه با استانداردهای صنعتی، رقم مورد مطالعه (KSC403su) با میانگین طول بلال ۲۲/۱ سانتی‌متر در کشت بهینه، از استاندارد صنعت کنسرو (حداقل ۲۰ سانتی‌متر) بالاتر بود. طول بیشتر بلال معمولاً با عملکرد بالاتر و کیفیت بهتر محصول مرتبط است.

بیشترین طول بلال (۲۳/۲ سانتی‌متر) در تیمار ترکیب کود زیستی با ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد (شکل ۴). در شرایط کاهش ۲۰٪ نیتروژن، کاربرد توأم این کودهای زیستی طول بلال را به ۲۱/۸ سانتی‌متر رساند. این موضوع نشان داد که نیتروژن کافی باعث توسعه بهتر محور بلال و تشکیل دانه‌های بیشتر شد.

نیتروژن جزء اصلی اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، کلروفیل و اسیدهای نوکلئیک است. تأثیر افزایش نیتروژن بر طول بلال در این آزمایش را می‌توان به توسعه سلولی نسبت داد، به طوری که نیتروژن کافی باعث تقسیم سلولی بیشتر و طولی‌تر شدن سلول‌ها در محور مرکزی بلال (Cob) می‌شود که مستقیماً به افزایش طول بلال منجر می‌گردد. همچنین با تأمین نیتروژن، برگ‌ها سبزینگی خود را برای مدت طولانی‌تری حفظ می‌کنند (تداوم فتوسنتزی). این امر دوره پر شدن دانه را طولانی‌تر کرده و منابع کافی برای رشد و توسعه کامل بلال فراهم می‌کند. ضمناً، نیتروژن، رشد رویشی (ساقه و برگ) و زایشی (بلال) را هماهنگ می‌کند. رشد رویشی قوی، منبع (Source) قوی‌تری از مواد فتوسنتزی را برای مقصد یا مخزن فیزیولوژیکی (Sink) که همان بلال است، ایجاد می‌کند. این یافته کاملاً با نتایج (1997) Waligóra و نیز (2002) Bavec & Bavec همسو است که گزارش کردند مصرف بهینه نیتروژن،

طول بلال را به طور معنی‌داری از طریق بهبود رشد محور مرکزی و تعداد دانه افزایش می‌دهد. همچنین این باکتری‌ها می‌توانند سیدروفور تولید کنند که جذب آهن را بهبود می‌بخشد.

مکانیسم‌های مؤثر در افزایش طول بلال توسط ترکیب باکتری‌های محرک رشد ازتوباکتر و آزوسپیریوم شامل بهبود جذب و استفاده از عناصر غذایی، تولید فیتوهورمون‌های محرک رشد و افزایش فعالیت آنزیم‌های دخیل در رشد می‌باشد.

باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریوم با تثبیت بیولوژیکی نیتروژن اتمسفری، دسترسی گیاه به این عنصر را افزایش می‌دهند. به ویژه، آزوسپیریوم علاوه بر تثبیت ازت، هورمون‌های محرک رشد به ویژه اکسین (IAA) و جیبرلین تولید می‌کند که به طور مستقیم باعث طول‌شدن سلول‌ها و در نتیجه افزایش طول بلال می‌شود. این موضوع یافته حاضر را که ۱۰/۸ درصد افزایش طول را نشان می‌دهد، توجیه می‌کند. سودوموناس با حل کردن فسفات‌های غیرقابل جذب در خاک، دسترسی گیاه به فسفر را که برای انتقال انرژی (ATP) و تقسیم سلولی حیاتی است، افزایش می‌دهد.

ملکی نارگ‌موسی و بلوچی (۱۳۹۱) گزارش کردند که کاربرد توأم کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریوم باعث افزایش معنی‌دار طول بلال ذرت شد. آن‌ها این اثر را ناشی از بهبود جذب نیتروژن و تولید هورمون‌های رشد دانستند. Vessey (2003) در مروری بر پژوهش‌های مربوط به ازتوباکتر و آزوسپیریوم تأیید کرد که این باکتری‌ها نه تنها ازت را تثبیت می‌کنند، بلکه با تولید هورمون‌های رشد، توسعه سیستم ریشه را تحریک کرده و در نهایت جذب آب و مواد غذایی را افزایش می‌دهند که همه این عوامل به افزایش اندازه بلال می‌انجامد.

احمدی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای بر روی ذرت دانه ای نشان دادند که مخلوط باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپیریوم و سودوموناس برترین تأثیر را بر صفات مورفولوژیکی گیاه داشت. آن‌ها اشاره کردند که سینرژیسم (همکاری) بین این باکتری‌ها

باعث می‌شود اثر ترکیبی آن‌ها بسیار بیشتر از مجموع اثرات تک‌تک آن‌ها باشد. ازتوباکتر و آزوسپیریلوم نیتروژن فراهم می‌کنند و هورمون تولید می‌کنند، در حالی که سودوموناس فسفر و آهن در دسترس گیاه قرار می‌دهد.

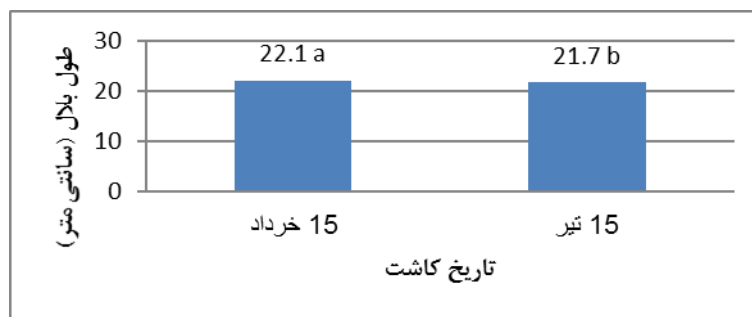
نکته بسیار مهم و کاربردی در این آزمایش، اثر متقابل معنی‌دار بین نیتروژن و کود زیستی است. مشاهده شد که با کاهش ۲۰ درصدی نیتروژن شیمیایی، استفاده از کود زیستی توانست طول بلال را در حد مطلوب حفظ کند.

این یافته با نتایج تحقیقات *Sharma et al* (2013) که گزارش کردند که تلقیح ذرت با باکتری‌های محرک رشد به گیاه کمک می‌کند تا از نیتروژن موجود در خاک (اعم از شیمیایی و آلی) با کارایی بالاتر استفاده کند (افزایش کارایی مصرف نیتروژن). این امر امکان کاهش مصرف کود شیمیایی بدون افت محسوس عملکرد را فراهم می‌آورد.

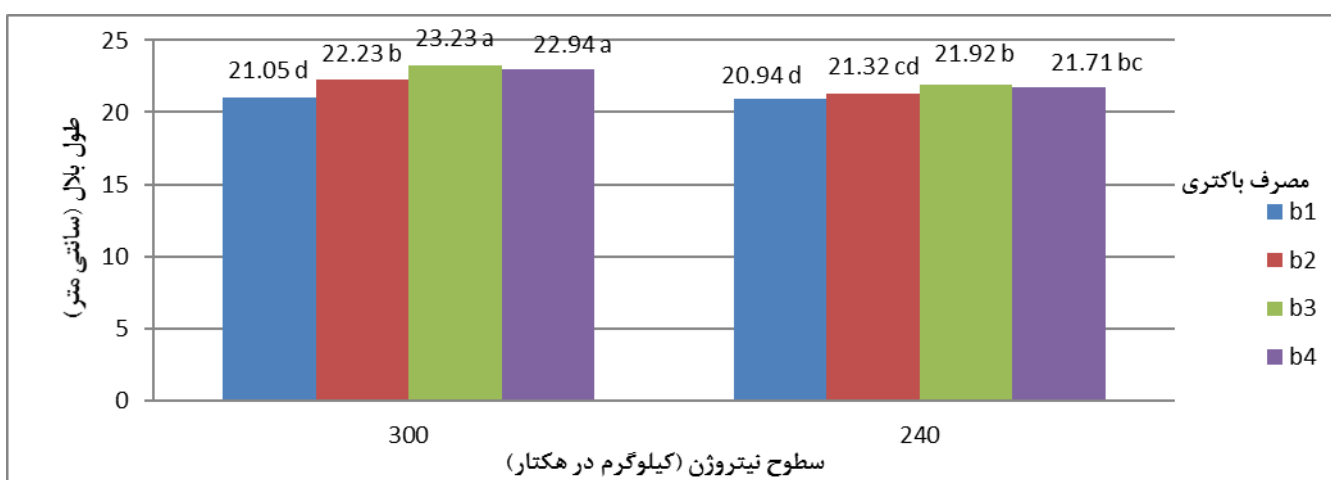
یافته حاضر مبنی بر افزایش طول بلال تحت تأثیر نیتروژن و کودهای زیستی، کاملاً در چارچوب علمی و مطابق با نتایج سایر محققین

قرار دارد. ترکیب ازتوباکتر و آزوسپیریلوم از طریق تثبیت ازت و تولید هورمون محرک رشد عمل می‌کند. سودوموناس با حل‌کنندگی فسفات و بهبود جذب ریز مغذی‌ها، توانست این اثرات را به طور هم‌افزا تقویت کند. بنابراین، استفاده از این کنسرسیوم میکروبی، همراه با مصرف بهینه نیتروژن، یک راهکار استراتژیک برای دستیابی به حداکثر پتانسیل ژنتیکی ذرت شیرین از نظر طول بلال و همزمان، حرکت به سوی کشاورزی پایدار با کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است.

نتیجه‌گیری کاربردی این است که کشت زودتر (۱۵ خرداد) برای حداکثر طول بلال توصیه می‌شود. مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه کود زیستی ترکیبی، طول بلال را بهینه می‌کند. این نتایج برای تولیدکنندگان ذرت شیرین جهت بازار تازه‌خوری و صنایع تبدیلی حائز اهمیت است.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر طول بلال



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و کود زیستی بر طول بلال
b1: عدم مصرف کود زیستی، b2: ازتوباکتر، b3: آزوسپیریلوم و b4: ازتوباکتر + آزوسپیریلوم + سودوموناس

عملکرد بلال سبز

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت در سطح پنج درصد و اثر نیتروژن، کود زیستی و اثر متقابل نیتروژن × کود زیستی در سطح یک درصد بر عملکرد بلال معنی‌دار بود (جدول ۵).

کشت ۱۵ خرداد با عملکرد ۱۷۲۷۷ کیلوگرم بر

هکتار نسبت به کشت ۱۵ تیر (۱۶۱۵۷)

کیلوگرم بر هکتار) حدود ۶/۹٪ برتری داشت

(شکل ۵). این اختلاف معادل ۱۱۲۰ کیلوگرم

بر هکتار افزایش عملکرد بلال سبز بود. نتایج

این آزمایش، نشان‌دهنده برتری قابل توجه

(۶/۹ درصد) تاریخ کاشت زودتر (۱۵ خرداد)

نسبت به تاریخ کاشت دیرتر (۱۵ تیر) در

عملکرد بلال سبز است. تاریخ کاشت زودتر مسیر رشد گیاه را طوری تنظیم می‌کند که مراحل حساس گرده‌افشانی، تشکیل بلال و به ویژه دوره پر شدن دانه با شرایط آب و هوایی مطلوب‌تر (دمای معتدل‌تر، رطوبت نسبی مناسب و طول روز کافی) همپوشانی پیدا کند. دمای بالا در ماه‌های تابستان (نتیجه کاشت دیر) می‌تواند منجر به تنش گرمایی شود که اثرات مخربی مثل کاهش فرآیند فتوسنتز و افزایش تنفس گیاه شده و مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده برای پر کردن دانه‌ها صرف متابولیسم می‌شود. همچنین گرمای شدید می‌تواند باعث کاهش قابلیت حیات دانه‌های گرده و کاهش موفقیت در تلقیح (اختلال در گرده افشانی) شود. این یافته با نتایج پژوهش‌های (Oktem et al 2010) که گزارش کردند که تاریخ‌های کاشت زودتر بهاره به دلیل اجتناب از تنش گرمایی پایان فصل، عملکرد بلال سبز و اجزای آن را به طور معنی‌داری افزایش دادند. مطابقت می‌نماید. همچنین خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای روی ذرت شیرین به این نتیجه رسیدند که تأخیر در کاشت باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بلال سبز شد که علت اصلی آن را کاهش دوره رشد رویشی و قرارگیری مرحله پر شدن دانه در معرض دمای بالا ذکر کردند. (Khodarahmpour 2011) در تحقیقی گزارش کرد که اگرچه کاشت زودتر معمولاً بهتر است، اما بهترین تاریخ باید بر اساس داده‌های هواشناسی بلندمدت هر منطقه تعیین شود تا بین استفاده از فصل رشد و اجتناب از تنش‌های دمایی تعادل برقرار شود. یافته حاضر که حاکی از برتری ۱۱۲۰ کیلوگرم بر هکتار عملکرد بلال سبز در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد نسبت به ۱۵ تیر است، به وضوح نشان می‌دهد که تاریخ کاشت یک عامل مدیریتی کلیدی در دستیابی به پتانسیل عملکرد ذرت شیرین است. این برتری عمده ناشی از اجتناب از تنش گرمایی پایان فصل و توسعه مطلوب‌تر اجزای عملکرد تحت شرایط محیطی مناسب‌تر است. بنابراین، تعیین تاریخ کاشت بهینه بر اساس الگوی اقلیمی هر

منطقه، اولین و مهم‌ترین گام در برنامه مدیریتی مزرعه ذرت شیرین برای حصول حداکثر عملکرد اقتصادی است.

حداکثر عملکرد بلال سبز (۱۷۹۴۴ کیلوگرم بر هکتار) در تیمار ترکیبی ازتوباکتر+آزوسپیریلوم+سودوموناس با ۳۰۰

کیلوگرم نیتروژن حاصل شد (شکل ۶). در شرایط کاهش نیتروژن (۲۴۰ کیلوگرم)، همین ترکیب کود زیستی عملکردی معادل ۱۶۴۶۷

کیلوگرم بر هکتار تولید کرد. این نشان می‌دهد که پاسخ عملکرد بلال سبز به سطوح مختلف نیتروژن تحت تأثیر نوع کود زیستی

قرار گرفته است. از دیدگاه فیزیولوژیک، افزایش عملکرد بلال سبز، ناشی از بهبود رشد رویشی و زایشی گیاه، توسعه بهتر سیستم ریشه و جذب

عناصر غذایی و افزایش سطح فتوسنتز کننده و انتقال بهتر مواد فتوسنتزی است. تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن + ترکیب کود زیستی :

عملکرد ۱۶۴۶۷ کیلوگرم بر هکتار ثبت شد. نتایج فوق نشان‌دهنده هم‌افزایی بین نیتروژن و کودهای زیستی است. کودهای زیستی با مکانیسم‌های مختلف از جمله تثبیت نیتروژن

(توسط ازتوباکتر و آزوسپیریلوم)، حل‌کنندگی فسفات و تولید سیدروفور (توسط سودوموناس) و تولید هورمون‌های رشد (مانند اکسین و جیبرلین)، جذب عناصر غذایی را بهبود بخشیده و رشد رویشی و زایشی گیاه را افزایش دادند.

تحت تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن (کاهش ۲۰٪ نسبت به سطح توصیه شده)، کاربرد ترکیب کود زیستی عملکردی معادل ۱۶۴۶۷

کیلوگرم بر هکتار تولید کرد که حتی از تیمار شاهد با ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن (۱۵۹۸۲ کیلوگرم بر هکتار) بالاتر بود (شکل ۶). این

یافته نشان‌دهنده پتانسیل بالای کودهای زیستی در جبران کاهش مصرف نیتروژن شیمیایی است. به عبارت دیگر، استفاده از

کودهای زیستی امکان کاهش ۲۰ درصد مصرف نیتروژن را بدون افت عملکرد فراهم می‌کند.

ازتوباکتر و آزوسپیریلوم با تثبیت نیتروژن اتمسفری، دسترسی گیاه به نیتروژن را افزایش داده و همچنین با تولید هورمون‌های رشد مانند اکسین، تقسیم سلولی و رشد گیاه را

تحریک می‌کنند و سودوموناس با حل کردن فسفات‌های غیرقابل جذب و تولید سیدروفور، جذب فسفر و آهن را بهبود می‌بخشد که برای فتوسنتز و انتقال آسمیلات‌ها به بلال ضروری است. این میکروارگانیسم‌ها به طور هم‌زمان با بهبود توسعه سیستم ریشه، جذب آب و عناصر غذایی را افزایش داده و در نهایت منجر به افزایش عملکرد بلال سبز می‌شوند.

افزایش عملکرد (بلال سبز) حدود ۱۹/۶٪ در تیمار ترکیبی نسبت به شاهد، از نظر اقتصادی قابل توجه است و می‌تواند سودآوری را بهبود بخشد. همچنین کاهش مصرف نیتروژن شیمیایی تا ۲۰٪ بدون افت عملکرد، از نظر زیست‌محیطی حائز اهمیت است زیرا از آلودگی آب‌های زیرزمینی و خاک ناشی از نترات جلوگیری می‌کند و به سوی کشاورزی پایدار حرکت می‌کند.

دو نتیجه‌گیری کاربردی در این رابطه خواهیم داشت. اول آن که برای دستیابی به حداکثر عملکرد بلال سبز، استفاده از ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با ترکیب کود زیستی (ازتوباکتر + آزوسپیریلوم + سودوموناس) توصیه می‌شود و دوم این که در صورت محدودیت مصرف نیتروژن یا تمایل به کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی، ترکیب کود زیستی با ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌تواند بدون کاهش محسوس عملکرد مورد استفاده قرار گیرد. این نتایج به وضوح نشان می‌دهد که ادغام کودهای زیستی در مدیریت تغذیه ذرت شیرین نه تنها عملکرد را افزایش می‌دهد، بلکه پایداری سیستم زراعی را نیز بهبود می‌بخشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات ارتفاع گیاه، قطر ساقه و تعداد شاخه در گیاه

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بلال سبز	وزن پوست بلال	عملکرد دانه قابل کنسرو
سال	۱	۱۹۸۹/۳۷ ^{ns}	۵۸/۶۴۷ ^{ns}	۱۴۵۲/۲۵ ^{ns}
تکرار (سال)	۴	۵۰۹/۷۵	۱۴/۲۷۸	۳۶۷/۵۶
تاریخ کاشت	۱	۶۳۴۵/۱۴*	۳۴۶۷/۸۷*	۵۰۲۸/۶۵*
سال × تاریخ کاشت	۱	۳۱/۲۴۸ ^{ns}	۱۱/۰۵۷ ^{ns}	۱۸/۳۶ ^{ns}
نیتروژن	۱	۱۸۶۶/۳۷*	۴۷۹/۳۶۲*	۱۴۷۸/۴۴*
سال × نیتروژن	۱	۱۱/۵۲۴ ^{ns}	۲/۲۰۵ ^{ns}	۵/۳۶ ^{ns}
تاریخ کاشت × نیتروژن	۱	۳۸۶/۰۷۵ ^{ns}	۲۶۱/۷۹ ^{ns}	۳۴۹/۲۸ ^{ns}
سال × تاریخ کاشت × نیتروژن	۱	۱۵/۳۶ ^{ns}	۷/۸۳۶ ^{ns}	۱۱/۸۵ ^{ns}
کود زیستی	۳	۷۶۱/۵۹*	۴۴/۱۸*	۵۴۴/۷۲*
سال × کود زیستی	۳	۵۲/۷۸ ^{ns}	۳/۵۲۲ ^{ns}	۳۶/۸۹ ^{ns}
تاریخ کاشت × کود زیستی	۳	۱۳۶/۵۲۶ ^{ns}	۱۰/۰۲۳ ^{ns}	۱۰۸/۶۷ ^{ns}
سال × تاریخ کاشت × کود زیستی	۳	۲۱/۸۴۷ ^{ns}	۶/۵۳۴ ^{ns}	۱۳/۵۷ ^{ns}
نیتروژن × کود زیستی	۳	۲۷۷/۳۹۲*	۶/۶۱۸ ^{ns}	۱۸۷/۲۲*
سال × نیتروژن × کود زیستی	۳	۲۱/۷۵ ^{ns}	۲/۵۵۸ ^{ns}	۲۱/۵۷ ^{ns}
تاریخ کاشت × نیتروژن × کود زیستی	۳	۴۴۱/۳۶۸ ^{ns}	۱۴/۳۴۵ ^{ns}	۳۲۹/۶۵ ^{ns}
سال × تاریخ کاشت × نیتروژن × کود زیستی	۳	۹۰/۰۴۷ ^{ns}	۲/۴۴۷ ^{ns}	۴۰/۰۸ ^{ns}
خطا	۶۰	۷۱/۰۳۹	۵/۴۷۴	۵۲،۵۹
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲۲/۳۶	۸/۲۹	۱۹/۷۸

ns، * و ** به ترتیب بیانگر غیرمعنی دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

۲۰٪ مصرف نیتروژن به صورت کود شیمیایی

بدون افت عملکرد وجود خواهد داشت.

از نظر اقتصادی، افزایش ۱۹/۶٪ عملکرد بلال

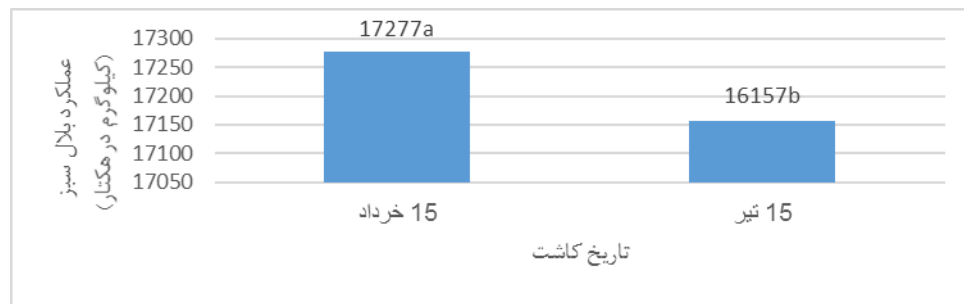
سبز با کودهای زیستی می‌تواند سودآوری قابل

توجهی داشته باشد و همچنین امکان کاهش

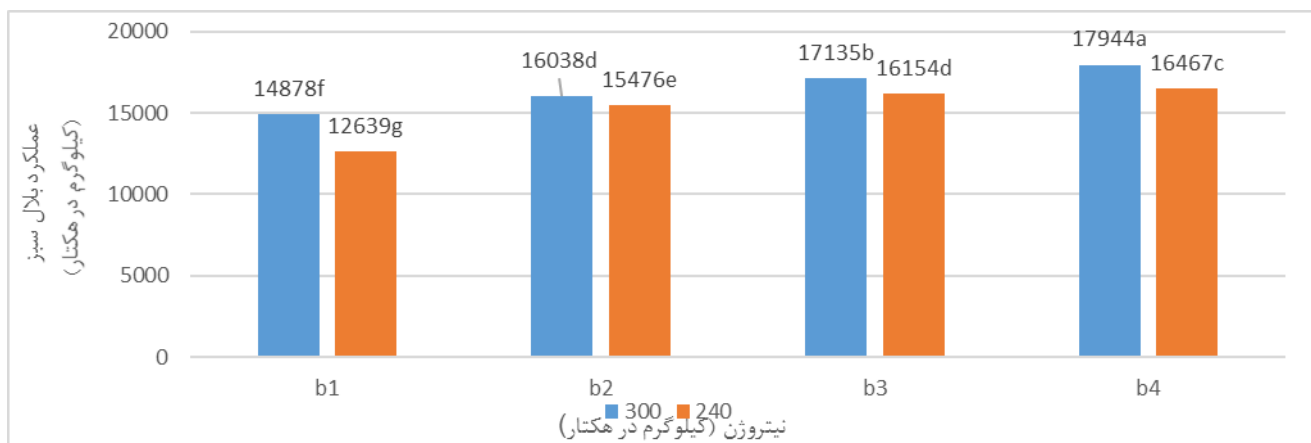
می‌شود. مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با کود زیستی ترکیبی نتایج مطلوبی دارد و در صورت محدودیت مصرف نیتروژن، استفاده از ترکیب ازتوباکتر+آزوسپیریلوم می‌تواند کاهش عملکرد را جبران کند.

