



مجله پژوهش‌های به‌زراعی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری
جلد ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴



مجله پژوهش‌های به‌زراعی

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 جم‌نژاد
دکتر حسن حبیبی
دکتر ابوالفضل رشیدی اصل
دکتر حسین زاهدی
دکتر امید صادقی‌پور
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 صادقی‌پور

✎ 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 صادقی‌پور

✎ 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 ایران‌نژاد (استاد دانشگاه تهران، مجتمع پردیس ابوریحان)

دکتر رضا بزرگی‌پور (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 صادقی‌پور (دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهرری)

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

دکتر علی کاشانی (استاد دانشگاه شهید چمران اهواز)

این مجله با عنوان "تنش‌های 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 "پژوهش‌های به‌زراعی" 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: jcpr@iausr.ac.ir

مجله پژوهش‌های به‌زراعی به صورت فصلنامه منتشر می‌شود. 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 می‌شود.



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 فریادون رهنمای رودپشتی
معاون پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی

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



مجله پژوهش‌های باغبانی

مجله پژوهش‌های باغبانی

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

جلد ۱۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴

صفحه	عنوان مقاله
۱۰۴۸-۱۰۲۹	■ بررسی تأثیر تنش خشکی و سالیسیلیک اسید بر عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب برخی ژنوتیپ‌های جدید کلزا در منطقه کرج محسن یوسفی، امیرحسین شیرانی راد
۱۰۷۰-۱۰۴۹	■ تأثیر کم آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی رزماری (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) عابد واحدی، داود اکبری نوده‌ی
۱۰۹۰-۱۰۷۱	■ ارزیابی تناسب اراضی استان خراسان رضوی برای کشت سیاه دانه (<i>Nigella sativa</i> L.) به روش ترکیبی تحلیلی عاملی پارامتریک امیر دوستداری، علی افتخاری، علی باقرزاد چهارجویی، سید امیر عباس موسوی، مرتضی مبلغی
۱۱۱۲-۱۰۹۱	■ تأثیر طول دوره تداخل علف‌های هرز بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند (<i>Beta vulgaris</i> L.) در دو روش کشت مستقیم و نشایی در منطقه نیشابور کریم شریفان، محمد آرمین، متین جامی معینی
۱۱۳۴-۱۱۱۳	■ تأثیر مدت نگهداری بذور تولید شده تحت تنش خشکی بر قابلیت جوانه‌زنی ارقام سویا [<i>Glycine max</i> (L.) Merr.] در منطقه کرج آیت شیروود نجفی، آیدین حمیدی، جهانفر دانشیان
۱۱۵۲-۱۱۳۵	■ مستندسازی فرآیند تولید و برآورد خلاء عملکرد برنج با استفاده از روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) در منطقه ساری روژین شیخی، هرمز فلاح، یوسف نیک‌نژاد، سلمان دستان، داوود براری تاری

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



بررسی تأثیر تنش خشکی و سالیسیلیک اسید بر عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب برخی ژنوتیپ‌های جدید کلزا در منطقه کرج

محسن یوسفی^{۱*}، امیر حسین شیرانی راد^۲

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

۲- استاد موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۳

چکیده

به منظور بررسی تغییرات عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب ناشی از کاربرد اسید سالیسیلیک اسید بر ژنوتیپ‌های جدید کلزا در شرایط تنش خشکی آخر فصل، آزمایشی به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و طی سال‌های زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در منطقه کرج اجرا شد. عامل آبیاری و سالیسیلیک اسید به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و عامل ژنوتیپ در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. آبیاری در دو سطح شامل آبیاری معمول یا شاهد و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد و سالیسیلیک اسید در دو سطح محلول‌پاشی با آب خالص (شاهد) و محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید به میزان دو میلی‌گرم در لیتر و ژنوتیپ‌های کلزا شامل: FJL425, FJL153, FJL330, FJL424, FJL290, OKAPI بود. نتایج تحقیق نشان داد که اثر سطوح آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل آبیاری × ژنوتیپ در سطح یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد دانه نشان داد که در شرایط آبیاری نرمال ژنوتیپ FJL330 با میانگین ۶۵۲۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشت، اما همین ژنوتیپ در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد کمترین عملکرد دانه را نشان داد. در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد رقم اکاپی با ۳۶۴۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر میزان گلوکوزینولات دانه تایید نمودند که در شرایط آبیاری معمول ژنوتیپ‌های FJL290, FJL330 کمترین میزان گلوکوزینولات را داشتند. در شرایط تنش، رقم اکاپی کمترین میزان گلوکوزینولات را تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: اروسیک اسید، اولئیک اسید، تنش خشکی، ژنوتیپ، کلزا

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این گیاهان علاوه بر دارا بودن ذخایر غنی اسیدهای چرب، حاوی پروتئین نیز می‌باشند. کلزا به عنوان یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی در سطح جهان مطرح می‌باشد (Bybordi, 2012). ژنوتیپ‌های بدون اروسیک اسید کلزا مقادیر زیادی اسید اولئیک و لینولئیک (بعضی لینولنیک) اندوخته می‌کنند که برای تغذیه پستانداران کاملاً مناسب هستند. بنابراین، روغن کلزا با ۶۱ درصد اولئیک اسید، ۲۰ درصد اسید لینولئیک، در حال حاضر به عنوان بهترین روغن در تغذیه انسان مورد قبول است (Spasibionek *et al.*, 2004).