نتایج حاضر با یافته‌های *Oktem et al* (2010) درباره تأثیر مثبت نیتروژن بر عملکرد ذرت شیرین همخوانی دارد. تأثیر ترکیب کودهای زیستی بر عملکرد بلا نیز توسط ملکی نارگ‌موسی و بلوچی (۱۳۹۱) تأیید شده است.

برای دستیابی به حداکثر عملکرد بلال سبز، کشت در تاریخ بهینه (۱۵ خرداد) توصیه



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر عملکرد بلال سبز



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و کود زیستی بر عملکرد بلال سبز

b1: عدم مصرف کود زیستی، b2: ازتوباکتر، b3: آزوسپیریلوم و b4: ازتوباکتر + آزوسپیریلوم + سودوموناس

وزن پوست بلال (Husk)

در پژوهش‌های کشاورزی، به ویژه بر روی گیاهان زراعی مانند ذرت شیرین، اندازه‌گیری وزن پوست بلال (Husk weight) یکی از اجزای مهم در ارزیابی عملکرد و کیفیت محصول است. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت، نیتروژن، کود زیستی و اثر متقابل سال $\times$ تاریخ کاشت در سطح یک درصد بر وزن پوست بلال معنی‌دار بود (جدول ۵). کشت ۱۵ خرداد با میانگین ۲۰,۰ گرم وزن پوست بلال نسبت به کشت ۱۵ تیر (۱۸,۳ گرم) حدود ۹/۳٪ افزایش نشان داد (شکل ۷). این اختلاف احتمالاً ناشی از رشد بهتر گیاه و توسعه بیشتر برگ‌های غلافی یا پوشنده بلال (هاسک) در شرایط محیطی مطلوب‌تر کشت زودتر بود.

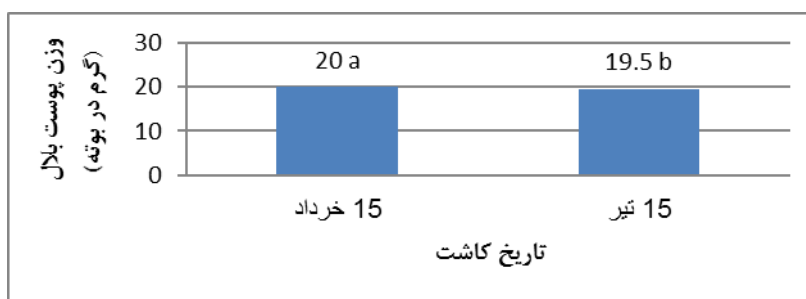
تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن با میانگین ۲۰/۱ گرم وزن برگ‌های غلافی نسبت به ۲۴۰ کیلوگرم (۱۸/۲ گرم) حدود ۱۰/۴٪ افزایش وزن پوست داشت (شکل ۸). این نتایج نشان داد که نیتروژن کافی باعث توسعه بهتر

بافت‌های پوششی بلال شد. این یافته‌ها با گزارشات Kaukis & Davis (1986) درباره تأثیر مدیریت زراعی بر ویژگی‌های بلال ذرت شیرین همخوانی دارد.

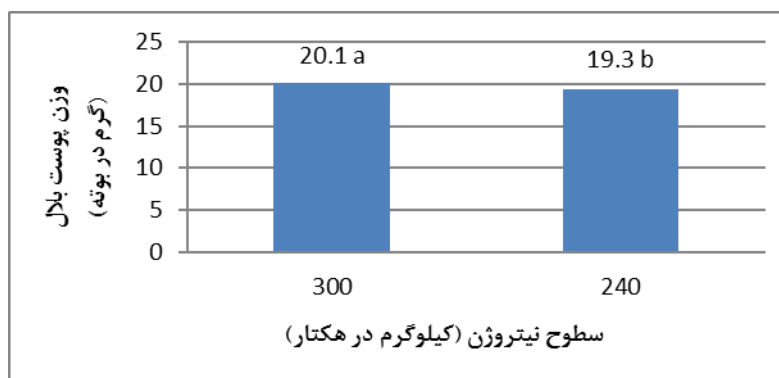
تیمار ازتوباکتر+آزوسپیریلوم با میانگین ۲۰/۳ گرم بیشترین وزن پوست را نشان داد. این مقدار نسبت به شاهد (۱۸/۱ گرم) حدود ۱۲/۲٪ افزایش معنی‌دار داشت (شکل ۹).

از دیدگاه فیزیولوژیک، وزن بیشتر پوست (هاسک) نشان‌دهنده توسعه بهتر سیستم محافظتی بلال است. این ویژگی می‌تواند از آسیب‌های مکانیکی در طول رشد و برداشت جلوگیری کند. از نظر صنعتی، پوست‌های سنگین‌تر برای مصارف صنعتی (تولید کاغذ سیگار یا بسته‌بندی) مناسب‌ترند، اما برای بازار تازه‌خوری، نسبت مناسب دانه به پوست اهمیت بیشتری دارد. در مقایسه با استانداردهای صنعتی، وزن پوست در محدوده ۱۸-۲۰ گرم برای اکثر مصارف صنعتی قابل قبول است که رقم مورد مطالعه در شرایط بهینه به این استانداردها دست یافت.

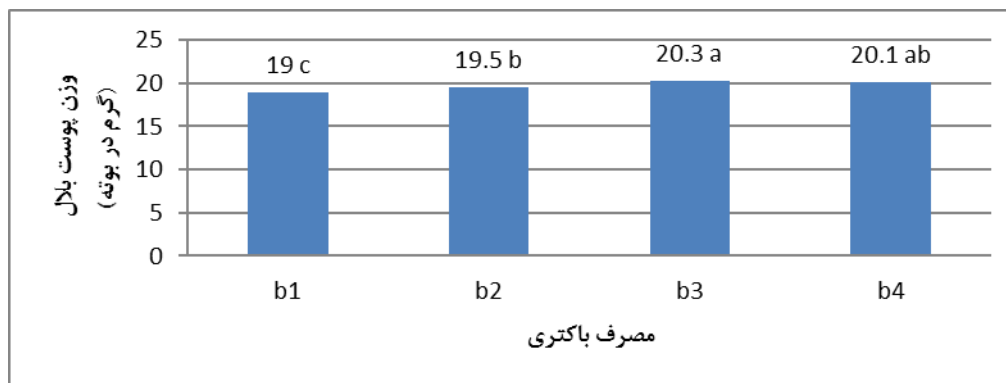
برای دستیابی به حداکثر وزن پوست، کشت
 زودتر (۱۵ خرداد) توصیه می‌شود. مصرف ۳۰۰
 کیلوگرم نیتروژن همراه با کود زیستی ترکیبی
 نتایج مطلوبی دارد. برای بازار تازه‌خوری،
 می‌توان با تنظیم دقیق تر ترکیب کودی، به
 تعادل بهتری بین وزن پوست و عملکرد دانه
 دست یافت.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر وزن پوست بلال



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن بر وزن پوست بلال



شکل ۹- مقایسه میانگین اثر مصرف کود زیستی بر وزن پوست بلال

b1: عدم مصرف کود زیستی، b2: ازتوباکتر، b3: آزوسپیریلوم و b4: ازتوباکتر + آزوسپیریلوم + سودوموناس

عملکرد دانه قابل کنسرو

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت، نیتروژن، کود زیستی و اثر متقابل نیتروژن × کود زیستی در سطح یک درصد بر عملکرد دانه کنسروی معنی‌دار بود (جدول ۵). کشت زودتر (۱۵ خرداد) با عملکرد ۸۴۷۹/۵۶ کیلوگرم بر هکتار نسبت به کشت تأخیری (۱۵ تیر) با عملکرد ۷۹۸۶/۵۴ کیلوگرم بر هکتار برتری معنی‌داری داشت (افزایش ۵/۸۲ درصد) (شکل ۱۰). کشت زودتر (۱۵ خرداد) به دلیل شرایط محیطی مطلوب‌تر (دمای مناسب، نور کافی) و دوری از تنش گرمایی دوره پر شدن دانه، منجر به بهبود عملکرد دانه قابل کنسرو شد. کشت زودتر (۱۵ خرداد) به دلیل

همزمانی دوره پر شدن دانه با شرایط محیطی مطلوب‌تر (دمای معتدل، نور کافی و رطوبت مناسب) منجر به بهبود معنی‌دار عملکرد دانه شد. در مقابل، کشت دیرتر (۱۵ تیر) گیاه را در معرض تنش گرمایی اواخر فصل قرار داد که می‌تواند باعث اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، انتقال آسمیلات ها و پر شدن دانه‌ها شود. این یافته با نتایج Waligóra (1997) و Oktem *et al.* (2010) مطابقت دارد که گزارش کردند اجتناب از تنش گرمایی در دوره بحرانی پر شدن دانه، عامل کلیدی در افزایش عملکرد دانه ذرت شیرین است.

بیشترین عملکرد دانه قابل کنسرو (۸۷۱۸/۳۹ کیلوگرم بر هکتار) در تیمار ترکیبی ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن + ازتوباکتر + آزوسپیریلوم + سودوموناس حاصل شد (شکل ۱۱). حتی در شرایط کاهش ۲۰ درصد نیتروژن (۲۴۰ کیلوگرم بر هکتار)، کاربرد همین ترکیب کود زیستی عملکردی معادل ۸۰۸۸/۳۳ کیلوگرم بر هکتار تولید کرد که از تیمار شاهد با ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن بالاتر بود (شکل ۱۱). این نشان‌دهنده پتانسیل کودهای زیستی در کاهش ۲۰ درصد مصرف نیتروژن شیمیایی بدون افت عملکرد است.

نیتروژن نقش کلیدی در ساختار پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و کلروفیل دارد و تأمین بهینه آن برای تشکیل و پر شدن دانه‌ها ضروری است. سطوح بالاتر نیتروژن (۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار) با تأمین بهتر منابع غذایی رشد رویشی و زایشی را تقویت کرده و با افزایش تعداد دانه‌ها و وزن آن‌ها، عملکرد نهایی را بهبود می‌بخشد. این نتیجه با یافته‌های (Mojab 2011) همسو است که بیشترین عملکرد دانه کنسرو را در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن + ازتوباکتر + آزوسپیریلوم + سودوموناس حاصل شد (شکل ۱۱). حتی در شرایط کاهش ۲۰ درصد نیتروژن (۲۴۰ کیلوگرم بر هکتار)، کاربرد همین ترکیب کود زیستی عملکردی معادل ۸۰۸۸/۳۳ کیلوگرم بر هکتار تولید کرد که از تیمار شاهد با ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن بالاتر بود (شکل ۱۱). این نشان‌دهنده پتانسیل کودهای زیستی در کاهش ۲۰ درصد مصرف نیتروژن شیمیایی بدون افت عملکرد است.

نیتروژن نقش کلیدی در ساختار پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و کلروفیل دارد و تأمین بهینه آن برای تشکیل و پر شدن دانه‌ها ضروری است. سطوح بالاتر نیتروژن (۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار) با تأمین بهتر منابع غذایی رشد رویشی و زایشی را تقویت کرده و با افزایش تعداد دانه‌ها و وزن آن‌ها، عملکرد نهایی را بهبود می‌بخشد. این نتیجه با یافته‌های (Mojab 2011) همسو است که بیشترین عملکرد دانه کنسرو را در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن + ازتوباکتر + آزوسپیریلوم + سودوموناس حاصل شد (شکل ۱۱). حتی در شرایط کاهش ۲۰ درصد نیتروژن (۲۴۰ کیلوگرم بر هکتار)، کاربرد همین ترکیب کود زیستی عملکردی معادل ۸۰۸۸/۳۳ کیلوگرم بر هکتار تولید کرد که از تیمار شاهد با ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن بالاتر بود (شکل ۱۱). این نشان‌دهنده پتانسیل کودهای زیستی در کاهش ۲۰ درصد مصرف نیتروژن شیمیایی بدون افت عملکرد است.

است که بیشترین عملکرد دانه کنسرو را در سطوح بالاتر نیتروژن گزارش کرد. کودهای زیستی با مکانیسم‌های مختلف از جمله: ۱- با تثبیت نیتروژن مولکولی (توسط باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم)، دسترسی گیاه به این عنصر را افزایش داده و نیاز به نیتروژن شیمیایی را کاهش می‌دهند. ۲- با تولید هورمون‌های رشد (اکسین و جیبرلین)، تقسیم سلولی و رشد بافت‌های مریستمی را تحریک کرده و باعث توسعه بهتر بلال و پر شدن دانه‌ها می‌شوند. ۳- با حل کردن فسفات‌های نامحلول و تولید سیدروفور توسط سودوموناس، جذب فسفر و آهن را بهبود بخشیده و به طور غیرمستقیم نقش مهمی در متابولیسم انرژی و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها ایفا می‌کند و در نهایت موجب افزایش عملکرد دانه قابل کنسرو شدند. برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه قابل کنسرو در ذرت شیرین، کشت در تاریخ بهینه یعنی کشت زودتر (۱۵ خرداد) + مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار + کاربرد توأم

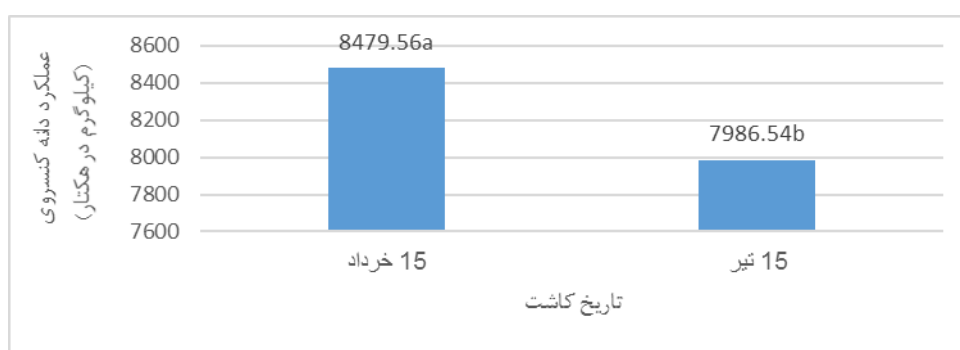
زیستی نسبت به شاهد، سودآوری قابل توجهی برای کشاورزان به همراه داشت. از جنبه زیست‌محیطی، کاهش مصرف نیتروژن شیمیایی تا ۲۰ درصد بدون کاهش عملکرد، از آلودگی آب‌های زیرزمینی و خاک ناشی از نیترات جلوگیری کرده و گامی مهم به سوی کشاورزی پایدار است.

این نتایج به وضوح نشان می‌دهد که ادغام کودهای زیستی در سیستم تغذیه ذرت شیرین، نه تنها عملکرد کمی و کیفی محصول را افزایش می‌دهد، بلکه پایداری سیستم زراعی را از طریق کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی بهبود می‌بخشد.

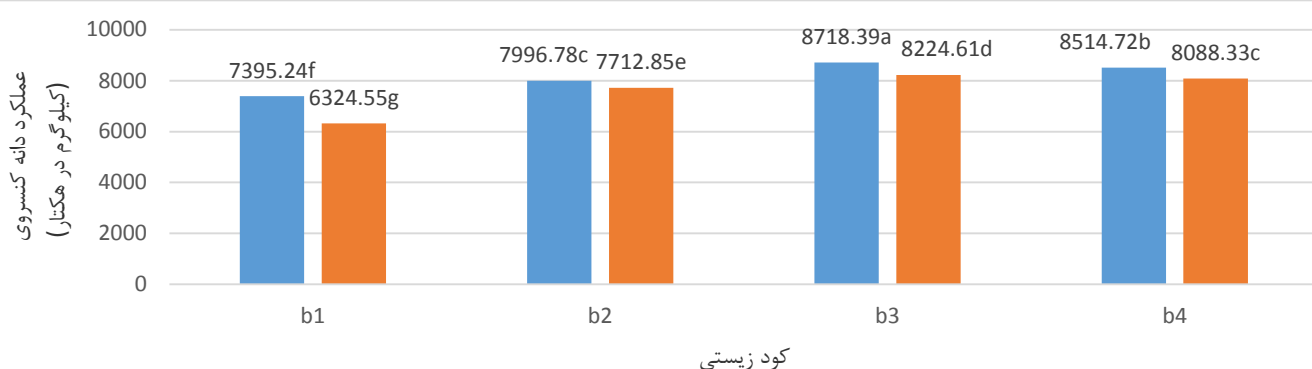
کودهای زیستی (ازتوباکتر + آزوسپیریلوم + سودوموناس) توصیه می‌شود. در صورت محدودیت دسترسی به نیتروژن یا تمایل به کاهش نهاده‌های شیمیایی، استفاده از ترکیب کود زیستی با ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌تواند به عنوان یک راهکار جایگزین و پایدار مورد استفاده قرار گیرد.

از دیدگاه فیزیولوژیک، کودهای زیستی با بهبود کارایی جذب و استفاده از نیتروژن، امکان دستیابی به عملکرد مطلوب را حتی در سطوح پایین‌تر نیتروژن فراهم می‌کنند.

از نظر اقتصادی، افزایش ۱۴/۷۹ درصدی عملکرد دانه قابل کنسرو در تیمار ترکیبی کود



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه کنسروی



شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن و کود زیستی بر عملکرد دانه کنسروی
b₁: عدم مصرف کود زیستی، b₂: ازتوباکتر، b₃: آزوسپیریلوم و b₄: ازتوباکتر + آزوسپیریلوم + سودوموناس

نتیجه گیری

(عملکرد بلال سبز ۱۷۹۴۴ کیلوگرم بر هکتار،

عملکرد دانه کنسروی ۸۷۱۹ کیلوگرم بر هکتار

و عملکرد دانه ۲۳۷۷ کیلوگرم بر هکتار) و

کیفی (پروتئین ۱۴/۲ درصد، روغن ۶/۳۹

درصد) در تیمار تلفیقی ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن

در هکتار + ازتوباکتر + آزوسپیریلوم +

سودوموناس حاصل شد. نکته برجسته تحقیق

این بود که مصرف توأم این کودهای زیستی با

۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (کاهش ۲۰

درصدی نیتروژن شیمیایی) عملکردی معادل یا

حتی بهتر از تیمار شاهد با ۳۰۰ کیلوگرم

نیتروژن (بدون کود زیستی) تولید کرد. این

موضوع پتانسیل بالای کودهای زیستی را در

کشت در تاریخ زودتر (۱۵ خرداد) نسبت به

تاریخ دیرتر یا تاخیری (۱۵ تیر) برتری خود را

در دستیابی به عملکرد بیشتر نشان داد.

عملکرد بلال سبز در کشت زودتر ۱۷۲۷۷

کیلوگرم بر هکتار (۶/۴۸ درصد افزایش)،

عملکرد دانه قابل کنسرو ۸۴۷۹ کیلوگرم بر

هکتار (۵/۸۲ درصد افزایش) و عملکرد دانه

۲۱۰۲ کیلوگرم بر هکتار (۵/۲ درصد افزایش)

بود که دلیل آن شرایط دمایی مطلوب تر و طول

دوره رشد طولانی تر در کشت بهاره است.

برهمکنش نیتروژن و کودهای زیستی بسیار

حائز اهمیت بود. بیشترین عملکرد کمی

جبران بخشی از نیاز به نیتروژن شیمیایی و امکان کاهش مصرف آن را بدون افت عملکرد نشان می‌دهد. کاربرد کودهای زیستی با افزایش میزان کلروفیل و بهبود سایر شاخص‌های رشدی، بهینه‌سازی فرآیندهای متابولیکی گیاه را به همراه داشت.

در نتیجه‌گیری نهایی و ارائه راهکار کاربردی، به کشاورزان توصیه می‌شود برای دستیابی به حداکثر عملکرد و کیفیت ذرت شیرین در منطقه تاکستان، نسبت به کشت زودتر (۱۵ خرداد) اقدام نمایند. همچنین، مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با تلقیح بذر با ترکیب کودهای زیستی ازتوباکتر + آزوسپیریلوم + سودوموناس به‌عنوان بهترین تیمار جهت دستیابی به بالاترین عملکرد بلال سبز، عملکرد دانه کنسروی و عملکرد نهایی دانه (۱۴٪ رطوبت) پیشنهاد می‌گردد. در صورت تمایل به کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه و حرکت به سمت کشاورزی پایدار، امکان کاهش ۲۰ درصدی نیتروژن شیمیایی (۲۴۰ کیلوگرم بر هکتار) به شرط استفاده توأم از ترکیب کودهای زیستی مذکور

وجود دارد، بدون آنکه افت معنی‌داری در عملکرد یا کیفیت محصول ایجاد شود. این یافته‌ها از نظر اقتصادی (کاهش هزینه‌های نهاده) و زیست‌محیطی (کاهش آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی ناشی از نیترات) حائز اهمیت فراوان هستند. این راهکار گامی مؤثر در جهت حفظ حاصلخیزی خاک، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و حرکت به سمت نظام‌های کشاورزی پایدار است.

منابع

- احمدی، ع.، ه. پیرسته انوشه، و ک. خاوازی. ۱۳۹۸. اثر تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر صفات مورفولوژیک و عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله تحقیقات خاک و آب، ۳۰(۴): ۱۲۳-۱۳۵.
- پزشک‌پور، پ. ۱۳۸۲. اهمیت تولید و مصرف ذرت شیرین. فصلنامه اطلاع‌رسانی علمی، ۱۸(۱): ۶۹-۷۰.
- حبیبی، م. و م. مجیدیان. ۱۳۹۳. اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر رشد و عملکرد

Bavec, F. and M. Bavec. 2002. Effects of plant population on leaf area index, cob characteristics and grain yield of early maturing maize cultivars (FAO 100-400). *European Journal of Agronomy*, 16(2): 151-159. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(01\)00122-6](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(01)00122-6)

Bohn, H. L., B. L. McNeal, and G. A. O'Connor. 1985. *Soil Chemistry* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Bouyoucos, G. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 54(5): 464-465. <https://doi.org/10.2134/agronj1962.00021962005400050028x>

Bremner, J. M. 1996. Nitrogen-Total. In D. L. Sparks (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods* (pp. 1085-1121). SSSA Book Series No. 5. Madison, WI: Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c37>

Kaukis, K. and D. W. Davis. 1986. Sweet corn production. In *Vegetable Production* (pp. 293-312). Van Nostrand Reinhold.

Kaukis, K. and D. W. Davis. 1986. Sweet corn breeding. In M. J. Bassett (Ed.),

ذرت شیرین. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۱ (۲): ۴۵-۶۰.

خوش اخلاق، ف.، ع. کوچکی، و م. نصیری محلاتی. ۱۳۹۴. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین در شرایط آب و هوایی مشهد. مجله به زراعی کشاورزی، ۱۶ (۱): ۷۷-۹۲.

شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان. ۱۳۹۰. کاتالوگ ارقام ذرت. انتشارات داخلی شرکت مغان.

شیبانی، ح. ۱۳۶۱. باغبانی (سبزیکاری)، جلد سوم. انتشارات مرکز نشر سپهر. ۳۳۲ ص.

مختارپور، ح.، س. ا. مساوات، م. ت. فیض بخش، و ع. صابری. ۱۳۸۷. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد بلال ذرت شیرین در کشت تابستانه. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۱ (۱): ۱۱۳-۱۰۱.

ملکی نارگ‌موسی، ب.، و ر. بلوچی. ۱۳۹۱. اثر کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین، مجله علوم خاک و آب، ۲۶ (۳): ۳۲۱-۳۳۵.