تأثیر تنش خشکی روی گیاه تابع ژنوتیپ، طول دوره خشکی، شرایط آب و هوایی و مرحله رشد گیاه می‌باشد (Roa & Mandham, 1991). زمان وقوع تنش مهم‌تر از شدت خشکی می‌باشد (Kazi *et al.*, 2002). Qaderi *et al.* (2006) گزارش نمودند که مراحل مختلف رشد کلزا حساسیت‌های متفاوتی به خشکی

داشته و سهم آن در عملکرد متفاوت می‌باشد. این امر می‌تواند به آسانی به وسیله آزمایش‌های حذف آبیاری در مراحل مختلف چرخه حیات گیاه مشخص شود.

Ahmadi & Bahrani (2009) گزارش نمودند دوره زایشی به تنش خشکی بیش‌ترین حساسیت را دارد. (Tohidi *et al.* 2009) گزارش نمودند تنش خشکی در مرحله طویل شدن ساقه و مرحله گل‌دهی بیش‌ترین خسارت را به کلزا وارد نموده و باعث کاهش تعداد خورجین در بوته شده است و در نهایت عملکرد دانه را کاهش داده است.

سالیسیلیک اسید، ترکیبی فنولیکی است که نقش تنظیم‌کنندگی در فرآیندهای زیستی و بیوشیمیایی گیاهان دارد (Khan *et al.*, 2003) که از آن جمله می‌توان به تنظیم تعرق، بسته شدن روزنه‌ها، تراوایی غشاء، رشد و فتوسنتز اشاره کرد (Shakirova *et al.*, 2003). سالیسیلیک اسید یک آنتی اکسیدانت محلول در آب است که صدمات ناشی از تنش خشکی را در گیاه کاهش می‌دهد (Noreen & Ashraf, 2008). با توجه به نیاز

روز افزون به روغن‌های نباتی و وابستگی شدید کشت در این رابطه، توجه ویژه‌ای باید به توسعه کشت دانه‌های روغنی مخصوصاً کلزا گردد. بنابراین هدف از اجرای این تحقیق بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید و تنش خشکی بر خصوصیات شیمیایی دانه یعنی اسیدهای چرب و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف کلزا بود که به این منظور ارقام مطلوب مورد مطالعه قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه ۴۰۰ هکتاری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج طی سال‌های زراعی ۱۳۹۸-۳۹۹ و ۱۳۹۹-۱۴۰۰

انجام شد. عرض جغرافیایی محل انجام آزمایش، ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۱ متر است. این منطقه براساس آمار آب و هوایی و منحنی آمبروترمیک به دلیل داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک، جزء مناطق آب و هوایی مدیترانه ای گرم و خشک و با داشتن زمستان سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک محسوب می شود. براساس اطلاعات ۳۰ ساله هواشناسی کرج، متوسط بارندگی منطقه ۲۴۳ میلی متر در سال است.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

مشخصات	عمق نمونه برداری (سانتی متر)	عمق نمونه برداری (سانتی متر)
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۰-۳۰	۳۰-۶۰
pH	۷/۹	۷/۲
درصد مواد خنثی شونده	۸/۵۶	۸/۶۸
درصد رطوبت گل اشباع	۳۶	۳۸
کربن آلی (درصد)	۰/۹۱	۰/۹۹
نیتروژن کل (درصد)	۰/۰۹	۰/۰۷
فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	۱۴/۷	۱۵/۸
پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم)	۱۹۷	۱۵۵
درصد رس	۲۸	۲۵
درصد سیلت	۴۷	۴۹
درصد شن	۲۵	۲۶
بافت خاک	رسی لومی	رسی لومی

FJL425, FJL153, FJL330, FJL424,
FJL290, OKAPI بود.