- Olsen, S. R. and L. E. Sommers.** 1982. Phosphorus. In A. L. Page (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties* (2nd ed., pp. 403-430). Madison, WI: American Society of Agronomy. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c24>
- Sharma, S. B., R. Z. Sayyed, M. H. Trivedi, & T. A. Gobi.** 2013. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus*, 2, 587. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-587>
- Simard, R. R.** 1993. Ammonium acetate-extractable elements. In M. R. Carter (Ed.), *Soil Sampling and Methods of Analysis* (pp. 39-42). Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
- Vessey, J. K.** 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255(2): 571-586. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>
- Waligóra, H.** 1997. The effect of sowing date on growth and yield of sweet corn (*Zea mays* L. var. *saccharata*). *Journal of Applied Genetics*, 38A(1): 87-95. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF03172845>
- Breeding Vegetable Crops (pp. 475-519). AVI Publishing.
- Keeney, D. R. and D. W. Nelson.** 1982. Nitrogen—Inorganic forms. In A. L. Page (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties* (2nd ed., pp. 643-698). Madison, WI: American Society of Agronomy. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c33>
- Khodarahmpour, Z.** 2011. Effect of planting date on yield and yield components of different maize (*Zea mays* L.) hybrids. *African Journal of Agricultural Research*, 6(16): 3852-3855. <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/1F17D1717522>
- Mojab, M.** 2011. Effect of nitrogen fertilizer levels on growth, yield, and quality of sweet corn (*Zea mays* L. *saccharata*). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13(5): 1023-1031. <http://jast.modares.ac.ir/article-23-10454-en.html>
- Oktem, A., A. T. Oz, S. Yucel, and M. E. Oz.** 2010. Effect of nitrogen on yield and some quality parameters of sweet corn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 41(7): 832-847. <https://doi.org/10.1080/0010362100359235>

155-

166. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.07.003>

Wu, S. C., Z. H. Cao, Z. G. Li, K. C. Cheung, and M. H. Wong. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, 125(1-2):



بررسی اثر محلول پاشی کودهای ریز مغذی و هیومیک اسید بر عملکرد کنجد (*Sesamun indicum* L.)

محمد رضا رضائی^۱، حمید رضا مبصر^۲، علیرضا دانشمند^{۲*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران

۲- گروه زراعت، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۲۵

چکیده

به منظور اثر محلول پاشی کودهای ریزمغذی و مصرف هیومیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد در تاریخ کشت تأخیری، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه عراقی محله در سال زراعی ۱۴۰۱ انجام شد. این تحقیق به صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۹ تیمار در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه عراقی محله انجام شد. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، شاخص برداشت، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک بود. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که تیمار بذرمال هیومیک اسید + ریزمغذی، شاهد و شاهد+کود آبیاری+بذرمال هیومیک اسید بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشتند و پایین‌ترین عملکرد بیولوژیک مربوط به کود آبیاری هیومیک اسید و کود آبیاری+ریزمغذی بود. همچنین وزن هزار دانه در گروه شاهد و تیمار هشتم در مقایسه با دیگر تیمارها بطور معنی‌داری پایین‌تر بود. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از کودهای ریزمغذی و هیومیک اسید توانست بطور معنی‌داری وزن هزار دانه افزایش دهد. در نهایت عملکرد دانه بطور معنی‌داری در تیمار شاهد، شاهد+بذرمال هیومیک اسید و شاهد + بذرمال هیومیک اسید + ریزمغذی بطور معنی‌داری بیشتر از دیگر تیمارها بود. این نتایج نشان می‌دهد که بذرمال کردن هیومیک اسید نسبت به دیگر تیمارها اثرات بهتری بر عملکرد دانه داشته است.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب، دانه های روغنی، کودهای ریزمغذی، هیومیک اسید

* نگارنده مسئول (ali.daneshmand@qamiau.ac.ir)

مقدمه

کنجد به عنوان یکی از قدیمی ترین دانه های روغنی متعلق به راسته توبیفلورا و تیره پدالیاسه است. کنجد به عنوان یک گیاه پربازده، بصورت مخلوط یا تک کشتی و با استفاده از رطوبت باقیمانده در خاک رشد می کند (Bedigian, 2014). کنجد به دلیل دارا بودن اسیدهای چرب اشباع نشده (با چند پیوند دوگانه) با کیفیت بالا و اسیدهای چرب با ثبات زیاد که از تند شدن اکسیداتیو روغن جلوگیری می کند. ترکیب اسیدهای چرب روغن کنجد به عنوان یکی از روغن های نیمه خشک شونده عمدتاً شامل اولئیک اسید (۱:۱۸) و لینولئیک اسید (۲:۱۸) به ترتیب به مقدار ۳۲-۵۴ و ۳۰-۵۲ درصد و دارای رنگ زرد تیره و بو و طعم مطلوب است و به عنوان بهترین روغن دارای ثبات بالا در مصارف آشپزی و روی میز غذا مورد استفاده قرار می گیرد. بذرها ی کنجد حوال ۴۰-۶۰ درصد روغن، ۲۶-۱۹ درصد پروتئین و ۶-۳ درصد فیبر خام است (Chellamuthu et al., 2017). اندیس یدی،

وزن مخصوص و ارزش اسیدی (عدد اسیدی) روغن کنجد به ترتیب ۱۱۳-۱۰۳، ۰/۹۲۱-۰/۹۱۶ و ۲/۲-۱/۰۰ و بذر آن منبع غنی از نیاسین، فولیک اسید و توکوفرول است (Chellamuthu et al., 2017). ریزمغذی ها به خصوص روی، آهن و منگنز به طور وسیعی در خاک های مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل تثبیت آن ها توسط خاک، بالا بودن pH و درصد بالای کربنات کلسیم این خاک ها، به سرعت به شکل غیر قابل جذب برای گیاه تبدیل میشوند و کمبود آن ها در گیاهان ظاهر می شود (Wu et al., 2016). ترکیب دیگری که می تواند با کودها اثرات هم افزایی داشته باشد؛ اسید هیومیک است. مواد هیومیکی طیف گسترده ای از ترکیبات آلی- معدنی مختلفی هستند که این ترکیبات شامل: اسید آمینه، فنول ها، پپتیدها و اسیدهای نئوکلوئیک در هم بستگی با انواع کاتیون ها هستند که مجموعاً ترکیبات منحصر به فردی ساخته اند (El-Bassiony et al., 2010). اسید هیومیک ظرفیت خاک را افزایش می دهد،

تهویه آن را تسهیل می‌کند، جوانه‌زنی بذر را بهبود می‌بخشد و همچنین درصد نیتروژن موجود در خاک را افزایش می‌دهد. از تاثیر اسید هیومیک بر گیاهان می‌توان به کمپلکس کردن یون‌های فلزی و همچنین افزایش راندمان مصرف کودهای دیگر نام برد (Li et al., 2019). اسید هیومیک به عنوان یک تقویت‌کننده ارگانیک در ترکیب با کودهای طبیعی دیگر نیز فوق‌العاده عمل می‌کند (Mahmood et al., 2020). در واقع کودهای طبیعی با وجود اسید هیومیک کارایی بیشتری پیدا کرده و مقرون به صرفه می‌شوند. در واقع اسید هیومیک اثربخشی کودهای طبیعی دیگر را دوچندان می‌کند (Rasheed et al., 2017). این مطالعه با هدف اثر محلولپاشی کودهای ریزمغذی و مصرف هیومیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد تحت شرایط تاریخ کشت تأخیری انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور اثر محلولپاشی کودهای ریزمغذی و مصرف هیومیک اسید بر عملکرد و اجزای

عملکرد کنجد در تاریخ کشت تأخیری، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه عراقی محله در سال زراعی ۱۴۰۱ انجام شد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان دارای میانگین دراز مدت بارندگی سالانه تقریباً ۴۸۷ میلی‌متر، دامنه نوسانات دمایی سالانه ۱۰ درجه سانتی-گراد، ارتفاع ۵/۵ متر از سطح دریا و میانگین دمای سالانه تقریباً ۱۸ درجه سانتی‌گراد در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه، ۵۳ دقیقه و ۲۴ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه، ۲۴ دقیقه و ۵۱ ثانیه شرقی قرار دارد. در این منطقه معمولاً یک فصل معتدل و مرطوب بعد یک فصل نسبتاً گرم و مرطوب دنبال می‌شود. پیش از انجام مطالعه، برای تعیین کردن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق ۹۰ سانتیمتری خاک، نمونه‌برداری انجام گرفت. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز در آزمایشگاه موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری و بررسی شد و نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه در عمق ۰-۹۰ سانتی متر خاک مزرعه

عمق نمونه برداری خاک				مولفه های خاکشناسی
۶۰-۹۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۰-۱۵	ویژگی های خاک
۷/۳۰	۷/۳۰	۷/۲۷	۷/۲۰	اسیدیتته
۱/۴۱	۱/۴۲	۱/۳۱	۱/۳۵	درصد کاتیون های قابل تبادل
۰/۴۰	۰/۶۰	۱/۳۰	۱/۵۰	درصد کربن آلی
۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۱۵	درصد نیتروژن کل
۱/۰۱	۲	۶/۷۰	۸/۶۰	فسفر قابل جذب (ppm)
۷۰	۱۰۸	۲۹۶	۳۳۳	پتاسیم قابل دسترس (ppm)
۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴۲	۱/۴۴	وزن مخصوص ظاهری g/cm ³
۳۳	۳۴	۲۹	۲۸	درصد رس
۵۲	۵۲	۵۳	۵۴	درصد سیلت
۱۵	۱۴	۱۸	۱۸	درصد شن
سیلتی-رسی-لوم	سیلتی-رسی-لوم	سیلتی-رسی-لوم	سیلتی-رسی-لوم	بافت خاک

(a) طرح آزمایشی و تیمارها

- این تحقیق به صورت طرح بلوک های کاملا تصادفی با ۹ تیمار در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه عراقی محله انجام شد. در هر کرت ۵ ردیف کشت، فاصله بین ردیف ها، ۴۰ سانتی متر و فاصله بین تکرارها ۳ متر در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایشی بصورت زیر بودند:
- ۱ - مصرف کودهای پایه NPK بر اساس آزمون خاک (۲۰۰ کیلوگرم/هکتار)
- ۲ - مصرف کودهای پایه NPK بر اساس آزمون خاک (۲۰۰ کیلوگرم/هکتار) همراه با محلول پاشی کودهای ریز مغذی (۵ کیلوگرم/هکتار).
- ۳ - مصرف کودهای پایه NPK بر اساس آزمون خاک (۲۰۰ کیلوگرم/هکتار) همراه با بذرمال هیومیک اسید (یک گرم/کیلوگرم بذر).
- ۴ - مصرف کودهای پایه NPK بر اساس آزمون خاک (۲۰۰ کیلوگرم/هکتار) همراه با بذرمال هیومیک اسید (یک گرم/کیلوگرم بذر) و

محلول پاشی کودهای ریزمغذی (۵ کیلوگرم/هکتار) و
کیلوگرم/هکتار).

۵ - مصرف کودهای پایه NPK بر اساس آزمون
خاک (۲۰۰ کیلوگرم/هکتار) همراه با کود
آبیاری هیومیک اسید (۵ کیلوگرم/هکتار).

۶ - مصرف کودهای پایه NPK بر اساس آزمون
خاک (۲۰۰ کیلوگرم/هکتار) همراه با کود
آبیاری هیومیک اسید (۵ کیلوگرم/هکتار) و
محلول پاشی کودهای ریزمغذی (۵
کیلوگرم/هکتار).

۷ - مصرف کودهای پایه NPK بر اساس آزمون
خاک (۲۰۰ کیلوگرم/هکتار) همراه با بذرمال
(یک گرم/کیلوگرم بذر) و کود آبیاری هیومیک
اسید (۵ کیلوگرم/هکتار).

۸ - مصرف کودهای پایه NPK بر اساس آزمون
خاک (۲۰۰ کیلوگرم/هکتار) همراه با بذرمال
(یک گرم/کیلوگرم بذر) و کود آبیاری هیومیک
اسید (۵ کیلوگرم/هکتار) و محلول پاشی
کودهای ریزمغذی (۵ کیلوگرم/هکتار).

۹ - مصرف ۷۵ درصد کودهای پایه NPK بر
اساس آزمون خاک (۱۵۰ کیلوگرم/هکتار)
همراه با بذرمال (یک گرم/کیلوگرم بذر) و کود

آبیاری هیومیک اسید (۵ کیلوگرم/هکتار) و
محلول پاشی کودهای ریزمغذی (۵
کیلوگرم/هکتار).

عملیات زراعی

زمین محل اجرای آزمایش قبل از کشت آماده
سازی شد و برای کشت کنگد آماده شد. نوع
رقم کنگد برای کشت از نوع کنگد ناشکوف
(متحمل به ریزش) انتخاب شد. برای هر تیمار
۵ خط ۵ متری با فاصله ردیف ۴۰ سانتیمتری
در نظر گرفته شد و فاصله بین ردیف‌های کاشت
۲ متر و فاصله تکرارها از یکدیگر ۳ متر بود.
پیش از مرحله کاشت، نمونه برداری از خاک
مزرعه انجام شد و جهت آنالیز به آزمایشگاه
خاک و آب مرکز ارسال شد. تاریخ کشت در
نظر گرفته برای زمان کشت مناسب، نیمه
خرداد ماه و کشت تاخیری که در این مطالعه
مورد نظر بود، ۲۰ روز پس از آن و در تاریخ ۲۰
تیر ماه انجام گرفت. کودهای پایه فسفاته و
پتاسه بر اساس نتایج آنالیز خاک در ۸ تیمار
تماماً هنگام کاشت مصرف شده و کودهای
نیترژنه نیز به صورت سرک در ۲۰۰ کیلوگرم

رسیدگی گیاه صورت گرفت. پس از پایان مرحله رشد و در زمان برداشت، نمونه گیاهی از هر تیمار آزمایشی گرفته شد و عملکرد و پارامترهای عملکردی مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای مورد بررسی شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، ارتفاع اولین غلاف، ارتفاع اولین شاخه فرعی، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک کرت، وزن هزار دانه، عملکرد دانه کل کرت و شاخص برداشت مورد بررسی قرار گرفتند.

بررسی صفات مورد مطالعه

ارتفاع بوته

در مرحله رسیدگی محصول از هر قطعه مورد اندازه‌گیری، ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و ارتفاع بوته آن‌ها از سطح زمین برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس میانگین آن‌ها به‌عنوان ارتفاع بوته منظور شد.

وزن هزار دانه

برای بررسی وزن هزار دانه، تعداد ۱۰۰ دانه به‌صورت دستی شمارش شدند و سپس وزن

در هکتار بصورت سرک در ۳ مرحله ۳۰ درصد هنگام کاشت، ۳۵ درصد از ۸ برگی تا تکمیل ساقه و ۳۵ درصد قبل از گلدهی (قبل تا شروع گلدهی) استفاده شدند. فسفر استفاده نشد. چون حد استاندارد برای کنجد ۱۵ پی پی ام است که براساس آنالیز خاک، خاک محل کشت ۱۶/۵۰ پی پی ام بوده و نیازی به استفاده از فسفر نبود. سولفات پتاسیم نیز بمیزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. چون با توجه به تحقیقات و پژوهشی که انجام شده، اگر زیر ۱۵۰ باشد حداقل باید ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم مصرف شود. ۵ کیلوگرم عناصر ریزمغذی آهن، روی و کلسیم برای هر هکتار و بهمین میزان برای هیومیک اسید، میزان کود مورد نیاز برای مساحت هر یک از کرت‌های اصلی محاسبه و تقسیم بر ۲ گردید که نصف آن در مرحله اول و نصف دیگر در مرحله دوم مورد استفاده قرار گرفت. برای بذر مال کردن هیومیک اسید، یک گرم از هیومیک اسید در ۱۰۰ میلی لیتر آب حل شد و برای بذر مال یک کیلوگرم بذر به کار رفت. برداشت در هنگام

آن‌ها در عدد ۱۰ ضرب شد و به‌عنوان وزن هزار دانه برحسب گرم تعیین شد.

عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت

پس از پایان جمع‌آوری دانه از واحد سطح علامت‌گذاری شدند، تمامی بوته‌های موجود در سطح مشخص شده (یک مترمربع) کفبر شده و به‌مدت ۷۲ ساعت در یک آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس وزن خشک نمونه‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شدند. نهایتاً با اضافه نمودن وزن دانه‌ها، عملکرد بیولوژیکی در هر واحد آزمایشی حاصل شد. شاخص برداشت دانه نیز از نسبت محصول دانه به عملکرد بیولوژیکی به دست آمد.

عملکرد دانه

در هر قطعه انتخابی، مساحتی باندازه یک مترمربع برای محاسبه عملکرد در نظر گرفته شد. بوته‌های برداشت شده به مکانی مناسب انتقال یافتند. پس از گذشت ۶ تا ۱۰ روز هنگامی که غلاف‌ها خشک شدند و رطوبت دانه به حدود ۱۰ درصد رسید، غلاف‌های برداشت شده به‌صورت دستی کوبیده شده تا تمام دانه‌ها

از غلاف‌ها خارج شدند. سپس به‌وسیله غربال و بادکش کردن بقایای گیاهی (پوسته غلاف) باقی‌مانده از دانه‌های کنجد جدا شد و عملکرد دانه محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. برای رسم نمودارها از Excel نیز استفاده شد.

نتایج و بحث

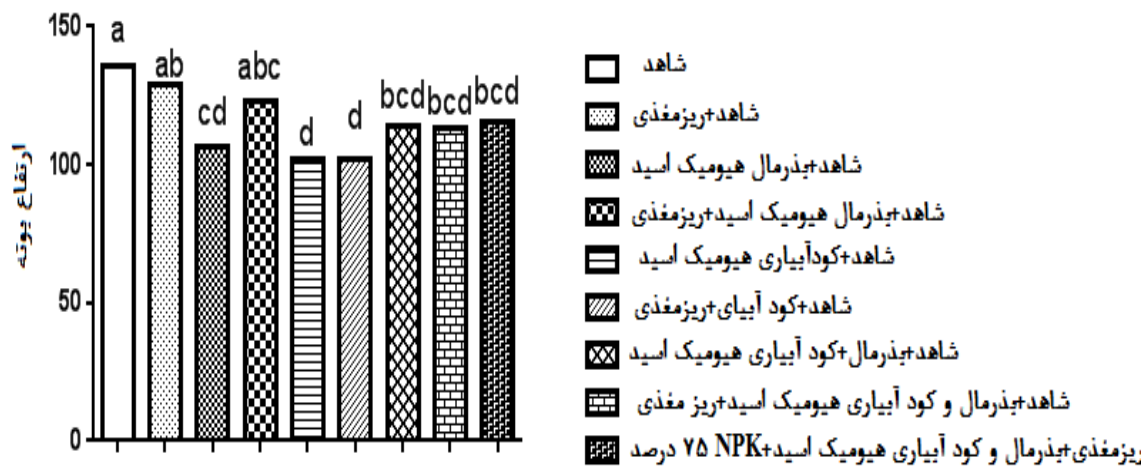
ارتفاع بوته

نتایج این بخش از مطالعه نشان داد که تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد روی ارتفاع بوته داشتند (جدول ۲). نتایج اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی را برای ارتفاع بوته نشان داد (شکل ۱). بر اساس نتایج این بخش از مطالعه بیشترین ارتفاع بوته مربوط به گروه شاهد است که در مقایسه با دیگر گروه‌ها به استثنای بذرمال هیومیک اسید و بذرمال هیومیک

اسید+ریز مغذی اختلاف معنی داری را نشان داد. به استثنای گروه های بذرمال هیومیک اسید و بذرمال هیومیک اسید+ریز مغذی و شاهد، بیم دیگر گروه ها اختلاف معنی داری وجود نداشت. این بدان معنی است که تیمار کنگد با کودهای ریز مغذی و هیومیک اسید در مقایسه با شاهد یا تأثیر ندارد و یا باعث کاهش ارتفاع بوته می شود (شکل ۱).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر مملول پاشی هیومیک اسید و کودهای مغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد کنگد

میانگین مربعات (MS)						
منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص برداشت	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	ارتفاع بوته
بلوک	۲	۲۵۰/۵۱ ^{ns}	۲۱۹/۳۱ ^{ns}	۴۱/۳۱ ^{ns}	۰/۳۱ ^{ns}	۱۵۳/۵۵ ^{ns}
تیمار	۸	۴۸۹۷/۴۷*	۳۵۸۱۲/۱۸*	۳۱۲/۱۸*	۱۸۳/۱۸*	۳۴۲۶/۰۰**
خطا	۱۶	۲۱۰۷۹/۶۳	۲۵۸۸/۷۷	۲/۵۵	۲/۶۶	۲۰۱۸/۴۴
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۹/۵۴	۲۱/۳۲	۱۱/۳۶	۲۲/۶۹	۹/۷۱



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مملول پاشی هیومیک اسید و کودهای مغذی بر ارتفاع بوته. حروف بالانویس متفاوت اختلافات معنی دار بین گروه ها را نشان می دهد.

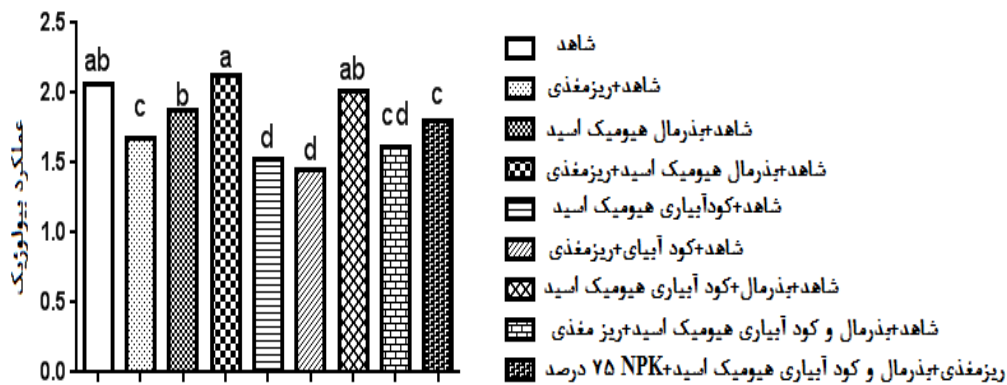
این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از کودهای شیمیایی بدون تعامل با کودهای ریز مغذی و هیومیک اسید اثرات بهتری روی ارتفاع بوته دارد. این نتایج همراستا با نتایج گزارش شده توسط گلدانی و فاضلی کاخکی (۱۳۹۳) است که در پژوهشی به بررسی ارزیابی اثر کودهای شیمیایی و آلی بر ویژگی‌های رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد سه اکوتیپ کنجد پرداختند. نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که بیشترین ارتفاع بوته، بعد از اعمال کود شیمیایی مشاهده گردید. همچنین نتایج این بخش از مطالعه مغایر با نتایج گزارش شده توسط نخعی‌نژاد و موسوی (۱۳۹۶) است که به بررسی اثر هیومیک اسید بر خصوصیات گیاه شنبلیله پرداختند و نشان دادند که کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار هیومیک‌اسید باعث افزایش معنی‌داری و به‌ترتیب ۱۰/۳ درصدی ارتفاع بوته گردید. نتایج بدست آمده برای شنبلیله مغایر با نتایج بدست آمده برای کنجد در مطالعه حاضر است که این نوع تفاوت بعلت تفاوت در نوع پاسخ گیاه ممکن است بوده باشد. همچنین مقادیر کود مصرفی نیز می‌تواند

روی اختلاف نتایج این مطالعه با مطالعات پیشین تأثیر داشته باشد. انتظار می‌رفت که هیومیک اسید باعث افزایش ارتفاع بوته شود ولی چنین نتیجه‌ای حاصل نشد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج این مطالعه نشان داد که تیمارهای آزمایشی در سطح ۵ درصد اثرات معنی‌داری روی عملکرد بیولوژیک داشتند. بر اساس نتایج این مطالعه، تیمار بذرمال هیومیک اسید+ریزمغذی، شاهد و شاهد+کود آبیاری+بذرمال هیومیک اسید بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشتند و پایین‌ترین عملکرد بیولوژیک مربوط به کود آبیاری هیومیک اسید و کود آبیاری+ریزمغذی بود. نتایج این مطالعه نشان داد که بین استفاده از ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد نیاز از کودهای نیتروژنه+پتاسیم+فسفر در تیمارهای ۸ و ۹ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تیمار بذرمال هیومیک اسید+ریزمغذی اثرات بهتری را نشان داد. در مجموع این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از کودهای بذرمال هیومیک

اسید می‌تواند اثرات بهتری روی عملکرد بیولوژیک داشته باشد (شکل ۲).



شکل ۲- تأثیر تیمارهای محلول پاشی هیومیک اسید و کودهای مغذی بر عملکرد بیولوژیک. حروف بالانویس متفاوت اختلافات معنی‌دار بین گروه‌ها را نشان می‌دهد.

هیومیک اسید اثرات مثبتی روی عملکرد بیولوژیک داشتند. نتایج همچنین همراستا با Kandil *et al* (2015) است به بررسی اثرات روش کشت و هیومیک اسید بر گیاه کنجد پرداختند و نشان دادند که عملکرد بیولوژیکی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (Kandil, 2015). در مطالعه‌ای Gulser & Aya (2005) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می‌شود (Aya & Gulser, 2005).

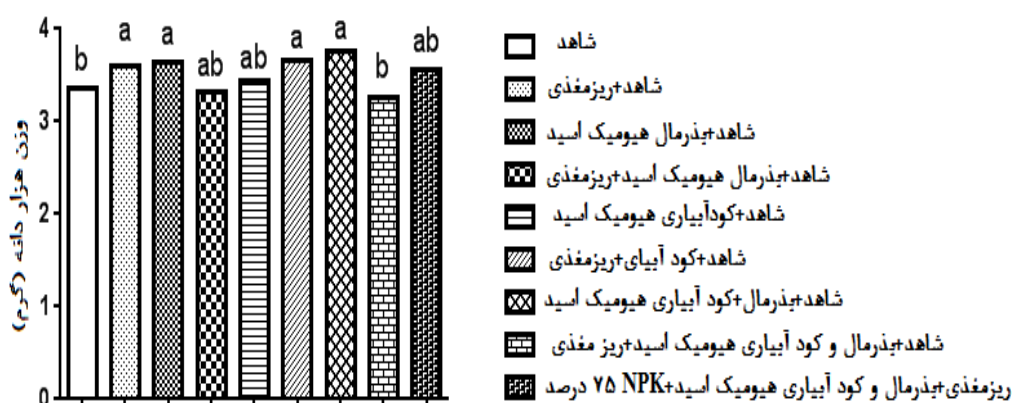
نتایج این بخش از مطالعه همراستا با نتایج عامری (۱۳۹۵) است که به بررسی اثر دور آبیاری و محلول پاشی ریزمغذی‌ها روی صفات رویشی و اجزای عملکرد گیاه دارویی کنجد (*Sesamum indicum L.*) پرداختند و نشان دادند که محلول پاشی عناصر ریزمغذی اثر مثبتی روی عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه داشت. همچنین نتایج همراستا با نتایج گزارش شده توسط نخعی‌نژاد و موسوی (۱۳۹۶) است که به بررسی اثر هیومیک اسید بر خصوصیات گیاه شنبلیله پرداختند و نشان دادند که

که وزن هزار دانه در گروه شاهد و تیمار هشتم در مقایسه با دیگر تیمارها بطور معنی‌داری پایین‌تر بود. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از کودهای ریزمغذی و هیومیک اسید توانست بطور معنی‌داری وزن هزار دانه افزایش دهد (شکل ۳).

که می‌تواند سازوکار استفاده شده در این مطالعه نیز همین باشد.

وزن هزار دانه

نتایج در جدول ۲ نشان داد که وزن هزار دانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی در سطح ۵ درصد قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد



شکل ۳- تأثیر تیمارهای محلول پاشی هیومیک اسید و کودهای مغذی بر وزن هزار دانه. حروف بالانویس متفاوت اختلافات معنی‌دار بین گروه‌ها را نشان می‌دهد.

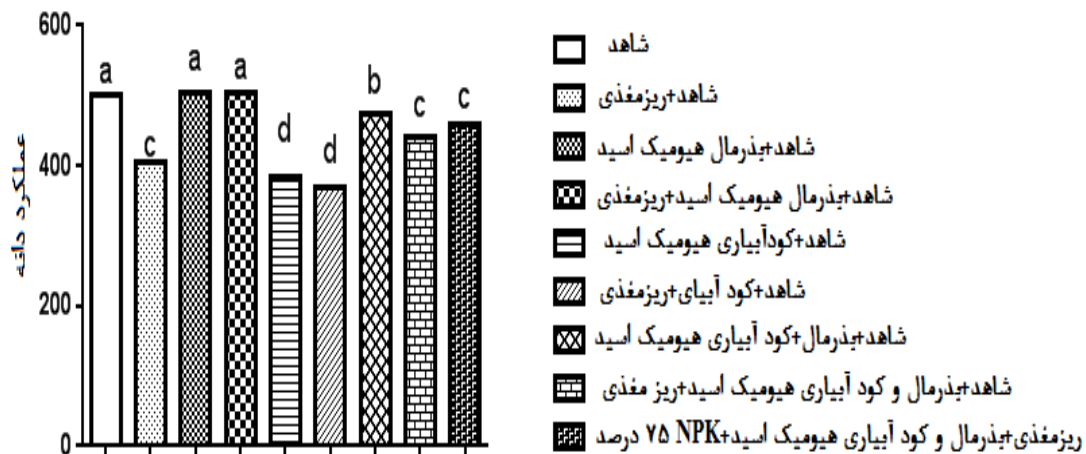
آهن، روی و بور در فتوسنتز و عملکرد فتوسیستم‌های نوری می‌تواند در افزایش شاخص‌هایی همانند وزن هزار دانه شود (Montalvo et al., 2016). هیومیک اسید همچنین باعث افزایش معنی‌دار نیتروژن می‌شوند و از این طریق باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه می‌شوند.

نتایج این بخش از مطالعه همراستا با نتایج نخعی نژاد و موسوی (۱۳۹۶) است که نشان دادند هیومیک اسید باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه شد. ارتباط هزار دانه در ارتباط با صفت عملکرد بیولوژیک است که توسط هیومیک اسید و کودهای ریز مغذی بهبود یافتند. بهبود شرایط تغذیه‌ای و نقش مثبت

عملکرد دانه

نتایج برای عملکرد دانه نشان داد که تیمارهای آزمایشی در سطح ۵ درصدی روی عملکرد دانه داشت. نتایج برای این صفت در شکل ۴ گزارش شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که عملکرد دانه بطور معنی داری در تیمار شاهد،

شاهد+بذر مال هیومیک اسید و شاهد+بذر مال هیومیک اسید+ریزمغذی بطور معنی داری بیشتر از دیگر تیمارها بود. این نتایج نشان می-دهد که بذر مال کردن هیومیک اسید نسبت به دیگر تیمارها اثرات بهتری بر عملکرد دانه داشته است.



شکل ۴- تأثیر تیمارهای محلول پاشی هیومیک اسید و کودهای مغذی بر عملکرد دانه. حروف بالانویس متفاوت اختلافات معنی دار بین گروه‌ها را نشان می‌دهد.

نتایج این مطالعه همراستا با نتایج گزارش شده توسط پرتانی (۱۳۹۱) است که به بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و هیومیک بر روی عملکرد ذرت پرداختند و نشان دادند که کاربرد ترکیبی از این کودها باعث افزایش عملکرد ذرت شد. نتایج این بخش از مطالعه مغایر با نتایج عامری (۱۳۹۵) است که در مطالعه‌ای به

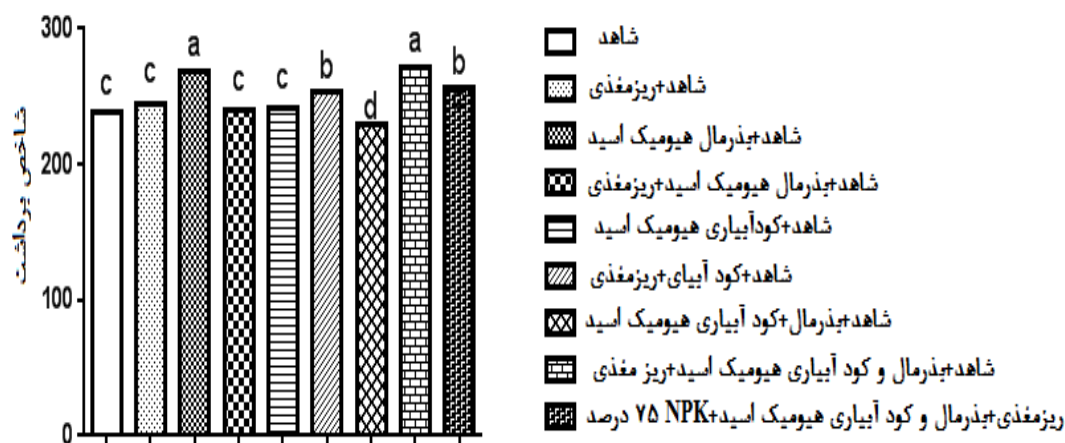
بررسی اثر دور آبیاری و محلول پاشی ریزمغذی‌ها روی صفات رویشی و اجزای عملکرد گیاه دارویی کنجد (*Sesamum indicum L*) پرداختند و نشان دادند که اثر محلول پاشی عناصر ریزمغذی روی عملکرد دانه معنی دار نبود. اثر هیومیک اسید ممکن

است که به افزایش نیتروژن برگردد که باعث بهبود عملکرد دانه می‌شوند.

روی شاخص برداشت اثر معنی‌داری داشتند. نتایج این مطالعه نشان داد که بذرمال کردن هیومیک اسید به تنهایی و در کنار ریزمغذی باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت شد (شکل ۵).

شاخص برداشت

نتایج برای شاخص برداشت در جدول ۲ نشان داد که تیمارهای آزمایشی در سطح ۵ درصد



شکل ۵- تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی هیومیک اسید و کودهای مغذی بر شاخص برداشت. حروف بالانویس متفاوت اختلافات معنی‌دار بین گروه‌ها را نشان می‌دهد.

(۱۳۹۱) است که به بررسی اثر سطوح مختلف هیومیک اسید بر روی عملکرد ذرت پراختند و نشان دادند که هیومیک اسید باعث افزایش شاخص برداشت شد. هیومیک اسید همچنین باعث افزایش معنی‌دار نیتروژن می‌شوند و از این طریق باعث افزایش معنی‌دار شاخص

نتایج این بخش از مطالعه همراستا با نتایج نخعی‌نژاد و موسوی (۱۳۹۶) است که به بررسی اثر هیومیک اسید بر خصوصیات گیاه شنبلیله پرداخت و نشان دادند که هیومیک اسید باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت شد. نتایج این مطالعه همراستا با نتایج پرتانی

برداشت می‌شوند. اسید هیومیک به عنوان یک تقویت‌کننده ارگانیک در ترکیب با کودهای طبیعی دیگر نیز فوق‌العاده عمل می‌کند و باعث افزایش شاخص برداشت می‌شود (Mahmood *et al.*, 2020).

نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی و مصرف هیومیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد کنگد تحت شرایط تاریخ کشت تأخیری انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که محلول پاشی کودهای ریز مغذی توانست بیشترین تأثیر را روی تعداد غلاف در بوته در مقایسه با دیگر تیمارها داشته باشد و کودهای مغذی باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف شده است. تیمار بذرمال هیومیک اسید و کود ریز مغذی ارتفاع غلاف بیشتر و تیمار آبیاری هیومیک اسید ارتفاع غلاف پایین‌تری را داشت. بذرمال کردن هیومیک اسید ارتفاع اولین شاخه را بطور معنی‌داری در مقایسه با گروه شاهد نشان داد. تیمار بذرمال هیومیک اسید+ریزمغذی، شاهد و

شاهد+کود آبیاری+بذرمال هیومیک اسید بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشتند. همچنین استفاده از کودهای ریزمغذی و هیومیک اسید توانست بطور معنی‌داری وزن هزار دانه افزایش دهد.

منابع

پرتانی، ت. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر مقادیر نیتروژن و اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی بر رشد و عملکرد ذرت در منطقه گرگان. اولین کنفرانس ملی راهکار دستیابی به توسعه پایدار در بخش‌های کشاورزی. منابع طبیعی و محیط زیست. ۱-۱۶.

عامری، ع. ا. ۱۳۹۵. اثر دور آبیاری و محلول پاشی ریزمغذی‌ها روی صفات رویشی و اجزای عملکرد گیاه دارویی کنگد (*Sesamum indicum* L.) همایش ملی گیاهان دارویی شاهرود.

گلدانی، م. و ف. فاضلی کاخکی. ۱۳۹۳. بررسی ارزیابی اثر کودهای شیمیایی و آلی بر ویژگی‌های رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد

Kandil, E. 2015. Impact of Sowing Method and Humic Acid on Sesame (*Sesamum indicum* L.) Production. *Journal of the Advances in Agricultural Researches*, 20(3): 460-471.

Li, Y. et al. 2019. Humic acid fertilizer improved soil properties and soil microbial diversity of continuous cropping peanut: a three-year experiment. *Scientific reports*, 9(1): 1-9.

Mahmood, Y.A., F.W. Ahmed, I.Q. Mohammed, Iand K.A. Wheib. 2020. Effect of organic, mineral fertilizers and foliar application of humic acid on growth and yield of corn (*Zea mays* L.). *Indian J. of Eco*, 47(10): 39-44.

Montalvo, D., F. Degryse, R. Da Silva, R. Baird, and M.J. McLaughlin. 2016. Agronomic effectiveness of zinc sources as micronutrient fertilizer. *Advances in agronomy*, 139: 215-267.

Rasheed, S.M., H.M. Abdullah, and S.T. Ali. 2017. Response of two hybrids of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) to four concentration of humic acid fertilizers in plastic house condition. *Journal Tikrit Univ. For Agri. Sci*, 17(1). 345-364.

Wu, J. et al. 2016. Synergistic improvement of crop physiological status by combination

سه اکوتیپ کنگد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۲: ۱۳۶-۱۲۷.

نخعی نژاد، الف. و س. موسوی. ۱۳۹۶. تأثیر دور آبیاری و اسید هیومیک و نوع گوگردی بر صفات مورفولوژیکی و عملکرد سنبله. اکوفیزیولوژی گیاهی. ۸ (۳۰): ۵۱-۴۱.

Aya, H. and F. Gulser. 2005. The effects of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach (*Spinacia oleracea* var. Spinoza). *Journal of Biological Sciences*, 5(6): 801-804.

Bedigian, D. 2014. A new combination for the Indian progenitor of sesame, *Sesamum indicum* (Pedaliaceae). *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature*, 23(1): 5-13.

Chellamuthu, M., P. Sekar, and S. Subramanian. 2017. Evaluation of sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm collection of Tamil Nadu for-linolenic acid, sesamin and sesamol content. *African Journal of Biotechnology*, 16(23): 1308-1313.

El-Bassiony, A., Z. Fawzy, M. Abd El-Baky, and A.R. Mahmoud. 2010. Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. *Res. J. Agric. Biol. Sci*, 6(2): 169-175.

of cadmium immobilization and micronutrient fertilization. Environmental Science and Pollution Research, 23(7): 6661-6670.



اثر فشار و باد بر یکنواختی آبپاش‌های متحرک در سیستم آبیاری بارانی

فاطمه کیخایی*

۱- هیات علمی، گروه آبیاری و فیزیک خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۲۷

چکیده

استفاده از سامانه‌های آبیاری بارانی به عنوان یکی از روش‌های مؤثر در افزایش بهره‌وری و کاهش تلفات آب در بخش کشاورزی اهمیت ویژه‌ای دارد. عملکرد این سامانه‌ها تا حد زیادی به نوع آبپاش، فشار کارکرد و شرایط اقلیمی از جمله سرعت باد وابسته است. این پژوهش با هدف ارزیابی ضریب یکنواختی توزیع آب و راندمان کاربرد در چند نوع آبپاش متداول شامل سارو، نوآوران، آمبو و ویر در شرایط فشارهای ۴ و ۴/۵ اتمسفر و سه محدوده سرعت باد (۲-۴، ۴-۶ و ۶-۸ متر بر ثانیه) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اراک در سال ۱۳۹۵ انجام شد. آزمایش‌ها بر روی سامانه آبیاری بارانی کلاسیک با آبپاش متحرک و آرایش مربعی قوطی‌ها انجام گردید و ضرایب یکنواختی کریستیان سن (CU) و یکنواختی توزیع (DU) محاسبه شدند. نتایج نشان داد که افزایش فشار کارکرد تا حدود ۴/۵ اتمسفر در شرایط باد آرام موجب بهبود یکنواختی می‌شود، اما در بادهای شدید به دلیل ریز شدن قطرات و افزایش تلفات بادبردگی، ضریب یکنواختی کاهش می‌یابد. میانگین ضریب یکنواختی در فشار ۴ اتمسفر با افزایش سرعت باد از آرام به شدید به ترتیب در آبپاش‌های سارو، نوآوران، آمبو و ویر به میزان ۳۵، ۴۵، ۳۴ و ۴ درصد کاهش یافت. در مجموع، آبپاش ویر با فشار کارکرد ۴ اتمسفر در تمامی شرایط باد بیشترین ضریب یکنواختی و عملکرد هیدرولیکی را نشان داد. نتایج این تحقیق تأکید می‌کند که انتخاب نوع آبپاش متناسب با شرایط اقلیمی و کنترل سرعت باد در زمان آبیاری می‌تواند موجب افزایش راندمان کاربرد و کاهش تلفات تبخیر و بادبردگی در سامانه‌های آبیاری بارانی شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری بارانی، سرعت باد، ضریب یکنواختی، فشار کارکرد

* نگارنده مسئول (f.keykhaei@areeo.ac.ir)

مقدمه

حفظ منابع یکی از ارکان اساسی توسعه پایدار کشاورزی است. آب یکی از منابع مهم، اما محدود می‌باشد. لذا ضروری است تا از حداقل آب موجود به‌نحو مطلوب استفاده گردد. عمده‌ترین هدف آبیاری به‌کار بردن مقدار بهینه آب در منطقه توسعه ریشه‌ها است تا گیاه رشد نموده و مقداری از نیاز آبی را که به‌وسیله بارندگی جبران نمی‌شود، تامین نماید. روش آبیاری بارانی یکی از سیستم‌های آبیاری تحت فشار است که آب را از یک منبع گرفته و به صورت قطراتی آن را در هوا پخش می‌نماید. نقش اولیه آبپاش‌ها، توزیع یکنواخت آب می‌باشد بدون اینکه سبب جریان سطحی شده و از زهکشی بیش از حد محیط ریشه جلوگیری شود. به‌همین دلیل، آبپاش یک عامل خیلی مهم از یک سیستم آبیاری بارانی می‌باشد. نحوه عملکرد آبپاش، میزان قابلیت تولید و راندمان کل سیستم را تعیین می‌نماید (Keller & Bliesner, 1990; Wilson & Zoldoske, 1997). در سال‌های اخیر، انواع

گوناگونی از آبپاش‌ها با طراحی‌های بهینه و ویژگی‌های هیدرولیکی متفاوت برای کاربرد در سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک توسعه یافته‌اند. عملکرد هر آبپاش تحت تأثیر عواملی مانند فشار کارکرد، نوع و قطر نازل، زاویه پرتاب، الگوی پاشش و شرایط باد است (Carrión et al., 2021; Li et al., 2023). آبپاش‌های ضربه‌ای، رایج‌ترین نوع در سامانه‌های کلاسیک ثابت و متحرک هستند و به‌وسیله بازوی ضربه‌ای، آب را در یک مسیر چرخشی توزیع می‌کنند. این نوع آبپاش‌ها برای فشارهای ۲ تا ۵ بار مناسب بوده و در اغلب مناطق کشاورزی ایران کاربرد دارند (Tang et al., 2020; محمدی و همکاران، ۱۳۹۹). باد مهمترین عامل موثر بر عملکرد سامانه‌های آبیاری بارانی است و کاهش شدید یکنواختی آبیاری به‌عنوان یکی از اثرات زیان‌آور باد می‌باشد (Zapata et al., 2007). مقدار پخش آب که در طراحی منظور می‌شود، بستگی به-میزان تبخیر-تعرق در دوره حداکثر مصرف یا حداکثر ظرفیت نگهداری آب در منطقه توسعه

ریشه و میزان تخلیه آب از خاک دارد. هرچه یکنواختی پخش آب در سطح مزرعه کمتر باشد، تلفات آب بیشتر خواهد بود. ابراهیمی (۱۳۸۵) نشان داد که راندمان کاربرد آب، به-تنهایی یکنواختی توزیع آب و کفایت آبیاری را در تمام نقاط مزرعه نشان نمی‌دهد، لذا این راندمان نخواهد توانست معرف راندمان واقعی آبیاری باشد میربلوچ و همکاران (۱۳۹۹) با ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک با آبپاش متحرک در شهرستان خاش نشان دادند که ۵۰ درصد سیستم‌های مورد مطالعه، ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع کمتر از مقدار توصیه شده مریام و کلر داشتند. استفاده از ضریب یکنواختی کریستیان‌سن در سیستم‌های آبیاری بارانی برای بیان یکنواختی بسیار متداول است. در پژوهشی Dabbaus (1962) از طریق روش‌های آماری مشخص کرد که ضریب یکنواختی کریستیان‌سن در مقایسه با دیگر روش‌ها معتبرتر است. در تحقیقی دیگر ذکر شده است که شرکت‌های سازنده آبپاش معمولاً از ضریب یکنواختی کریستیان‌سن برای ارزیابی سیستم‌ها استفاده می‌کنند (Heermann et al., 1980). فشار کارکرد، اصلی‌ترین عامل سیستمی موثر بر توزیع آب در آبیاری بارانی است (Montero, 2003). در فشار کم به دلیل ریزش بیشتر آب در فواصل نزدیک به آبپاش و در فشار بالا به-دلیل تولید قطرات ریزتر و حساس‌تر به باد، ضریب یکنواختی کاهش می‌یابد و معیار اصلی فاصله بین آبپاش‌ها در هر شرایط باد، فشار کارکرد و نوع نازل، یکنواختی توزیع آب است (keller et al., 1990). به طور کلی فاصله کم بین آبپاش‌ها موجب یکنواختی بالاتری می‌شود (بزانه، ۱۳۹۳). در یک سرعت باد مشخص، معمولاً آرایش مربعی نسبت به-مستطیلی ضریب یکنواختی بالاتری دارد. علاوه بر این جهت باد هم تاثیر کمتری بر آرایش مربعی دارد (Tarjuelo et al., 1992). مطالعات جدید نشان می‌دهد که استفاده از آبپاش‌های بهینه‌سازی شده بر پایه مدل‌سازی دینامیک سیالات می‌تواند، یکنواختی توزیع آب را ۱۰ تا ۲۰ درصد افزایش دهد (Li et al., و Zhu et al., 2019). 2023 در تحقیقی دیگر از عوامل سرعت و

صورت گرفته نشان داد که بادهای با سرعت کمتر از ۵ کیلومتر در ساعت تأثیر چندانی روی یکنواختی توزیع آب ندارند، ولی سرعت‌های بیشتر از ۱۵ کیلومتر در ساعت باعث به هم خوردن یکنواختی توزیع آب می‌شوند و لذا معمولاً سیستم آبیاری بارانی برای مناطقی که سرعت متوسط باد بیش از ۱۵ کیلومتر در ساعت باشد، توصیه نمی‌شود (Seginer & Kostrinsky, 1975). نتایج تحقیق شیخ اسماعیلی (۱۳۸۶) هم نشان داد که برای کسب یکنواختی توزیع قابل قبول در شرایط وزش-بادهای با سرعت بیش از ۲ متر بر ثانیه می-بایست حداکثر فواصل آبیاش‌ها به ابعاد ۲۵×۲۵ متر با آرایش مربعی انتخاب گردد و در شرایطی که سرعت باد از ۱۵ کیلومتر بر ساعت تجاوز کند، مقدار ضریب یکنواختی از ۸۰ درصد کمتر خواهد شد. هر نوع آبیاش پروفیل پاشش خاصی دارد که به -اندازه نازل و فشار کارکرد بستگی دارد. بررسی‌های میدانی محمدی و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که مقادیر کم شاخص‌های ارزیابی به دلیل فاصله نامناسب

جهت باد، مدت آبیاری، زاویه پخش آب و ارتفاع آبیاش به عنوان عوامل بر یکنواختی توزیع آب یاد شده است (Tarjuelo et al., 1999). عوامل موثر بر توزیع آب از آبیاش‌ها به سه دسته کلی طراحی آبیاش، اندازه، تعداد و طراحی داخلی نازل‌ها و فشار کارکرد تقسیم-بندی شد (Carrion et al., 2001). باوی و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقی اثر شدت‌های مختلف باد، فشار، فواصل و آرایش آبیاش‌ها را بر یکنواختی توزیع آب در آبیاری بارانی در امیدیه بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که با افزایش نسبت فواصل آبیاش‌ها به قطر پراکنش، ضریب یکنواختی مخصوصاً در بادهای شدید (بیشتر از ۷ متر بر ثانیه) کاهش می‌یابد. اثر باد بر توزیع یکنواختی آبیاش‌هایی که فاصله کمتری دارند، کمتر است و لذا در صورت وجود باد با کاهش فواصل آبیاش‌ها می‌توان یکنواختی توزیع آب را افزایش داد. هرچه سرعت باد بیشتر باشد و قطرات آب نیز ریزتر باشند، تأثیر منفی باد نیز بیشتر شده و امکان اختلال در توزیع یکنواختی آب افزایش می‌یابد. تحقیقات

آبپاش‌ها، فشار کم اجرا نسبت به فشار طراحی، تغییرات فشار زیاد در سامانه و استفاده هم‌زمان از تعداد زیاد آبپاش است. کلیه سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک komet162 در اراضی دشت ارسباران ارزیابی شدند که دارای مقادیر ارزیابی کمتر از مقادیر توصیه شده توسط مریام و کلر بودند (احمدزاده و امامی فر، ۱۴۰۲). این مطالعه به‌منظور بررسی میزان یکنواختی پخش آب در شرایط فشار کارکرد و سرعت‌های باد مختلف بر روی چهار آبپاش در منطقه مورد مطالعه صورت گرفت. ضریب یکنواختی کریستیان‌سن، عملکرد هیدرولیکی و یکنواختی توزیع آب، مقدار یکنواختی توزیع آب در شرایط مختلف از لحاظ فشار آب، سرعت باد و روند تغییرات آن بررسی شد و آبپاش مناسب تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

عوامل موثر بر یکنواختی پخش آب

یکنواختی پخش آب در راندمان کاربرد آب موثر است (Tarjuelo et al., 1992). Merriam & Keller (1978) راندمان

آبیاری یا همان درصد راندمان کاربرد آب در مزرعه را به‌صورت معادله (۱) عنوان کردند:

$$AE = (D/Dr) \times 100 \quad (1)$$

که در آن D : متوسط عمق آب نفوذ یافته و ذخیره شده در منطقه ریشه برحسب میلی‌متر. Dr : متوسط عمق آب آبیاری اندازه‌گیری شده از نازل آبپاش برحسب میلی‌متر می‌باشد. که در آبیاری سنتی (سطحی) این راندمان حدود ۳۰ درصد و در آبیاری بارانی حدود ۷۰ درصد و در آبیاری قطره‌ای تا ۹۰ درصد افزایش می‌یابد. Keller (1978) مقادیر بهینه راندمان کاربرد آب را برای سیستم‌های مختلف آبیاری با توجه به شرایط اقلیمی طبق جدول (۱) بیان نمود. معمولاً بنا برآنچه در اکثر طراحی‌ها نیز به‌کار می‌رود برای سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در شرایط ایران راندمان‌های ۷۵ و ۷۰ درصد را به‌عنوان راندمان کاربرد بهینه در نظر می‌گیرند. برای تعیین مقدار یکنواختی آب در یک سیستم آبیاری بارانی از یک شبکه مربعی جمع‌کننده‌ها (قوٹی‌های یکسان) که در اطراف آبپاش بر روی زمین چیده می‌شوند، استفاده می‌گردد. آبپاش باید در مرکز شبکه

مربعی نصب شود (وسط چهار تا جمع کننده افقی باشد (Bloomer, 2007, 2008).
مجاور) و باید دقت شود که ورودی قوطی‌ها

جدول ۱- راندمان‌های معمول برای سیستم‌های آبیاری بارانی با مدیریت مناسب

راندمان کاربرد (درصد)	نوع سیستم و شرایط محیطی
۸۵	سیستم‌های متحرک و ثابت با یکنواختی پاشش بالا در شرایط اقلیمی سرد یا مرطوب و باد کم
۸۰	سیستم‌های متحرک در اغلب اقلیم‌ها و شرایط بادی و سیستم‌های ثابت با شدت پاشش متوسط تا زیاد و یکنواختی مناسب در اکثر اقلیم‌ها و باد کم
۷۵	سیستم‌های ثابت معمولی در اغلب اقلیم‌ها و شرایط بادی و سیستم‌های متحرک در اقلیم بیابانی و باد شدید
۷۰	سیستم‌های ثابت با شدت پاشش بالا در اقلیم‌های بیابانی و باد شدید یا شدت پاشش کم در دیگر اقلیم‌ها با باد شدید و سیستم‌های اراپه‌ای
۶۵	سیستم‌های ثابت با شدت پاشش نسبتاً کم در اقلیم‌های بیابانی و باد شدید یا شدت پاشش کم در اقلیم‌های بیابانی و باد شدید
۶۰	سیستم‌های ثابت با شدت پاشش کم و قطرات کوچک در اقلیم‌های بیابانی و باد شدید و آبپاش‌های تفنگی و بوم

مهم‌ترین عامل اقلیمی که بر توزیع آبپاش‌ها اثر می‌گذارد، تغییرات سرعت و جهت باد است. همچنین برای یک سرعت باد ثابت، تغییرات جهت باد الگوی پخش آب را در امتداد باد بهم می‌زند و بنابراین بر مقدار ضریب یکنواختی- کریستیان‌سن اثر می‌گذارد (Seginer and Kostrinsky, 1975). برای بیان یکنواختی توزیع آب در آبیاری بارانی، شرکت‌های سازنده آبپاش‌ها معمولاً از ضریب یکنواختی-کریستیان-سن برای ارزیابی آبپاش‌ها استفاده می‌کنند. معمولاً ضریب یکنواختی اعلام شده توسط کارخانه سازنده برای شرایط ایده‌آل می‌باشد.

به‌همین دلیل ممکن است پس از نصب وسایل آبیاری بارانی در مزرعه، دستیابی به ضریب یکنواختی فوق ممکن نشود. استفاده از جداول موجود می‌تواند برای تخمین ضریب یکنواختی سیستم آبیاری بارانی قبل از برپایی سیستم در مزرعه مورد استفاده قرار گیرد. دقیق‌ترین روش ارزیابی ضریب یکنواختی توزیع آب، اندازه‌گیری پارامترهای لازم در مزرعه و محاسبه ضریب یکنواختی توزیع آب است. اولین مطالعه در خصوص یکنواختی آبیاری بارانی توسط کریستیان‌سن در کالیفرنیا صورت گرفت که منجر به ارائه ضریب یکنواختی کریستیان‌سن

(معادله ۲) شده است (Christiansen, 1942). کریستیانسن برای تعیین یکنواختی،

از یک شبکه مربعی قوطی‌های یکسان که در اطراف یک آبپاش بر روی زمین چیده می‌شوند استفاده کرد. آبپاش در مرکز شبکه مربعی گذاشته می‌شود و باید دقت شود که قوطی‌ها در تمام مدت آزمایش کاملاً افقی باشند.

$$CU = 1 - \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - \bar{x}|}{n \cdot \bar{x}} \quad (2)$$

که در آن، CU: ضریب یکنواختی کریستیان-سن، x_i : عمق آب در هر یک از قوطی‌های جمع‌آوری آب (میلی‌متر)، $\bar{x}$: میانگین عمق آب در قوطی‌ها (میلی‌متر) و n : تعداد قوطی‌های جمع‌آوری آب می‌باشد. DU: ضریب یکنواختی توزیع است و تمرکز آن روی ربع پایین مقادیر جمع‌آوری شده است. این شاخص برای ارزیابی این است که حتی نقاط کم‌آب‌دیده، چه درصدی از میانگین کل آب را دریافت می‌کنند.

$$DU = (Z_q/Z_{avg}) \times 100 \quad (3)$$

Z_q : میانگین مقادیر کمترین ۲۵ درصد از داده‌های جمع‌آوری‌شده، Z_{avg} : میانگین کل

مقادیر آب جمع‌آوری‌شده. DU: شاخص یکنواختی توزیع (درصد).

روش انجام پژوهش

این تحقیق در مرکز تحقیقات کشاورزی استان مرکزی و در ایستگاه اراک که در بین ۳۴ درجه و ۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی از خط استوا و ۴۴ درجه و ۴۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی انجام شد، در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد سال ۱۳۹۵ صورت گرفت. در این پژوهش در مجموع ۲۷ آزمایش (سه تیمار فشار کارکرد آبپاش، سه تیمار نوع آبپاش، با سه سرعت باد) با ارتفاع پایه یک متر انجام شد. آزمایش در قطعه زمینی مسطح و دارای پوشش یونجه در مزرعه ایستگاه دارای سیستم آبیاری بارانی کلاسیک با آبپاش متحرک انجام پذیرفت. در این آزمایش علاوه بر آبپاش آمبو و ویر دو آبپاش مدل آمبو به نام‌های سارو و نوآوران، نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. مشخصات فنی آبپاش ویر شامل فشارکارکرد: ۴ الی ۷ اتمسفر، میزان آبدهی ۱۴۰ الی ۳۰۰ لیتر در دقیقه، شعاع پاشش ۲۵ الی ۳۰ متر است (جدول ۲). این آبپاش مناسب آبیاری سیستم آبیاری کلاسیک

ثابت و با ۳ نازل ساخته شده که بدنه آن از فلز
برنج و لوله آلومینیومی با محور و فنر از جنس
استیل ساخته شده است. در این تحقیق نازل
اصلی ۹ میلی‌متری استفاده شد (شکل ۱).
مشخصات فنی آبیاش آمبو شامل از فشار
کارکرد: از ۱/۵ الی ۵ اتمسفر، میزان آبدهی ۸۸
الی ۴۱۴ لیتر در دقیقه، شعاع پاشش ۱۶ الی
۲۹ متر (جدول ۳). این آبیاش با دو نازله و بدنه
ساخته شده از ترکیبی از آلیاژ آلومینیوم و برنج
و قطعات پلاستیکی می‌باشد (شکل ۲). برای
استفاده در سیستم‌های آبیاری کلاسیک ثابت و
در قطعات متوسط و بزرگ توصیه می‌شود و در
این طرح از نازل ۱۰ میلی‌متری استفاده شده
است.

جدول ۲- مشخصات آبیاش ویر ۱۵۵ (VYR155)

۸×۶/۳×۳/۲		۹×۶/۳×۳/۲		۱۰×۶/۳×۳/۲		۱۱×۶/۳×۳/۲		۱۲×۶/۳×۳/۲		۱۳×۶/۳×۳/۲		۱۰×۶/۳×۳/۲	
میلی‌متر		میلی‌متر		میلی‌متر		میلی‌متر		میلی‌متر		میلی‌متر		میلی‌متر	
شعاع	دبی	شعاع	دبی	شعاع	دبی	شعاع	دبی	شعاع	دبی	شعاع	دبی	شعاع	دبی
پاشش	پاشش	پاشش	پاشش	پاشش	پاشش	پاشش	پاشش	پاشش	پاشش	پاشش	پاشش	پاشش	پاشش
متر	متر	متر	متر	متر	متر	متر	متر	متر	متر	متر	متر	متر	متر
۴	۸/۵	۵۱	۹/۶	۵۲	۱۱	۵۳	۱۲	۵۶	۱۳/۲	۵۷	۱۵	۵۹	۱۷
۵	۹/۵	۵۳	۱۰/۸	۵۴	۱۲/۳	۵۵	۱۳/۴	۵۸	۱۴/۹	۶۰	۱۷	۶۲	۱۹/۱
۶	۱۰/۴	۵۴	۱۱/۷	۵۵	۳۱/۵	۵۸	۱۴/۷	۶۱	۱۶/۵	۶۲	۱۸/۸	۶۴	۲۰/۸
۷	۱۱/۲	۵۶	۱۲/۸	۵۷	۱۴/۶	۶۰	۱۶	۶۳	۱۸	۶۴	۲۰/۳	۶۶	۲۲/۳

جدول ۳- مشخصات فنی آبیاش آمبو

قطر نازل (میلی‌متر)	فشار (اتمسفر)	شعاع پاشش (متر)	دبی آبدهی	
			مترمکعب بر ساعت	لیتر بر دقیقه
۷	۱/۵	۱۶	۵/۱	۸۶
۷	۲	۱۷/۵	۵/۹	۹۹
۸	۳	۱۹/۵	۷/۲	۱۲۱
۸	۴	۲۱	۸/۴	۱۴۰
۷	۲	۱۸	۷/۸	۱۳۰
۷	۳	۲۱	۹/۵	۱۵۹
۱۰	۴	۲۳	۱۱	۱۸۴
۱۰	۵	۲۴/۵	۱۲/۴	۲۰۷



شکل ۲- آبیاش آمبو



شکل ۱- آبیاش ویر ۱۵۵

شونده تولید می‌گردد. آبیاش با فن‌آوری Komet اتریش و ایتالیا با نام تجاری سارو توسط شرکت الوند مکش در ایران تولید می‌شود شکل (۳). مشخصات فنی آبیاش باران ۲۱۰۱ عبارت است از فشار عملکرد ۲/۵ تا ۶ اتمسفر، شعاع پاشش ۱۸ تا ۳۴ متر، آبدهی ۷-۲۸ متر مکعب در ساعت، و نازل مورد استفاده در طرح ۸ میلی‌متر بود شکل (۴).

آبیاش آمبو با شعاع متوسط، تولید شرکت سایم است که دارای یکنواختی توزیع آب بالایی می‌باشد. این آبیاش قابل استفاده در تمام زمین‌های کشاورزی با ابعاد متوسط به بالا و بزرگ می‌باشد و به یکی از گزینه‌های پرمصرف در سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت در ایران است. این آبیاش دو نازله بوده و جنس آن ترکیبی از آلایژ آلومینیوم و برنج و قطعات پلاستیکی است و در دو مدل تمام دور و تنظیم

جدول ۴- مشخصات فنی آبیاش تمام دور سارو مدل TM-25 کامت

دبی	دبی	شعاع پرتاب	فشار	قطر نازل
لیتر بر ثانیه	لیتر بر ثانیه	متر	بار	میلی‌متر
۱۰/۵۵	۲/۹۳۲	۲۶	۵	۱۰
۱۲/۲۶	۳/۴۰۶	۲۹	-	-



شکل ۳- آبیاش سارو تمام دور مدل TM25 شکل ۴- آبیاش تمام دور نوآوران مدل باران ۲۱۰۱

بررسی‌های انجام شده در استان مرکزی نشان داد که سیستم آبیاری بارانی با آبپاش متحرک در مقایسه با سایر سیستم‌های آبیاری بارانی از تطابق نسبتاً مناسبی با شرایط مزرعه به لحاظ بافت خاک، شیب زمین، الگوی کشت و بهره‌برداری و نگهداری داشته و مشخصات هیدرولیکی لوله‌ها و آبپاش‌ها در طرح‌های اجرا شده قابل قبول بوده است. به منظور تامین فشار کارکرد آبپاش از یک پمپ محوری با دور موتور ۲۹۰۰ دور در دقیقه استفاده شد که به لوله رانش آن یک لوله پلی‌اتیلن با قطر ۹۰ میلی‌متر و طول تقریبی ۱۰۰ متر جهت رساندن آب به محل اجرای طرح متصل شد. جهت تنظیم و کنترل دقیق فشار از دو فشارسنج ۶-۰ اتمسفر، که یکی در یک متری خروجی از پمپ و دیگری در روی لوله آبرسان آبپاش و در ۵ متری آبپاش نصب شده بود، استفاده شد. برای تعیین مقدار آب پخش شده از آبپاش با توجه به حداکثر شعاع پاشش، زمینی مربعی به ضلع ۳۳ متر به شبکه‌های ۳×۳ متر تقسیم‌بندی شد (شکل ۵). بر روی هر گره

با توجه به استاندارد ایزو ۷۷۴۹/۲ یک قوطی لبه تیز آلومینیومی با قطر بالایی ۱۰ و ارتفاع ۱۰/۵ سانتی‌متر قرار داده شد (شکل ۶). بعد از یک ساعت کار سیستم، پمپ خاموش شد و بلافاصله حجم آب جمع شده در هر قوطی قرائت شد. حجم آب جمع شده با توجه به قطر بالایی قوطی تبدیل به عمق آب شد. به منظور لحاظ کردن اثر تبخیر بر عمق آب داخل قوطی‌ها، تعداد ۸ قوطی با مقدار آب مشخص (۲۰۰ میلی‌لیتر) به عنوان شاهد در نظر گرفته شد و در پایان آزمایش در صورت کسری شدن آب از آن‌ها، آن مقدار به مقادیر قرائت شده اضافه شد. همچنین به منظور بررسی تاثیر سرعت باد بر ضریب یکنواختی، با استفاده از یک دستگاه بادسنج کنتوری که در ارتفاع ۲ متری زمین نزدیک محل آزمایش نصب شده بود، سرعت باد اندازه‌گیری و ثبت شد. در نهایت مقدار ضریب یکنواختی کریستیان‌سن برای تیمارهای مختلف آبپاش و فشار کارکرد آبپاش محاسبه شد و همچنین مقدار ضریب

یکنواختی توزیع نیز برای هر یک از آبپاش‌ها

تعیین گردید.



شکل ۶- قوطی و سه پایه مورد استفاده جهت جمع آوری آب خروجی از آبپاش



شکل ۵- نمایی از آرایش ظروف جهت تعیین ضرایب CU و DU

نتایج و بحث

فشار کارکرد و اثر باد

نتیجه محاسبات ضریب یکنواختی برای تیمار فشار کارکرد برای کلیه آزمایشات صحرایی در جدول (۵) آورده شده است. همان‌طور که مشخص است با افزایش فشار مقدار ضریب یکنواختی در شرایط باد آرام کاهش پیدا می‌کند. و نتیجه‌ای مطابق با تحقیقات Keller & Ron (1990) به‌دست آمد، به‌طوری‌که در فشارهای بالا ذرات پودری شده و به‌راحتی توسط باد برده می‌شوند و لذا یکنواختی کاهش می‌یابد. اگرچه برای پیدا کردن فشار مناسب در شرایط باد آرام توصیه می‌شود که طیف وسیع‌تری از فشار بررسی گردد، لیکن به‌علت پودر شدن آب در فشارهای بالاتر از ۴/۵ و تاثیر

بیشتر سرعت باد بر این ذرات، فشار بیشتر از این مقدار توصیه نمی‌گردد. وجود بادهای شدید در یک منطقه می‌تواند عامل محدود کننده‌ای در طراحی سیستم بارانی بوده و یا حداقل زمان کار آن را محدود به شب که در آن سرعت باد کمتر است بنماید (علیزاده، ۱۳۸۱). همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، افزایش سرعت باد از کم تا شدید در فشار ۴ اتمسفر برای آبپاش‌های سارو، نوآوران و آمبو روند کاهشی داشته است اما تاثیر باد در آبپاش ویر روند مشخصی نداشته اما در شرایط باد آرام بالاترین ضریب یکنواختی را داشت. در بین کلیه آبپاش‌ها در فشار ۴ اتمسفر و شرایط متفاوت سرعت باد، بالاترین ضریب یکنواختی را آبپاش ویر دارا بود. پایین‌ترین ضریب

یکنواختی در شرایط ذکر شده مربوط به آبپاش نوآوران و آمبو در شرایط باد شدید به دست آمد. همان طوری که جدول ۵ نشان می‌دهد در محدوده سرعت‌های باد بیشتر از ۴ متر بر ثانیه، ضریب یکنواختی در سه نوع آبپاش سارو، نوآوران و آمبو کاهش یافته است. در این حالت پیشنهاد می‌شود که جهت کسب یکنواختی بالاتر در سیستم‌های آبیاری بارانی، در مناطقی که سرعت باد بالاتر از ۴ متر در ثانیه است آبیاری بارانی صورت نگیرد. براساس این نتایج مشخص گردید که وقتی سرعت باد ملایم است می‌توان به یکنواختی قابل قبولی دست یافت. در سرعت باد ملایم فقط ذرات بسیار ریز آب تحت تاثیر باد قرار گرفته و جابجا می‌شوند و در نتیجه ضریب یکنواختی به مقدار کمی کاهش می‌یابد در صورتی که با افزایش سرعت باد تعداد بیشتری از ذرات (ذرات با قطر بزرگتر) آب توسط باد جابجا شده و باعث بهم خوردن یکنواختی توزیع آب می‌گردد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹). در فشار ۴/۵ اتمسفر بالاترین مقدار ضریب یکنواختی مربوط

به آبپاش ویر در شرایط باد آرام بدست آمد و کمترین مقدار مربوط به آبپاش نوآوران می‌باشد. اثر متقابل نوع آبپاش و فشار در جدول (۶) نشان داده شده است این نتیجه بیانگر آن است که در هر آبپاش با افزایش فشار در طیف مورد مطالعه، ضریب یکنواختی در شرایط بدون باد یا باد آرام کم شده است اما در شرایط باد متوسط عکس‌العمل آبپاش‌های متفاوت، یکسان نبوده است. ضریب یکنواختی آبپاش سارو افزایش یافت در حالی که ضریب یکنواختی آبپاش آمبو تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشت و ضریب یکنواختی آب در آبپاش‌های نوآوران و ویر کاهش داشت. بررسی تاثیر افزایش فشار آبپاش در سرعت‌های بیشتر از ۴ متر بر ثانیه بر ضریب یکنواختی کریستیان‌سن نشان داد که در کلیه آبپاش‌ها باد شدید موجب کاهش ضریب یکنواختی خواهد شد اما این تاثیر در دو آبپاش آمبو و ویر بمراتب کمتر از آبپاش‌های سارو و نوآوران می‌باشد. باد با سرعت بیشتر از ۴ متر بر ثانیه موجب کاهش بیش از دو برابری ضریب یکنواختی آبپاش نوآوران در سرعت

متوسط باد شد. نتایج مبین آن است که ضریب یکنواختی در فشار ۴ اتمسفر، با افزایش سرعت باد از آرام به متوسط و از متوسط به شدید در آبپاش‌های سارو، نوآوران و آمبو کاهش یافته است و تنها آبپاش ویر از این قاعده پیروی ننموده است و تغییرات محسوسی در ضریب یکنواختی آن دیده نشده است (جدول ۶). احمدزاده و امامی‌فر (۱۴۰۲) نیز تغییرات غیر مجاز فشار را از عوامل اصلی پایین بودن ضرایب یکنواختی و توزیع در تحقیق خود عنوان کردند. بنابراین با مقایسه ضریب یکنواختی آبپاش‌های مورد مطالعه، آبپاش ویر در شرایط مورد بررسی عملکرد بهتری نسبت به بقیه آبپاش‌ها داشت. اثر سرعت باد و فشار بر عملکرد آبپاش‌های مورد مطالعه در شکل‌های (۷ تا ۱۳) ارائه شد.

جدول ۵- ضرایب یکنواختی کریستیان‌سن بر حسب درصد در آبپاش‌های مختلف با تیمارهای مختلف فشار و سرعت باد

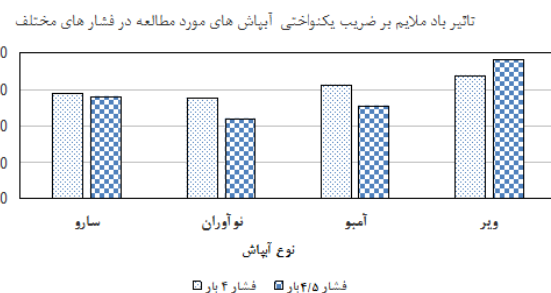
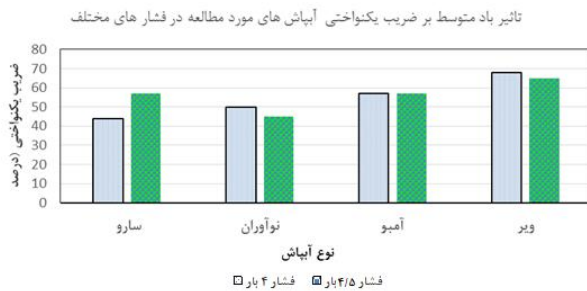
نوع آبپاش			سرعت باد		فشار
ویر	آمبو	نوآوران	سارو	(متر بر ثانیه)	(اتمسفر)
۶۷	۶۲	۵۵	۵۸	۲-۰	۴
۶۸	۵۷	۵۰	۴۴	۴-۲	۴
۷۰	۴۱	۴۱	۴۲	۶-۴	۴
۷۶	۵۱	۴۴	۵۶	۲-۰	۴/۵
۶۵	۵۷	۴۵	۵۷	۴-۲	۴/۵
۶۸	۴۰	۱۶	۲۸	۶-۴	۴/۵

جدول ۶- اثر متقابل سرعت باد و فشار بر ضریب یکنواختی (CU) آبپاش‌های مورد مطالعه

سرعت باد		صفر تا دو (متر بر ثانیه)		دو تا چهار (متر بر ثانیه)		چهار تا شش (متر بر ثانیه)	
نوع آبپاش		فشار (بار)		فشار (بار)		فشار (بار)	
سارو		۵۸	۵۶	۴۴	۵۷	۴۲	۲۸
نوآوران		۵۵	۴۴	۵۰	۴۷	۴۱	۱۶
آمبو		۶۲	۵۱	۵۷	۵۷	۴۱	۴۰
ویر		۶۷	۷۶	۶۸	۶۵	۷۰	۶۸

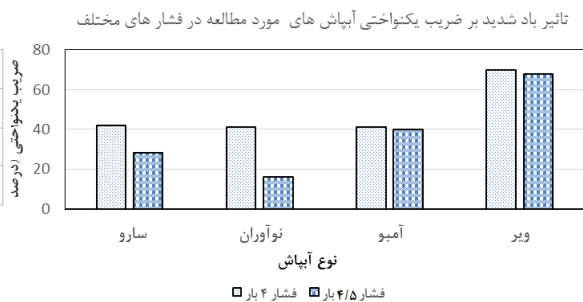
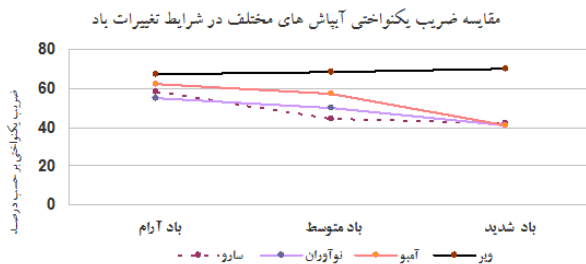
جدول ۷ - اثر متقابل فشار و سرعت باد بر ضریب یکنواختی توزیع (DU) آبیاش‌های مورد مطالعه

سرعت باد	صفر تا دو (متر بر ثانیه)	دو تا چهار (متر بر ثانیه)	چهار تا شش (متر بر ثانیه)			
نوع آبیاش	فشار (بار)	فشار (بار)	فشار (بار)	فشار (بار)	فشار (بار)	فشار (بار)
سارو	۴۶	۴۴	۲۵	۴۳	۲۴	۱۱
نوآوران	۱۹	۱۸	۲۰	۲۸	۱۶	۷
آمبو	۳۷	۳۰	۴۰	۴۳	۲۹	۲۹
ویر	۴۷	۵۲	۵۰	۴۱	۵۱	۴۳



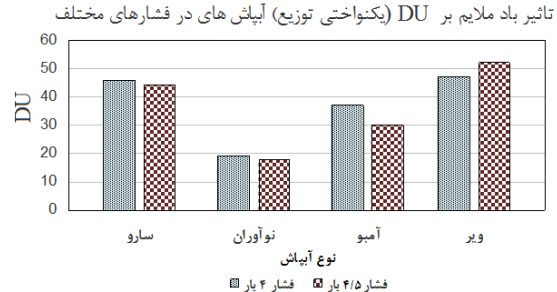
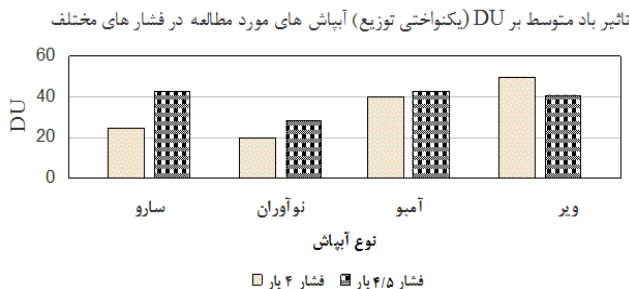
شکل ۸ - اثر باد با سرعت متوسط بر ضریب یکنواختی آبیاش‌های متفاوت

شکل ۷ - اثر باد آرام بر ضریب یکنواختی آبیاش‌های متفاوت



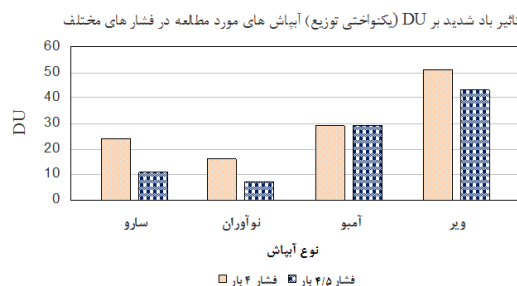
شکل ۱۰ - مقایسه ضریب یکنواختی آبیاش‌های مختلف در شرایط تغییرات سرعت باد

شکل ۹ - اثر باد شدید بر ضریب یکنواختی آبیاش‌های متفاوت



شکل ۱۲ - تاثیر باد متوسط بر یکنواختی توزیع آبیاش‌های متفاوت

شکل ۱۱ - تاثیر باد ملایم بر یکنواختی توزیع آبیاش‌های متفاوت



شکل ۱۳- تاثیر باد شدید بر یکنواختی توزیع آبپاش‌های متفاوت

نتیجه‌گیری

اتمسفر، در محدوده باد متوسط، آبپاش ویر با فشار کارکرد ۴ اتمسفر و در محدوده باد شدید، آبپاش ویر با فشار ۴ اتمسفر در مقایسه با آبپاش‌های آمبو، نوآوران و سارو انتخاب می‌گردد. با توجه به بادخیز بودن منطقه اراک استفاده از دو آبپاش سارو و نوآوران در شرایط باد شدید توصیه نمی‌شود. زیرا ضریب یکنواختی پایینی در شرایط مورد بررسی داشتند و پیشنهاد می‌شود طراحان سیستم‌های آبیاری تحت فشار در منطقه اراک استفاده از آبپاش نوآوران را در اولویت‌های بعدی قرار دهند. همچنین آبپاش سارو در سرعت باد کمتر از ۴ متر بر ثانیه باشد توصیه می‌شود که این امر نیز در برنامه‌ریزی آبیاری محدودیت‌هایی ایجاد خواهد نمود. به‌طور کلی به‌ترتیب آبپاش ویر با فشار کارکرد ۴ اتمسفر و آبپاش آمبو با فشار کارکرد ۴ اتمسفر در منطقه

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص می‌شود که فشار کارکرد و سرعت باد تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع آبپاش‌های مورد مطالعه داشتند. از بررسی سرعت باد بر میزان ضریب یکنواختی، نشان داد که با افزایش سرعت باد، ضریب یکنواختی کاهش یافت به‌طوری‌که در سرعت‌های باد بیشتر از ۴ متر بر ثانیه، ضریب یکنواختی کمتر شد. براساس نتایج ضریب یکنواختی کریستیان‌سن در محدوده سرعت باد آرام، آبپاش ویر با فشار کارکرد ۴/۵ اتمسفر، در محدوده باد متوسط، آبپاش ویر با فشار کارکرد ۴ اتمسفر و در محدوده باد شدید، آبپاش ویر با فشار ۴ اتمسفر توصیه می‌شود. همچنین براساس نتایج ضریب یکنواختی توزیع، در محدوده باد آرام، آبپاش ویر با فشار کارکرد ۴/۵

اراک جهت استفاده در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک توصیه می‌گردد.

منابع

احمدزاده کلیبر، ف. و م. امامی فر. ۱۴۰۲. ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک (Komet 162) در اراضی توسعه کشت‌آبی دشت ارسباران. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، ۱۳: ۱۴۸-۱۶۲.

ابراهیمی، ح. ۱۳۸۵. ارزیابی عملکرد روش‌های آبیاری تحت فشار در استان خراسان. نشریه علوم کشاورزی، (۳) ۱۲: ۵۷۷ ص.

باوی، ع.، ح.ع. کشکولی، و س. برومند نسب. ۱۳۸۷. تاثیر عوامل جوی و هیدرولیکی بر ضریب یکنواختی توزیع آب در آبیاری بارانی در منطقه امیدیه. نشریه پژوهش آب ایران، (۲) ۲: ۵۹-۵۳.

بزانه، م. ۱۳۹۳. ارزیابی هزینه‌های سیستم آبیاری بارانی در شرایط مختلف استقرار آبپاش‌ها، کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری، تبریز.

شیخ‌اسماعیلی، ا. ۱۳۸۶. بررسی یکنواختی توزیع آب جهت طراحی بهینه سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک. علوم خاک و آب، (۱) ۲۱: ۱۳۹-۱۲۹.

علیزاده، ا. ۱۳۸۱. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. دانشگاه امام رضا (ع). ۵۵۲ ص.

محمدی، م.، ج. عزیزی، و م. رئوف. ۱۳۹۹. ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک در دشت اردبیل. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، (۳) ۳۷۳-۳۳۵.

میربلوچ، م.ح.، م. دلبری، و ح. پیری. ۱۳۹۹. ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری بارانی کلاسیک با آبپاش متحرک در شهرستان

requirement for the degree of the Master of Science.

Heermann, D.F. and R.A. Kohl. 1980. Fluid dynamics of sprinkler systems. In: M. E. Jensen (Ed) Design and Operation of Farm Irrigation Systems, ASAE, St. Joseph, MI. 583-618.

Keller, J. and D. Ron.1990. Sprinkler and trickle irrigation. Van Nostrand Reinhold, Section 2.

Keller, J. 1978. Farm irrigation system evaluation: Keller's Sprinkle Irrigation Design Translation, 39 - 90.

Keller, J. and R.D. Bliesner. 1990. Sprinkler and trickle irrigation. Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA. 652 pp.

Li, X., Y. Zhang, J. Wang, and Q. Liu. 2023. Evaluation of sprinkler irrigation uniformity under varying pressure and wind conditions. Agricultural Water Management, 285, 108255.

Merriam, J.I. and J. Keller. 1978. Farm irrigation system evaluation. #rd. logan. Utah: Agricultural and Irrigation Engineering Department, Utah state University.

خاش. نشریه مدیریت آب و آبیاری، ۱۰(۱): ۴۴-۳۱.

Bloomer, D. 2007. Irrigation code of practice and irrigation design standards. Irrigation New Zealand Inc.

Bloomer, D. 2008. Code of practice for irrigation evaluation. Irrigation New Zealand.

Carrion, P., J.M. Tarjuelo, and J. Montero. 2001. SIRIAS: A simulation model for sprinkler irrigation: I. Description of model. Irrigation Science. 20(2): 73-84.

Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by Sprinkling. California Agricultural Experiment Station Bulletin 670, University of California, Berkeley.

Carrión, P., J.M. Tarjuelo, and J. Montero. 2021. Recent advances in sprinkler irrigation design and evaluation. Irrigation Science, 39: 97–112.

Dabbaus, B. 1962. A study of sprinkler uniformity evaluation methods. Thesis submitted to Utah State university of Logan. In partial fulfillment of the

sprinkler to optimize application of water. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, ASCE, 118 (6): 895-913.

Wilson, T. P. and D.F. Zoldoske, 1997. Evaluating Sprinkler Irrigation Uniformity. <http://www.Waterright.org/site/publications/970703>.

Zapata, N., E. Playan, A. Martinez-Cob, Sanchez, J.M. Faci, and S. Lecina. 2007. From on farm solid-set sprinkler irrigation design to collective irrigation network design in windy areas. *Agricultural Water Management*, 87: 187-199.

Zhu, X.Y., S.Q. Yuan, J.Y. Jiang, J.P. Liu, and X.F. Liu. 2015. Comparison of fluidic and impact sprinklers based on hydraulic performance. *Irrigation Science*, 33: 367-374.

Zhu, Z.R., Y.S. Fan, F.Y. Duan, and Z. Chen. 2019. Effects of sprinkler irrigation and fertilization on water dynamic and yield of spring wheat. *Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering*, 37: 174-178.

Montero, J., J.M. Tarjuelo, and P. Carrion. 2003. Sprinkler droplet size distribution measured with an optical spectropluviometer. *Irrigation Science*, 22: 47-56.

Seginer, I. and M. Kostrinsky. 1975. Wind sprinkler patterns and system design. *Journal of Irrigation and Drainage Division*. ASCE. 101(TR4): pp. 251-264.

Tang, P., C.h. Chen, and H. Li. 2020. Improving water distribution uniformity by optimizing the structural design of vertical impact sprinklers. *Sustainability*, 12(18): 7574

Tarjuelo, J.M., J. Montero, P. Carrion, F.T. Honrubia, J. Ortiz, and M.A. Calvo. 1999. a: Irrigation uniformity with medium size sprinklers. Part II. Influence of wind and other factors on water distribution. *Transactions of the ASAE*, 42(3): 677-689.

Tarjuelo, J.M., M. Valiente, and J. Lozoya. 1992. Working conditions of



اثر زمان و مقدار مصرف محرک‌های رشد حاوی اسیدهای آمینه بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط شور

فاطمه ناصحیان^۱، محمد آرمین^{۲*}، ابولقاسم دادرسی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آگروتکنولوژی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

۲- استاد، گروه آگروتکنولوژی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

۳- استادیار، مرکز تحقیقات منابع طبیعی سبزوار، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۲۸

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است که بین ۳۰ تا ۵۰ درصد اراضی زیر کشت را تحت تأثیر قرار داده و رشد و عملکرد محصولات مختلف را محدود می‌کند. در سال‌های اخیر، استفاده از ترکیبات حاوی اسیدهای آمینه به‌عنوان رویکردی کم‌هزینه برای افزایش تحمل گیاه به شوری مورد توجه قرار گرفته است. آمینوسورن یکی از این ترکیبات است که مقدار قابل توجهی از اسیدهای آمینه ضروری را برای گیاه فراهم می‌کند. این پژوهش با هدف بررسی اثر زمان و مقدار محلول‌پاشی آمینوسورن بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط شور طی سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی سبزوار و در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو زمان محلول‌پاشی (مرحله رویشی و مرحله رویشی + گل‌دهی) و چهار مقدار مصرف (۰، ۵/۵، ۱ و ۱/۵ کیلوگرم در هکتار) بودند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت آمینوسورن، ارتفاع بوته و تعداد شاخه زایشی به ترتیب تا ۱۲/۵ و ۲۰ درصد افزایش یافت و بیشترین ارتفاع و تعداد شاخه زایشی در تیمار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. بیشترین تعداد قوزه باز و وزن متوسط ۱۰ قوزه نیز در همین تیمار و در مرحله رویشی ثبت شد. عملکرد و ش از ۸۸۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به ۱۳۸۰ کیلوگرم در تیمار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت و درصد کیل و عملکرد الیاف به ترتیب به ۴۱ درصد و ۵۶۶ کیلوگرم در هکتار رسید. در مجموع، نتایج نشان داد که کاربرد آمینوسورن در غلظت ۱/۵ کیلوگرم در هکتار بهینه‌ترین تأثیر را بر رشد، تولید شاخه زایشی، عملکرد و ش و کیفیت الیاف پنبه داشته و استفاده از این کود می‌تواند بهبود قابل توجهی در عملکرد کمی و کیفی محصول ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: آمینوسورن، پنبه، تنش شوری، محرک رشد، محلول‌پاشی

* نگارنده مسئول (moh.armin@iau.ac.ir)

مقدمه

شوری خاک یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی تهدیدکننده پایداری تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است. طبق تخمین سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد، ۸/۷ درصد از زمین‌های جهان (۸۳۳ میلیون هکتار) تحت تأثیر شوری و سدیمی بودن قرار دارند (Fao, 2025). افزایش غلظت نمک‌های محلول در ناحیه ریشه، با ایجاد تنش اسمزی، سمیت یونی و اختلال در تعادل تغذیه‌ای، فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه را مختل کرده و رشد، توسعه و توان تولیدی گیاه را کاهش می‌دهد (Faisal et al., 2024). پنبه

(*Gossypium hirsutum* L.) به‌عنوان

یکی از مهم‌ترین محصولات صنعتی و الیافی جهان، اگرچه نسبت به بسیاری از گیاهان زراعی تحمل نسبی به شوری دارد، اما کاهش شاخص سطح برگ، کاهش فتوسنتز، اختلال در حرکت مواد فتوسنتزی، کاهش تعداد و

وزن قوزه و افت کیفیت الیاف از پیامدهای قابل توجه تنش شوری در این گیاه گزارش شده است (Zhang et al., 2024). بنابراین، توسعه راهکارهای کارآمد برای کاهش اثرات نامطلوب شوری بر رشد و عملکرد پنبه، از اولویت‌های اساسی برنامه‌های به‌زراعی محسوب می‌شود.

در سال‌های اخیر، استفاده از محرک‌های رشد گیاه^۱ به‌ویژه ترکیبات مشتق از اسیدهای آمینه، به‌عنوان رویکردی مؤثر برای افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی مورد توجه قرار گرفته است. اسیدهای آمینه با ایفای نقش‌هایی همچون تنظیم اسمزی، افزایش فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی، بهبود فتوسنتز، تحریک تولید هورمون‌ها و پایداری غشاهای سلولی، می‌توانند مقاومت گیاه را در برابر شوری تقویت کنند (Heidarzadeh, 2025). مطالعات متعدد نشان داده‌اند که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه باعث افزایش محتوای کلروفیل، بهبود جذب عناصر غذایی، افزایش بیوسنتز ترکیبات حفاظتی مانند

^۱- Biostimulants

پرولین و گلوپتاتین و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی در شرایط تنش شوری می‌شود (Henderson *et al.*, 2025). در پنبه گزارش شده است تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد، هرچند موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ گردید که بیانگر بهبود ظرفیت جذب و تثبیت نیتروژن در ریشه و برگ است، اما تأثیر آن بر عملکرد کلی و سایر اجزای عملکرد پنبه از نظر آماری معنی‌دار نبود و نمی‌تواند جایگزین قابل قبولی برای مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن در سطح اقتصادی باشد (قرنجیکی و فلاح نصرت آباد، ۱۳۹۸). گزارش شده است که اسیدهای آمینه‌ای مانند پرولین، آرژنین، گلیسین و آلانین نقش مهمی در تنظیم اسمزی، سنتز پروتئین و پایداری غشاهای سلولی تحت تنش نمک دارند. این ترکیبات علاوه بر عملکرد مستقیم، در سنتز ترکیبات محافظتی همچون پلی‌آمین‌ها، فیتوهورمون‌ها و گلوپتاتین مشارکت می‌کنند و بدین‌وسیله آسیب اکسیداتیو ناشی از شوری را کاهش می‌دهند (Ali *et al.*, 2019). شواهد پژوهشی اخیر نیز مؤید نقش کلیدی

اسیدهای آمینه در افزایش تحمل پنبه به شوری است. در پژوهش انجام شده توس رن وچن (۲۰۲۳)، محلول‌پاشی- β آلانین موجب افزایش بیان ژن‌های مرتبط با فتوسنتز، تنظیم یون و مسیرهای آنتی‌اکسیدانی در پنبه تحت شوری شد و رشد گیاهان به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Ren & Chen, 2023). در آزمایشی دو ساله به منظور تعیین تأثیر کاربرد برگی محرک‌ها و بازدارنده‌های رشد گیاهی در بهبود کارایی مصرف کودهای گوگردی خاک در گیاه پنبه نشان داده شد کاربرد همزمان سولفات آمونیوم در خاک همراه با محلول‌پاشی اسیدهای آمینه برگی، در مقایسه با سایر تیمارها، موجب بیشینه‌شدن شاخص‌های ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های زایا، تعداد قوزه در هر بوته، عملکرد پنبه‌دانه، عملکرد الیاف، عملکرد بیولوژیک، محتوای پروتئین، محتوای روغن و جذب نیتروژن برگ شد. در مقابل، کاربرد سولفات پتاسیم در خاک همراه با محلول‌پاشی پیکس بر روی پنبه، به‌طور معنی‌داری موجب افزایش وزن قوزه و جذب

پتاسیم برگ گردید (Hussain et al., 2021).

از آنجا که میزان حساسیت گیاه به تنش شوری در مراحل مختلف رشد متفاوت است و پاسخ گیاه به محرک‌های رشد نیز به شرایط رشدی و مرحله فنولوژیک وابسته است، تعیین زمان مناسب محلول‌پاشی می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در کارایی این ترکیبات داشته باشد. با توجه به اهمیت اقتصادی پنبه و نیاز به مدیریت تنش شوری، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر زمان و مقدار مصرف محرک‌های رشد حاوی اسیدهای آمینه بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط شور انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه شخصی واقع در ۸ کیلومتری شهرستان سبزوار انجام شد. این مزرعه در ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه عرض و ۵۷ درجه و ۴۴ دقیقه طول جغرافیایی قرار گرفته است.

ارتفاع آن از سطح دریا ۹۹۰ متر می‌باشد. فاکتورهای آزمایش شامل محلول پاشی آمینوسورن در چهار سطح شاما شاهد (عدم استفاده از کود)، نیم کیلوگرم در هکتار یک کیلوگرم در هکتار یک و نیم کیلوگرم در هکتار و فاکتور دوم زمان مصرف کود (مرحله رشد رویشی و مرحله رشد رویشی + گلدهی) می‌باشد. کود آمینوسورن شامل ۹۰ درصد آمینواسید، ۹۰ درصد ماده آلی و ۵/۱۴ درصد نیتروژن کل محصول کمپانی GPPW سوئیس تولید شده در کمپانی اگریکس آلمان می‌باشد.

زمین آزمایش در پاییز سال قبل شخم نسبتاً عمیق خورده و در زمستان به منظور خرد کردن کلوخه‌ها دیسک زده شد. پس از دیسک زدن، جوی و پشته‌ها به کمک دستگاه شیارساز با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر ایجاد شدند. سپس زمین مزرعه به کرت‌هایی با ابعاد ۳×۴ متر تقسیم گردید. پس از آماده سازی زمین به وسیله اسکنه تعداد ۸ جوی و پشته در هر کرت ایجاد گردید و کشت به صورت ردیفی و به فاصله

۵۰ سانتی‌متری انجام شد. چون گیاه پنبه به شرایط غرقابی حساس است، بنابراین کاشت بر روی پشته‌ها انجام شد. پس از قرار دادن بذرها در شیارهای روی پشته‌ها، روی بذرها توسط مخلوطی از خاک مزرعه و ماسه بادی پوشیده شد و اولین آبیاری برای تمام کرت‌ها صورت پذیرفت

قبل از اجرای آزمایش، از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک مزرعه نمونه‌برداری به عمل آمد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید. بر اساس نتایج تجزیه خاک، کل فسفر و پتاس مورد نیاز به مزرعه اضافه

شد. برای تأمین پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم و برای تأمین فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به صورت پایه استفاده شد. مصرف نیتروژن در سه مرحله انجام گرفت. ۲۵ درصد در هنگام کاشت، ۵۰ درصد در ۳۰ روز بعد از سبز شدن و ۲۵ درصد در ۶۰ روز بعد از سبز شدن استفاده شد. پس از سبز شدن محصول و در مرحله ۴ برگ، جهت دستیابی به تراکم مورد نظر و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر، اقدام به تنک مزرعه گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در محل آزمایش

pH	EC dS/m	درصد	Sand	Silt	Clay	نیتروژن (%)	فسفر	پتاسیم	آهن	منیزیم	روی	مس
		مواد										
		آلی										
%						ppm						
۷/۴	۵/۳۴	۰/۱۹	۱۹	۶۲	۱۹	۰/۰۱۵	۳/۶	۱۸۳	۰/۷۴	۱/۳۸	۰/۲۲	۰/۷۲

برای مبارزه با آفت بذرها با سم کاربوکسین تیرام به نسبت دو در هزار ضد عفونی شدند و در تاریخ ۹۶/۳/۱۰ کاشت با بذرکار پنوماتیک و با استفاده از بذر دلیته رقم خرداد در طبقه گواهی شده شرکت تعاونی روستایی جمیل کاشمر انجام و روز بعد از آن آبیاری انجام شد. آبیاری بعدی با فواصل ۱۲ روزه طبق عرف

منطقه انجام شد و در تاریخ ۹۶/۰۴/۱۰ پس از استقرار کامل و در مرحله ۵ تا ۶ برگی بوته‌ها، عملیات تنک کردن روی ردیف‌ها به فاصله سانتیمتر از یکدیگر به منظور دستیابی به تراکم مطلوب انجام شد و در ۹۶/۰۴/۱۵ عملیات وجین جهت حذف علف‌های هرز به صورت دستی صورت گرفت.

در زمان باز شدن قوزه‌ها و قبل از برداشت محصول، پس از حذف یک متر از ابتدا و انتهای هر کرت از آن پنج بوته به طور تصادفی انتخاب شده و صفاتی از جمله ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد قوزه در بوته و متوسط وزن ۱۰ قوزه دازه گیری شد. سپس الیاف و بذر آن‌ها توسط دست از هم جدا شد. از تقسیم وزن الیاف بر وزن وش، کیل الیاف محاسبه و با ضرب آن در عملکرد وش، عملکرد الیاف به دست آمد. در انتها وش در یک چین از سطحی به مساحت ۱۸ مترمربع که معادل مساحت دو خط میانی هر تیمار که یک متر از ابتدا و انتهای آن به دلیل از بین بردن اثرات حاشیه‌ای حذف شده، برداشت شد و با محاسبه عملکرد محصول در این سطح، به عملکرد گیاه در واحد هکتار تعمیم داده شد.

پس از جمع‌آوری کلیه داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و برای اثرات متقابل معنی‌دار از روش برش دهی استفاده شد.

جداول و نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای Word و Excel ترسیم گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با روش دانکن در سطح آماری ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد زمان محلول پاشی و اثر متقابل زمان و مقدار مصرف آمینوسورن اثر معنی‌داری بر تعداد ارتفاع نداشت در حالی که مقدار مصرف در سطح ۵ درصد ارتفاع را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد با افزایش غلظت آمینوسورن، ارتفاع پنبه به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. به طوری که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار آمینوسورن به مقدار ۵۶/۵ سانتی‌متر بدست آمد. کمترین ارتفاع هم در تیمار شاهد به مقدار ۴۹/۵ سانتی‌متر بدست آمد. همچنین مقادیر ۱ کیلوگرم در هکتار و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. ارتفاع پنبه در مقدار ۱/۵

کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد ۱۲/۵ درصد افزایش داشت (جدول ۳). اسیدهای آمینه نقش مهمی در متابولیسم گیاه و سنتز پروتئین‌های لازم برای تقسیم سلولی دارند اعتقاد بر این است که بعضی اسیدهای آمینه نظیر فنیل آلانین می‌توانند از طریق اثرگذاری روی بیوسنتز جیبرلین باعث افزایش رشد و نمو در گیاه گردند. تریپتوفان پیش‌ساز هورمون اکسین است که در کلروپلاست و سیتوسول برگ تولید می‌شود، یکی از نقش‌های اکسین بزرگ شدن طولی سلول است (Carlos *et al.*, 2021). افزایش ۵/۸ درصد ارتفاع بوته ذرت را به واسطه کاربرد محرک‌های رشد گزارش شده است که به دلیل تولید اسید ایندول ۳-استیک به وسیله سویه‌های مختلف باکتری‌های جنس ازتوباکتر افزایش قابل ملاحظه رشد و ارتفاع به دست آمده است (Muhtarom & Sinambela, 2022).

جدول ۲- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات صفات مورد بررسی

میانگین مربعات (MS) صفات مورد بررسی							درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد الیاف	کیل	عملکرد وش	وزن قوزه	تعداد قوزه باز	شاخه زایشی	ارتفاع		
۳۵۱۰۴	۰/۰۰۱۲۵	۱۲۸۵۲۵	۰/۱۸	۶/۱۲	۰/۲۴۵	۳/۳۸	۲	تکرار
۷۰۳۹*	۰/۰۰۰۱۵	۳۶۰۳۷	۱۲/۶۱	۱/۵	۰/۰۱۰۵	۲۷/۷۳	۱	زمان
۷۶۱۱۹	۰/۰۰۴۵**	۲۷۶۸۳۸*	۵۲۵/۵۲*	۳۳/۷*	۶/۵۷۵**	۵۷/۰۵*	۳	مقدار مصرف
۴۰۶	۰/۰۰۰۵۵	۵۸۳۸	۳۱/۱۲	۱/۹۴**	۱/۰۹۵	۵/۶۹	۳	زمان × مقدار مصرف
۳۷۰۷	۰/۰۰۰۴۸	۹۵۲۴	۳۰/۲۳	۰/۳۸۵	۰/۹۹	۱۱/۵	۱۴	خطا
۱۳/۴۱	۵/۷۲	۸/۳۳	۷/۹۲	۵/۸۸	۰/۲۴۵	۶/۳۴		ضریب تغییرات (درصد)

* و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵٪ و معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول ۳- اثر مقدار مصرف بر ارتفاع، تعداد شاخه زایشی، متوسط وزن ۱۰ قوزه، عملکرد وش، درصد کیل و عملکرد الیاف

مقدار مصرف (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع (سانتی متر)	تعداد شاخه زایشی	وزن ۱۰ قوزه (گرم)	عملکرد وش (کیلوگرم در هکتار)	کیل (درصد)	عملکرد الیاف (کیلوگرم در هکتار)
۰	۴۹/۵ b	۷/۹ b	۵۷/۳ c	۸۸۰ c	۳۵/۱ b	۳۰۸ c
۰/۵	۵۲/۷ ab	۸/۲۱ b	۶۷/۱ b	۱۱۵۵ b	۳۷/۱ b	۴۲۷ b
۱	۵۵/۲ a	۹/۵۲ a	۷۴/۵ b	۱۲۷۰ ab	۴۰/۴ a	۵۱۳ a
۱/۵	۵۶/۵ a	۱۰/۱ a	۸۷/۷ a	۱۳۸۰ a	۴۱/۱ a	۵۶۶ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی داری با یکدیگر ندارند

تعداد شاخه زایشی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد مقدار مصرف و اثر متقابل زمان و مقدار مصرف آمینوسورن اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه زایشی داشت در حالی که زمان محلول پاشی در سطح ۵ درصد تعداد شاخه زایشی را تحت تاثیر قرار نداد (جدول ۲).

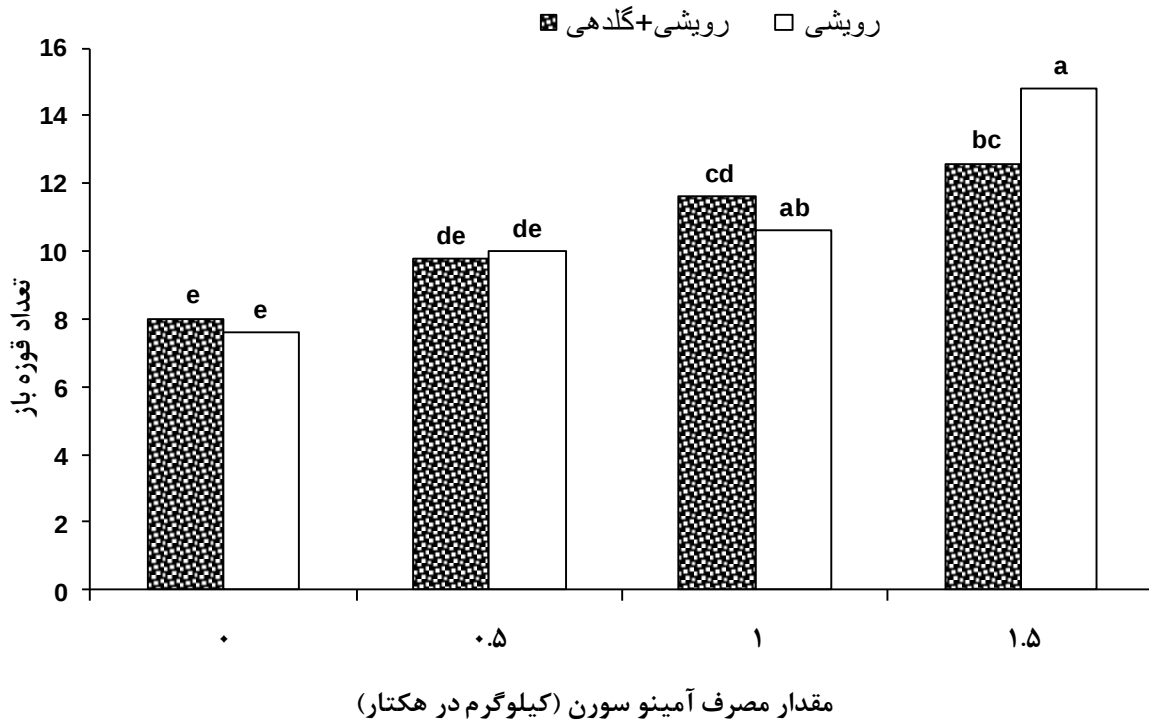
مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین تعداد شاخه زایشی در تیمار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار آمینوسورن به تعداد ۱۰/۱ عدد بدست آمد. کمترین تعداد شاخه زایشی نیز در تیمار شاهد به تعداد ۷/۹ عدد بدست آمد که با تیمار ۰/۵ کیلوگرم در هکتار از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. تعداد شاخه زایشی در تیمار ۱/۵ کیلوگرم کود

آمینوسورن ۲۰ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد داشت (جدول ۳). آمینوسورن با فراهم نمودن عناصر غذایی (از جمله انواع آمینواسیدها و دارا بودن ۱۴/۵ درصد نیتروژن) سبب افزایش تقسیم سلولی و درنهایت افزایش ارتفاع می‌شود و از آن جا که تعداد شاخه رویشی در اکثر ارقام تقریباً ثابت است، افزایش ارتفاع به تولید شاخه‌های زایشی بیشتر منجر می‌شود. عده‌ای معتقدند کاربرد کودهای محرک رشد با تخصیص ماده خشک بیشتر به بوته سبب افزایش ارتفاع و درنتیجه فراهم سازی امکان بهره برداری از نور و فتوسنتز بیشتر و درنهایت افزایش تعداد شاخه زایشی و عملکرد را موجب می‌شود (اکبری و همکاران، ۱۳۸۸).

تعداد قوزه باز

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل مقدار و زمان مصرف آمینوسورن بر تعداد قوزه باز معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول پاشی آمینوسورن در مرحله رویشی نسبت به مرحله گلدهی تعداد قوزه باز در بوته بیشتری تولید کرد به طوری که بیشترین تعداد قوزه باز در تیمار ۱/۵ کیلوگرم آمینوسورن و در زمان رویشی به مقدار ۱۴/۸ قوزه بدست آمد و کمترین تعداد قوزه باز در تیمار شاهد آمینوسورن (عدم مصرف) در مراحل رویشی و رویشی+گلدهی بدست آمد. استفاده از آمینوسورن در مقادیر ۰/۵ و ۱ کیلوگرم در هکتار در مراحل رویشی و رویشی+گلدهی

تاثیر معنی‌داری بر تعداد قوزه باز نداشت (شکل ۱). به نظر می‌رسد تاثیر مثبت بیشتر مصرف کود آمینوسورن در مرحله رویشی به اثرات تعدیل‌کنندگی این کود (به دلیل داشتن مقادیر بالای آمینواسید) در کاهش اثرات منفی استرس‌های محیطی مانند تنش شوری و غیره می‌باشد. در تحقیقی بر روی پنبه مشخص شد روند تغییرات تعداد قوزه باز شده در کودهای مختلف متفاوت بود. به نحوی که محلول پاشی جلبک دریایی در زمان رویشی بیشترین و محلولپاشی هیومیک اسید در زمان گلدهی کمترین تعداد قوزه باز در بوته را داشتند (شعبانی منش و همکاران، ۱۳۹۵).



شکل ۱- اثر متقابل مقدار و زمان مصرف آمینوسورن بر تعداد قوزه باز

متوسط وزن قوزه

با افزایش مقدار آمینوسورن وزن قوزه به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند. بیشترین وزن قوزه در تیمار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار آمینوسورن به مقدار ۷/۸۷ گرم و کمترین وزن قوزه در تیمار شاهد به مقدار ۵/۵۳ گرم بدست آمد. تیمار ۰/۵ کیلوگرم در هکتار آمینوسورن تاثیر معنی‌داری بر وزن قوزه نداشت (جدول ۳). افزایش وزن قوزه در اثر کاربرد آمینوسورن را می‌توان به خاطر

جلوگیری از پیری برگ‌ها به دلیل وجود آمینواسیدها (مخصوصاً تریپتوفان) اشاره کرد. از طرفی بیشتر بودن وزن قوزه در محلول پاشی با آمینوسورن می‌تواند به نقش این ماده در افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی باشد. در پژوهشی بیان کردند استفاده از اسیدآمین به صورت اسپری برگی و خاک مصرف باعث افزایش وزن خشک شد (Hussain et al., 2021) که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

عملکرد وش

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد زمان محلول پاشی کود آمینوسورن بر عملکرد وش معنی‌دار نبود. در حالی که مقدار مصرف آمینوسورن به صورت معنی‌داری عملکرد وش را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲).

بیشترین عملکرد وش در تیمار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار آمینوسورن به مقدار ۱۳۸۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد وش هم در تیمار شاهد به مقدار ۸۸۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. بین تیمارهای ۰/۵ کیلوگرم در هکتار و یک کیلوگرم در هکتار از لحاظ آماری تفاوتی در عملکرد وش دیده نشد (جدول ۳). این افزایش عمدتاً ناشی از تأمین مستقیم اسیدهای آمینه آزاد به‌عنوان پیش‌ساز سنتز پروتئین، تقویت فتوسنتز، افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی و بهبود جذب و انتقال عناصر غذایی در مراحل حساس گلدهی و قوزه‌دهی است؛ در حالی که بین مقادیر ۰/۵ و ۱ کیلوگرم در هکتار تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد که حاکی از رسیدن گیاه به حد اشباع و محدود بودن ظرفیت جذب و استفاده از اسیدهای آمینه

اضافی است، اما افزایش به ۱/۵ کیلوگرم با عبور از آستانه بحرانی غلظت، موجب تحریک شدیدتر مسیرهای متابولیکی و هورمونی و در نتیجه جهش قابل توجه عملکرد وش گردید. مطابق با این نتایج گزارش شده است که محلول‌پاشی آمینو اسید همراه با سولفات آمونیوم، عملکرد وش پنبه را تا ۵۰٪ از طریق بهبود جذب نیتروژن و سنتز پروتئین افزایش می‌دهد (Hussain *et al.*, 2021).

درصد کیل

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد مقادیر مصرف آمینوسورن بر درصد کیل معنی‌دار شد (جدول ۲). زمان محلول پاشی و اثر متقابل زمان و مقدار مصرف آمینوسورن اثر معنی‌داری بر درصد کیل نداشت. بیشترین درصد کیل در تیمار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار آمینوسورن به مقدار ۴۱ درصد و کمترین درصد کیل در تیمار شاهد به مقدار ۳۵ درصد بدست آمد. مصرف یک کیلوگرم در هکتار آمینوسورن از لحاظ آماری تفاوتی با غلظت ۱ و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار آمینوسورن نداشت (جدول ۳). با توجه به

عملکرد الیاف

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد زمان محلول پاشی و اثر متقابل زمان و مقدار مصرف آمینوسورن بر عملکرد الیاف معنی‌دار نشد در حالی که مقادیر مختلف مصرف آمینوسورن اثر معنی‌داری بر عملکرد الیاف داشت (جدول ۲). با افزایش غلظت آمینوسورن عملکرد الیاف به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. بیشترین عملکرد الیاف در تیمار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار آمینوسورن به مقدار ۵۶۶/۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. کمترین عملکرد الیاف هم در تیمار شاهد به مقدار ۳۰۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. عملکرد الیاف در تیمار ۱ کیلوگرم در هکتار آمینوسورن از لحاظ آماری تفاوتی معنی‌داری با تیمار ۱ و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار نداشت (جدول ۳). با در نظر گرفتن این موضوع که کود آمینوسورن حاوی مجموعه اسیدهای آمینه از جمله تریپتوفان، فنیل آلانین، آرچنین، اورنیتین و لیزین است که در سنتز اکسین و جیبرلین و پوتریسین و سیتوکنین

این که استفاده از اسیدآمینه باعث افزایش سطح برگ و تحریک سنتز سبزینه و افزایش میزان آن در گیاه می‌شود و این امر باعث افزایش فتوسنتز در گیاه می‌گردد و همچنین انرژی کمتری در گیاه برای تبدیل نیتروژن به اسیدآمینه مصرف می‌گردد و ممکن است از این طریق باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه می‌شود، درنهایت مصرف مقادیر بالای آمینوسورن باعث افزایش درصد کیل می‌شود. از طرف دیگر کاربرد ۱/۵ کیلوگرم در هکتار آمینوسول با تقویت شدید قدرت سینک قوزه و افزایش سنتز سلولز و پروتئین ذخیره‌ای، درصد الیاف را به‌طور معنی‌داری بالا می‌برد و همزمان، سبز ماندن بیشتر برگ‌ها ناشی از پرولین و گلايسین و تحریک پلی‌آمین‌ها و اتیلن کنترل‌شده باعث تأخیر در پیری برگ‌های پایینی و رسیدگی یکنواخت‌تر و همزمان قوزه‌ها می‌شود که این امر هم سبب بهبود کیل می‌شود (Carlos et al., 2025; Heidarzadeh, 2021; Hussain et al., 2021).

نقش دارند، باعث افزایش تعداد و طول سلول می‌شوند و با در نظر گرفتن این موضوع که اگر در هنگام تقسیم و گسترش سلول آب به اندازه کافی موجود باشد باعث افزایش عملکرد الیاف می‌شود. با توجه به داشتن ۱۴ درصد نیتروژن در کود آمینوسورن مورد استفاده، این ماده یا از طریق افزایش در اندام‌های زایشی و یا به وسیله حفظ و نگه داری تعداد بیشتری از آن‌ها یعنی کاهش درصد ریزش غنچه تولید و ش محصول و در نهایت عملکرد الیاف پنبه را افزایش می‌دهد.

محلول‌پاشی کودهای حاوی اسدی آمینه با تأمین مستقیم پیش‌سازهای بیوسنتزی سلولز (گلوکز-۶-فسفات و UDP-گلوکز از طریق افزایش فعالیت آنزیم سوکروز سنتاز) و افزایش بیان ژن‌های کلیدی سنتز دیواره ثانویه (CesA4, CesA7, CesA8 و GhCTL1)، عملکرد الیاف را به‌طور معنی‌دار افزایش می‌دهند و شاخص‌های کیفی الیاف را به‌طور همزمان بهبود می‌بخشد، مکانیسم اصلی شامل انتقال

سریع‌تر آسمیلات به قوزه، طولانی‌تر شدن دوره پرشدن الیاف (۵-۸ روز تأخیر در بلوغ) است (Chattha et al., 2022; Silva et al., 2016)

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج آزمایش نشان داد مصرف ۱/۵ کیلوگرم در هکتار آمینوسورن منجر به افزایش معنی‌دار تمامی ویژگی‌های مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته (۱۴٪/۱۴)، تعداد شاخه زایشی (۲۷٪/۸۴)، تعداد قوزه باز در بوته (۷۱٪/۲۵)، وزن قوزه (۳۷٪/۲۲)، کیل (۱۷٪/۱۴)، عملکرد وش (۵۶٪/۸۱)، عملکرد الیاف (۵۸٪/۸۳) در مقایسه با عدم محلول‌پاشی گردید. اثر زمان محلول‌پاشی بر صفات مورد بررسی تأثیر معنی‌دار نداشت اگرچه محلول‌پاشی در زمان رویشی + گلدهی اثر بیشتری بر صفات مورد بررسی در مقایسه با محلول‌پاشی در زمان رویشی داشت. در مجموع نتایج آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی آمینوسورن با مقدار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار در زمان رویشی یا رویشی + گلدهی

تاخیری، مجله پژوهش‌های پنبه ایران، ۷(۲)،
۹۲-۷۵.

می‌تواند ضمن کاهش اثرات تنش شوری
عملکرد و ش مناسبی را تولید کند.

منابع

Ali, Q., M.Z. Haider, S. Shahid, N. Aslam, F. Shehzad, J. Naseem, R. Ashraf, A. Ali, and S.M. Hussain. 2019. Role of amino acids in improving abiotic stress tolerance to plants. In: Plant tolerance to environmental stress. CRC Press: pp: 175-204.

Carlos, E., T. Lerma, and J. Martínez. 2021. Phytohormones and plant growth regulators—a review. J Sci with Technol Appl, 10: 27-65.

Chattha, M.S., Q. Ali, M. Haroon, M.J. Afzal, T. Javed, S. Hussain, T. Mahmood, M.K. Solanki, A. Umar, and W. Abbas. 2022. Enhancement of nitrogen use efficiency through agronomic and molecular based approaches in cotton. Frontiers in Plant Science, 13: 994306.

Faisal, M., A. Raza, A. Batool, M. Zeshan, M. Ismail, M. Farman, I. Anwar, A. Mobeen, and M. Dilshad. 2024. Unveiling the impacts of soil salinity: Challenges, mechanisms, and

اکبری پ، قلاوند ا. س. ع. م. مدرس
ثانوی، ۱۳۸۸. اثرات سیستم‌های مختلف
تغذیه و باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد بر
فنولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد
آفتابگردان. مجله الکترونیک تولید گیاهان
زراعی، ۲ (۳): ۱۱۹-۱۳۴.

شعبانی منش، ر. م. آرمین، م و م، جامی
معینی. ۱۳۹۵. بررسی اثر زمان و نوع کود
مصرفی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در
شرایط شور. پایان نامه کارشناسی ارشد،
دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی
سبزوار.

قرنجیکی، ع. ر. و ع. ر. فلاح نصرت آباد.
۱۳۹۸. ارزیابی مزرعه ای سطوح مختلف
نیتروژن و باکتری‌های محرک رشد بر
عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در کشت

azotobacter sp isolates from west kalimantan in nitrogen fertilizer efficiency in maize plants (*zea mays* L.) on peatlands. JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis): Jurnal Agribisnis dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian, 7(5): 158-165.

Ren, W. and L. Chen. 2023. Integrated transcriptome and metabolome analysis of salinity tolerance in response to foliar application of β -alanine in cotton seedlings. Genes, 14(9): 1825.

Silva, R.D.A., J.L. Santos, L.S. Oliveira, M.R. Soares, and S. Santos. 2016. Biostimulants on mineral nutrition and fiber quality of cotton crop. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 20: 1062-1066.

Zhang, J., H. Wang, D. Feng, C. Cao, C. Zheng, H. Dang, K. Li, Y. Gao, and C. Sun. 2024. Evaluating the impacts of long-term saline water irrigation on soil salinity and cotton yield under plastic film mulching: A 15-year field study. Agricultural Water Management, 293: 108703.

sustainable solutions. Sch. J. Agric. Vet. Sci, 8: 152-162.

Fao, F. 2025. Agricultural and rural extension worldwide: Options for institutional reform in the developing countries. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.

Heidarzadeh, A. 2025. Role of amino acids in plant growth, development, and stress responses: A comprehensive review. Discover Plants, 2(1): 1-31.

Henderson, B.C., J.M. Sanderson, and A. Fowles. 2025. A review of the foliar application of individual amino acids as biostimulants in plants. Discover Agriculture, 3(1): 69.

Hussain, N., A. Yasmeen, and M. Bilal. 2021. The application of ammonium sulphate and amino acid on cotton: Effects on can improve growth, yield, quality and nitrogen absorption. Brazilian Journal of Biology, 82: e240133.

Muhtarom, N. and M. Sinambela. 2022. Microbial characterization of

Effects of application timing and rate of amino acid–based biostimulant on yield and yield components of Cotton under saline conditions

Fateme Naseheian¹, Mohammad Armin^{2*}, Abolghasem Dadrasi³

1- Master's Student, Department of Agrotechnology, Sab.C., Islamic Azad University, Sabzevar, Iran

2- Professor, Department of Agrotechnology, Sab.C., Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

3- Assistant Professor, Sabzevar Natural Resources Research Center. Sabzevar, Iran.

Received: 2025.7.19

Accepted: 2025.9.11

Abstract

Salinity is one of the most important abiotic stresses in arid and semi-arid regions of the world, affecting between 30 and 50 percent of cultivated land and limiting the growth and yield of various crops. In recent years, the use of compounds containing amino acids has been considered as a low-cost approach to increase plant tolerance to salinity. Aminorsour is one of these compounds that provides a significant amount of essential amino acids to the plant. This study aimed to investigate the effect of time and amount of foliar application of Aminorsour on cotton yield and yield components under saline conditions during the 2016–2017 crop year at the Sabzevar Natural Resources Research Station and was conducted in a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications. The treatments included two foliar application times (vegetative stage and vegetative + flowering stage) and four application rates (0, 0.5, 1, and 1.5 kg/ha). The results showed that with increasing concentration of aminosoren, plant height and number of reproductive branches increased by 12.5 and 20%, respectively, and the highest height and number of reproductive branches were observed in the 1.5 kg/ha treatment. The highest number of open bolls and the average weight of 10 bolls were also recorded in the same treatment and in the vegetative stage. Cotton yield increased from 880 kg/ha in the control treatment to 1380 kg/ha in the 1.5 kg/ha treatment, and the percentage of keel and fiber yield reached 41% and 566 kg/ha, respectively. Overall, the results showed that the application of aminosoren at a concentration of 1.5 kg/ha had the most optimal effect on growth, reproductive branch production, cotton yield and fiber quality, and the use of this fertilizer can significantly improve the quantitative and qualitative yield of the product.

Keywords: Aminorsorin, Cotton, Foliar Application, Growth Stimulant, Salinity Stress

* Corresponding author (moh.armin@iau.ac.ir)

Effect of pressure and wind on the uniformity of mobile sprinklers in sprinkler irrigation system

Fatemeh Keykhai^{1*}

1-Scientific member, Department of Irrigation and Soil Physic, Soil and Irrigation Research Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

Received: 2025.7. 18

Accepted: 2025.9.11

Abstract

The use of sprinkler irrigation systems is one of the most effective strategies for improving water productivity and reducing losses in agricultural water management. The performance of these systems strongly depends on sprinkler type, operating pressure, and climatic factors such as wind speed. This study aimed to evaluate the water distribution uniformity and application efficiency of four common sprinkler models-Saroo, Noavaran, Ambo, and VYR—under different operating pressures (4 and 4.5 atm) and three wind speed ranges (0–2, 2–4, and 4–6 m s⁻¹) in the Agricultural Research Station of Arak, Markazi Province during 2016. Experiments were carried out using a classic solid-set sprinkler system with a square array of catch cans. The Christiansen Uniformity Coefficient (CU) and Distribution Uniformity (DU) were calculated for each treatment. Results indicated that increasing the operating pressure up to 4.5 atm improved water distribution uniformity under calm wind conditions, whereas higher wind speeds caused a significant decrease due to droplet drift and evaporation losses. The average CU at 4 atm decreased by 35%, 45%, 34%, and 4% for the Saroo, Noavaran, Ambo, and VYR sprinklers, respectively, as wind speed increased from calm to severe. Overall, the VYR sprinkler at 4 atm exhibited the highest CU and the most stable performance under all wind conditions. The findings highlight that selecting the proper sprinkler type according to climatic conditions and scheduling irrigation during low wind periods can substantially enhance water application efficiency and reduce evaporation and wind drift losses in sprinkler irrigation systems.

Keywords: Operating pressure, Sprinkler irrigation, Uniformity coefficient, Wind speed

* Corresponding author (f.keykhai@areeo.ac.ir)

Investigating the effect of foliar application of micronutrient fertilizers and humic acid on Sesame (*Sesamun indicum*) yield

Alireza Ramezani¹, Hamidreza Mobaser², Alireza Daneshmand^{2*}

1. MS.c. Graduated, Department of Agronomy, QaS.C., Islamic Azad University, Ghaemshar, Iran.

2. Department of Agronomy, QaS.C., Islamic Azad University, Ghaemshar, Iran.

Received: 2025.7. 16

Accepted: 2025.9.11

Abstract

In order to determine the effect of foliar application of micronutrient fertilizers and humic acid consumption on the yield and yield components of sesame in the delayed planting date, an experiment was conducted in the research farm of Iraqi Mahalle station in the crop year of 2022. This research was carried out as a completely randomized block design with 9 treatments in 3 replications in the research farm of the Iraqi Mahalle. In each plot, 5 rows were planted, the distance between rows was 40 cm and the distance between replications was 3 meters. The studied traits included plant height, harvest index, seed yield, thousand seed weight and biological yield. The results obtained from this study showed that the treatment with humic acid + micronutrient, control and control + irrigation fertilizer + humic acid fertilizer had the highest biological performance, and the lowest biological performance was related to humic acid irrigation fertilizer and irrigation fertilizer + micronutrient. Also, the weight of one thousand seeds in the control group and the eighth treatment was significantly lower compared to other treatments. These results show that the use of micronutrient fertilizers and humic acid could significantly increase the weight of a thousand seeds. Finally, the seed yield was significantly higher in control, control + humic acid seed, and control + humic acid seed + micronutrient than other treatments. These results show that application of humic acid has better effects on grain yield than other treatments.

Keywords: Fatty acids, Humic acid, Micronutrient fertilizers, Oilseeds

* Corresponding author (ali.daneshmand@qamiau.ac.ir)

The effect of planting date, biofertilizer and nitrogen amounts on some agronomic traits, ear yield and canned kernel yield of Sweet Corn (*Zea mays* L. *saccharata*)

Rasoul Ali¹, Saeed Sayfzadeh^{2*}, Seyed Alireza Valadabadi³, Naser Shahsawari^{4*}, Hamidreza Zakerin⁵

1. Ph. D Student, Department of Agronomy, Tak. C., Islamic Azad University, Takestan, Iran.

2. Professor of Department of Agronomy, Tak. C., Islamic Azad University, Takestan, Iran.

3. Associate Professor of Department of Agronomy, Tak. C., Islamic Azad University, Takestan, Iran.

4. Assistant Professor of Department of Agronomy, Haj. C., Islamic Azad University, Hajeabad, Iran.

5. Assistant Professor of Department of Agronomy, Tak. C., Islamic Azad University, Takestan, Iran.

Received: 2025.7.15

Accepted: 2025.9.11

Abstract

Given the importance of sweet corn in the food industry and the necessity to reduce chemical inputs, this research was conducted to investigate the effects of delayed planting date, Biofertilizer, and reduced nitrogen levels on the yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L. var. *saccharata*) cv. KSC403su. The experiment was carried out as a factorial arrangement based on a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications over two growing seasons (2016-2017 and 2017-2018) in Takestan, Iran. The treatments included two planting dates (June 5 and July 6), two nitrogen levels (300 and 240 kg ha⁻¹) and four Biofertilizer application levels (control, *Azotobacter*, *Azospirillum* and a combination of *Azotobacter*, *Azospirillum* & *Pseudomonas*). Combined analysis of variance revealed that the earlier planting date (June 5) significantly increased green ear yield (17277 vs. 16157 kg ha⁻¹), canned kernel yield (8479 vs. 7986 kg ha⁻¹), and ear length. The highest quantitative yield was achieved with the integrated treatment of 300 kg N ha⁻¹ combined with the mixed Biofertilizer (*Azotobacter* + *Azospirillum* + *Pseudomonas*). A key finding was the satisfactory performance of the treatment receiving 240 kg N ha⁻¹ alongside the mixed Biofertilizer, which outperformed even the control treatment with 300 kg N ha⁻¹ (without Biofertilizer). This underscores the potential of Biofertilizer to compensate for a 20% reduction in chemical nitrogen application without yield loss. In general, for achieving maximum yield, earlier planting (June 5) combined with the application of 300 kg N ha⁻¹ and seed inoculation with the mixed Biofertilizer (*Azotobacter* + *Azospirillum* + *Pseudomonas*) is recommended. Furthermore, using this specific Biofertilizer combination with 240 kg N ha⁻¹ is suggested as a practical strategy for reducing chemical input consumption and moving towards sustainable agriculture.

Keywords: Biofertilizer, Nitrogen, Planting date, Sustainable Agriculture, Sweet corn, Yield

* Corresponding authors (Saeedsayfzadeh@iau.ac.ir) and (shahsawari110@gmail.com)

Study on effect of seed morphological characteristics and sizes of Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill.] commercial cultivars on germination and seedling vigour

Farshad Hassanpour¹, Aidin Hamidi^{2*}, Jahanfar Daneshian³

1. M.Sc Graduated, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.

2- Research Associate Professor of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Karaj, Iran.

3- Research Professor of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran.

Received: 2025.7.13

Accepted: 2025.9.11

Abstract

In order to investigate the effect of different seed morphological traits and sizes of seven commercial soybean cultivars: 1- Katool (DPX), 2- Sahar, 3- Sari (JK), 4-033, 5-Williams, 6- Kowsar (M7), and 7-Telar on germination and seedling vigor, seed size grading was performed during 2022 using a sieve with round holes with hole diameters of 6.25 and 7 mm, and the control sample was without seed size grading. Seed morphological traits including: 1000 seed weight, density, percentage of shrinkage, percentage of seed cracking, and seed length, width, and thickness. Standard germination test was performed according to the International Seed Testing Association (ISTA) protocol, and mean germination time, coefficient of velocity of germination, mean daily germination, daily germination rate, final germination percentage, percentage of normal seedlings, seedling length, primary root dry weight, primary shoot dry weight, seedling dry weight, primary root length, primary shoot length, seedling length vigor index, and seedling weight index vigor were measured. The results showed that the Williams soybean seeds cultivar had greater dimensions and density, and the 033 cultivar had the highest 1000 seed weight and the lowest shrinkage percentage, and the Katool (DPX) cultivar had the lowest breakage percentage in terms of morphological and physical characteristics. Also, the Williams cultivar was superior to the other cultivars in terms of final germination percentage and germination rate indices. The Katool (DPX) cultivar also had superiority in terms of characteristics related to seedling vigor. Also, in the studied cultivars, large-sized seeds (seeds with a diameter of more than 7 mm) had superiority in terms of appearance and physical characteristics, seed germination, and seedling vigor. Therefore, it was determined that using a round-pored sieve with a pore diameter of 7 mm as the upper sieve in an air separator seed cleaning equipment is suitable for cleaning and processing the seeds of studied cultivars in order to obtain seeds with high germination and strong vigor of these cultivar.

Keywords: Seed cleaning and processing, Seed germination and vigor, Seed size grading

* Corresponding author (a.hamidi@areeo.ac.ir)

Grain yield stability analysis of Barley (*Hordeum vulgare* L.) promising lines in cold regions of Khorasan Razavi province

Seyyed Alireza Razavi^{1*}, Majed Taherian¹

1- Assistant Professors of Seed and Plant Improvement Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.

Received: 2025.7.12

Accepted: 2025.9.11

Abstract

In barley breeding programs, the study of genotype×environment interaction and yield stability under different environmental conditions is important. The aim of the study was to evaluate grain yield stability and adaptability in some promising barley lines grown in cold regions of Iran. Nineteen promising barley lines (G1-G19) along with one check cultivar (Jolgeh), were studied during 2021-2023 at four environments. The experimental design at all locations was a randomized complete block with three replications. The combined analysis of variance showed that approximately 9.22% of total variance was ascribed to environment effect, 10.5% to genotype effect and 27.87% to genotype × environment interaction. In GGE biplot polygon, superior genotypes were identified in each mega environment. The Jolgeh Rokh 2021 environment could be considered as the closest environment to the ideal environment. According to resulting from biplot of barley promising lines in comparison with ideal genotype, G3 was identified as the ideal genotype.

Key words: Barley, Grain yield, Ideal genotype, Stability.

* Corresponding author (a.razavi@areeo.ac.ir)



آدرس: تهران، بزرگراه خلیج فارس، ویروی مرصه مطهر امام خمینی^(۵)، مجتمع دانشگاهی یادگار امام^(۵)، محوره معاونت پژوهشی
مندوق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۴ - تلفن: ۵۵۲۲۲۲۲۲ - ۲۱ - پست الکترونیک: jesps@iausr.ac.ir

عنوان مقاله، نام، نام خانوادگی و سمت نگارنده (گان)، نام دانشگاه و مؤسسه پژوهشی که نگارنده (گان) در آن به پژوهش اشتغال دارند و آدرس نگارنده (گان) روی صفحه درج گردد. مشخص کردن نگارنده مسئول مکاتبات و آدرس الکترونیکی وی الزامی است. نگارنده مسئول (مکاتبه کننده) باید تأییدیه سایر نگارندگان را نیز هنگام تحویل مقاله ارائه نماید.



جلد ششم ہائیڈرو زراعی

صندوق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۴ تلفن: ۰۲۱ - ۵۶۳۹۹۵۵۵ - ۵۶۳۹۹۵۵۵
پست الکترونیک: jesps@iausr.ac.ir وبسایت: www.iausr.ac.ir

ترتیب بخش‌ها

عنوان مقاله

چکیده

مقدمه

مواد و روش‌ها

نتایج و بحث



آدرس: تهران، بزرگراه ولیعصر (عج)، روبروی مدرسه مطهر امام خمینی^(۵)، مجتمع دانشگاهی یادگار امام^(۵)، حوزه معاونت پژوهشی

چنانچه تمام ارقام متن جدول دارای واحد مشترک باشند، می‌توان واحد را در عنوان اصلی جدول ذکر نمود. توضیحات اضافی عنوان و متن جدول به صورت زیرنویس ارائه می‌شوند و ارتباط آن‌ها با

در زیر شکل یا شکل باشد. عکس‌ها معمولاً باید به صورت سیاه و سفید و با کیفیت مطلوب تهیه گردند. در پشت عکس‌ها و شکلها نام نگارنده (گان)، عنوان مقاله و شماره شکل، عکس یا شکلها و شرح موضوع با مداد کمرنگ نوشته شود.

سیاسگزاری

منابع مورد استفاده



مجله پژوهش های زراعی

آدرس: تهران، بزرگراه ولیعصر، روبروی مظهر امام خمینی، مجتمع دانشگاهی یادگار امام^(۵)

مستودق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۴ تلفن: ۰۲۱ - ۵۵۲۲۹۶۰۶ - ۵۵۲۲۹۶۰۶ نمابر: ۰۲۱ - ۵۵۲۲۹۶۰۶ - ۵۵۲۲۹۶۰۶ پست الکترونیک: jesps@iausr.ac.ir



ویراستار(ان) کتاب، عنوان کتاب، شماره جلد، نام ناشر و محل چاپ خواهد آمد. در منابع مشابه خارجی به جای "زیرنظر" فقط "in" نوشته شده و "eds." مخفف "editors" آورده می شود.

در مورد مرجعی که نگارنده آن مشخص نیست به جای نام نگارنده کلمه "بی نام" و در مرجع خارجی کلمه "Anonymous" ذکر خواهد شد.

مرجع یا مراجعی که ترجمه باشند (مانند کتب ترجمه شده)، در فهرست منابع بایستی به ترتیب نام مترجم یا مترجمان، سال چاپ، عنوان فارسی، درون پرانتز "ترجمه" محل انتشار و تعداد صفحات آن درج شود.

مثال: - کوچکی، ع و غ. ح. سرمدنیا. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

در رابطه با موارد اشاره شده مثال هایی ارائه می گردد:

- **Hakim, L.** 2008. Variability and correlation of agronomic characters of mung bean germplasm and their utilization for cultivar improvement program. Indonesian J. Agric. Sci., 9(1): 24-28.
- **Ajman, S. and M. Ul-Hassan.** 2002. Association analysis for certain plant characteristics in some local and exotic strains of mung bean (*Vigna radiata*). Asian J. Plant Sci., 1(6): 697-698.
- **Khattak, G.S.S., M.A. Haq, M. Ashraf, G.R. Tahir, and U.K. Marwat.** 2001. Detection of epistasis and estimation of additive and dominance components of genetic variation for synchrony in pod maturity in mung bean (*Vigna radiata* L.). Field Crops Res., 72(3): 211-219.

از شماره گذاری منابع اجتناب نموده و نام نگارنده (گان) به صورت توپر (Bold) قید شود.

چکیده به زبان انگلیسی

چکیده انگلیسی مقاله باید ترجمه کامل چکیده فارسی باشد. در پایان چکیده انگلیسی، واژگان کلیدی (Key words) آورده شود.

سایر نکات

- به مقالاتی که مسئول مکاتبات (Corresponding author) آن مشخص نباشد، ترتیب اثر داده نخواهد شد.

- نگارندگان مسئول مطالبی هستند که در مقاله های خود بیان می کنند.

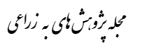
- گروه دبیران از پذیرش مقاله هایی که قبلاً به صورت تک نگاشت و یا در سایر انتشارات چاپ و توزیع شده اند، معذور می باشد. بدیهی است مقاله های ارائه شده در کنگره ها، سمپوزیوم ها و یا سمینارهای داخلی و خارجی که فقط چکیده آن ها چاپ و منتشر شده باشد مستثنی هستند.

- گروه دبیران حق قبول، رد و ویرایش مقاله ها را دارد.

- مقاله های رسیده توسط گروه دبیران مجله با همکاری متخصصان، داوری شده و در صورت تأیید با رعایت نوبت به چاپ می رسند.

- مقاله های پذیرفته نشده، برگشت داده نخواهد شد.

فرم تعهد متقابل مجله پژوهش های به زراعی واحد شهری و نویسندگان مقاله ها



امضای سردبیر
تاریخ

آدرس: تهران، بزرگراه خلیج فارس، روبروی مرقه مطهر امام خمینی^(۵)، مجتمع دانشگاهی یادگار امام^(۵)، محوطه معاونت پژوهشی صندوق پستی؛ ۱۸۱۵۵/۱۴۴ تلفن: ۵۶۳۳۳۳۳۳ - ۵۶۳۳۳۳۳۳ - ۵۶۳۳۳۳۳۳ پست الکترونیک: jesps@iausr.ac.ir

مذوق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۴ تلفن: ۵۵۲۳۳۶۰۰ - ۵۵۲۳۳۶۰۱
 نمابر: ۵۵۲۳۳۶۰۰ - ۵۵۲۳۳۶۰۱ پست الکترونیک: jesps@iausr.ac.ir



فرم اشتراک مجله پژوهش‌های به‌زراعی واحد یادگار امام خمینی^(ه) شهرری



مجله پژوهش‌های به‌زراعی

نکات ذیل را در اشتراک مجله پژوهش‌های به‌زراعی مد نظر داشته باشید:

حق اشتراک برای چهار شماره در سال معادل ۱۰۰/۰۰۰ ریال (به ازای هر شماره ۲۵/۰۰۰ ریال) می‌باشد. حق اشتراک را به حساب جاری شماره ۰۱۰۵۲۶۴۳۲۸۰۰۸ نزد بانک ملی شعبه دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی^(ه) واریز نمایید و فیش بانکی را به همراه فرم تکمیل شده اشتراک، به آدرس تهران، بزرگراه خلیج فارس، روبروی حرم مطهر امام خمینی^(ه)، مجتمع دانشگاهی یادگار امام^(ه)، حوزه معاونت پژوهشی و یا به صندوق پستی ۱۸۱۵۵/۱۴۴ ارسال فرمایید.

به پیوست فیش بانکی به شماره به مبلغ ریال بابت حق اشتراک مجله پژوهش‌های به‌زراعی ارسال می‌گردد. خواهشمند است مجله را به تعداد مشخص شده در ذیل ارسال فرمایید.

شماره و به تعداد شماره و به تعداد
شماره و به تعداد شماره و به تعداد

مشخصات واحد درخواست کننده:

نام سازمان:
نام و نام خانوادگی نماینده سازمان:
نشانی: استان: شهر: خیابان:
کد پستی: صندوق پستی: تلفن:

امضاء:

تاریخ:

آدرس: تهران، بزرگراه خلیج فارس، روبروی حرم مطهر امام خمینی^(ه)، مجتمع دانشگاهی یادگار امام^(ه)، حوزه معاونت پژوهشی

صندوق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۴ تلفن: ۰۲۱ - ۵۵۲۶۴۳۲۸۰۰۸ نمابر: ۰۲۱ - ۵۵۲۶۴۳۲۸۰۰۸ پست الکترونیک: jesps@iausr.ac.ir



آدرس: تهران، بزرگراه خلیج فارس، روبروی مرصه مطهر امام خمینی^(۵)، مجتمع دانشگاهی یادگار امام^(۵)، محوطه معاونت پژوهشی
مندوق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۶ - تلفن: ۵۵۲۲۳۶۴ - ۲۱ - پست الکترونیک: jesp@iausr.ac.ir

فرم تعہد نامہ نکلانڈہ (کان) مقالہ جہت چاپ

دبیرخانه مجله پژوهش های به زراعی

بازگشت به نامه شماره مورخ آن دبیرخانه به اطلاع می -

..... مقاله با عنوان :

۱- تاکنون در مجله دیگری به چاپ نرسیده، تمام مقاله در همایشی ارائه نشده و همچنین برای مجله دیگری جهت چاپ ارسال نگردیده است.

۳- من / ما نفر صحت بندهای ۱ و ۲ این تعهدنامه را تایید می نمایم / می نمایم.

نام و نام خانوادگی نگارنده اول

نام و نام خانوادگی نگارنده دوم

نام و نام خانوادگی نگارنده سوم

۴- در صورتی که مقاله از پایان نامه استخراج شده است، تاییدیه استاد راهنما و مشاور ضروریست.

۴- در صورتی که مقاله از پایان نامه استخراج شده است، تاییدیه استاد راهنما و مشاور

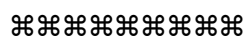


Contents	page
■ Grain yield stability analysis of Barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) promising lines in cold regions of Khorasan Razavi province Seyyed Alireza Razavi, Majed Taherian	1
■ Study on effect of seed morphological characteristics and sizes of Soybean [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill.] commercial cultivars on germination and seedling vigour Farshad Hassanpour, Aidin Hamidi, Jahanfar Daneshian	2
■ The effect of planting date, biofertilizer and nitrogen amounts on some agronomic traits, ear yield and canned kernel yield of Sweet Corn (<i>Zea mays</i> L. <i>saccharata</i>) Rasoul Ali, Saeed Sayfzadeh, Seyed Alireza Valadabadi, Naser Shahsawari, Hamidreza Zakerin	3
■ Investigating the effect of foliar application of micronutrient fertilizers and humic acid on Sesame (<i>Sesamun indicum</i>) yield Alireza Ramezani, Hamidreza Mobaser, Alireza Daneshmand	4
■ Effect of pressure and wind on the uniformity of mobile sprinklers in sprinkler irrigation system Fatemeh Keykhaei	5
■ Effects of application timing and rate of amino acid–based biostimulant on yield and yield components of Cotton under saline conditions Fateme Naseheian, Mohammad Armin , Abolghasem Dadrasi	6



**✎ Reviewers of this issue
(In alphabetical order) :**

Armin, M., Ph.D
Habibi, H., Ph.D
Jam Nejad, M., Ph.,D
Kasraei, P., Ph.D
Mojaddam, M., Ph.D
Monem, R., Ph.D
Mostafavi, Kh., Ph.D
Pazoki, A.R., Ph.D
Rashidi Asl, A., Ph.D
Sadeghipour, O., Ph.D
Zahedi, H., Ph.D



Scientific Editor: Pazoki, A. R

English Editors: Pazoki, A. R
Rashidi Asl, A
Sadeghipour, O

Persian Editor: Pazoki, A. R

Typography: Akbari, M

Cover Designer: Memari, N

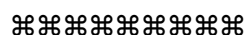
Technical Staff : Akbari, M

✎ Proprietor: Islamic Azad University, Yadegar-e-Imam Khomeini
(RAH) Shahre-rey Branch

✎ Manager in charge: Sadeghipour, O

✎ Editor-in-chief: Pazoki, A. R

✎ Managing Director : Rashidi Asl, A



✎ Editoria Board (In alphabetical order) :

Bozorgipour, R (Assoc Prof, Seed and Plant Improvement Institute)

Darvish, F (Prof, Shahid Chamran University)

Etebarian, H (Prof, Islamic Azad University, Yadegar-e-Imam Khomeini
(RAH) Shahre-rey Branch)

Irannejad, H (Prof, Tehran University)

Kashani, A (Prof, Shahid Chamran University)

Pazoki, A. R (Assoc Prof, Islamic Azad University, Yadegar-e-Imam Khomeini
(RAH) Shahre-rey Branch)

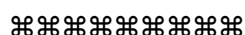
Rahnama, A (Prof, Seed and Plant Improvement Institute)

Sadeghipour. O (Assoc Prof , Islamic Azad University, Yadegar-e-Imam

Soleymani, A (Prof, IslamicAzad University, Khorasgan Branch)

Khomeini (RAH) Shahre-rey Branch)

Taleghani, D (Assoc Prof, Sugar beet Seed Institute)



P.o.Box: 1855.144 , Islamic Azad University, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahr-rey Branch, Tehran, Iran.

Tel: 021-55229360 Fax: 021-55229360

E-Mail: jcpr@iausr.ac.ir