به منظور آماده سازی زمین پس از گاورو شدن، به وسیله گاواهن برگردان دار شخم زده شد. سپس جهت خردشدن کلوخها و همچنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین مذکور دیسک و ماله زده شد. براساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی، اقدام به کود پاشی (قسمتی از کود نیتروژنه و تمامی کود فسفره و پتاسه مورد نیاز) و پخش علف کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار به طور یکنواخت در سطح مزرعه شد و به وسیله دیسک سبک، کود و

آزمایشی به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار و طی سالهای زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در منطقه کرج اجرا شد. عامل آبیاری و سالیسیلیک اسید به صورت فاکتوریل در کرت های اصلی و عامل ژنوتیپ در کرت های فرعی قرار گرفتند. آبیاری در دو سطح شامل آبیاری معمول یا شاهد و قطع آبیاری از مرحله گل دهی به بعد و سالیسیلیک اسید در دو سطح محلول پاشی با آب خالص (شاهد) و محلول پاشی با سالیسیلیک اسید به میزان دو در لیتر و ژنوتیپ های کلزا شامل:

علف‌کش با خاک مخلوط شدند. به منظور استفاده بهینه از نیتروژن، بقیه کود نیتروژنه مورد نیاز به صورت سرک در مرحله شروع ساقه رفتن و ظهور اولین غنچه‌های گل مصرف گردید.

پس از اجرای آزمایش مطابق نقشه کاشت و سبز شدن و استقرار گیاهچه، عملیات داشت شامل کنترل آفات به ویژه شته مومی با استفاده از سم کونفیدور انجام پذیرفت.

به منظور تعیین عملکرد دانه، بوته‌های موجود از هر کرت پس از حذف اثر حاشیه از سطحی معادل ۲ متر مربع برداشت و سپس عملکرد دانه پس از کوبیدن و جدا کردن کاه از دانه و توزین دانه‌ها تعیین شد.

سنجش پروفیل اسیدهای چرب

برای این منظور از ۱۰۰ گرم نمونه بذر انتخابی و ارسال شده از هر کرت به آزمایشگاه موسسه بیوتکنولوژی کشاورزی، بخش فیزیولوژی استفاده شد. ۲۰۰ میکرولیتر از هر نمونه روغن به اضافه ۴۰۰ میکرولیتر KOH متیله را درون ویال‌های شیشه‌ای مقاوم در برابر حرارت ریخته شد و به مدت یک دقیقه فرایند ورتکس انجام شد. سپس

ویال‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در بن‌ماری در دمای ۵۰ سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از این که نمونه‌ها سرد شدند، یک میلی‌لیتر آن - هگزان به نمونه‌ها اضافه و به مدت یک دقیقه ورتکس شدند. در این مرحله محلول به صورت دو فاز جداگانه در می‌آمد که از فاز بالایی به میزان ۲۰ میکرولیتر به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق گردید. گاز کروماتوگراف مورد استفاده در این طرح دستگاه-Varian cp

3800 بود. ستون به کار رفته از نوع موئین یا کاپیلاری ویژه متیل استر اسیدهای چرب (CIPSILL88) بود. گاز حامل نیتروژن و گازهای کمکی هلیوم و هوا هر یک با خلوص بسیار بالا بودند. نوع آشکارساز FID و شدت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه بود. دمای ستون ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد و دمای تزریق کننده و آشکارساز ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بود. آمپول استاندارد متیل استر اسیدهای چرب F.A.M.E.Mix GLC-10,50 (sigma) جهت تشخیص زمان بازداری منحنی متیل استرهای مورد نظر مورد استفاده قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری میزان گلوکوزینولات و ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه، از دستگاه HPLC

(High Performance Liquid Chromatography)

استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها، بر اساس مدل آماری طرح مورد استفاده و به کمک نرم افزار آماری SAS و MSTAT-C صورت گرفت. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، تست نرمال بودن داده‌ها انجام شد و بعد از اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها نسبت به تجزیه و تحلیل آن‌ها اقدام گردید. مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل آبیاری $\times$ ژنوتیپ در سطح یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آبیاری بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری معمول با میانگین ۵۹۲۱ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که نسبت به تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد با میانگین ۲۷۲۳ کیلوگرم در هکتار اختلاف زیادی داشت (جدول ۳). علت عملکرد بیشتر دانه در

آبیاری نرمال، وجود آب کافی در دسترس گیاه می‌باشد که باعث افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه شده و در نتیجه عملکرد دانه افزایش یافته است. عملکرد دانه کلزا تابعی از تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه است (Habket, 1993) پس هر عاملی که باعث کاهش این صفات شود بطور غیرمستقیم عملکرد دانه را نیز کاهش خواهد داد. همچنین خشکی از طریق تأثیر روی ظرفیت‌های بیوشیمیایی در جذب کربن می‌تواند بر عملکرد دانه تأثیر بگذارد. (Pari et al., 2002) نتایج مقایسه میانگین‌های اثر سطوح ژنوتیپ بر عملکرد دانه نشان داد که ژنوتیپ‌های FJL425، FJL290 و اُکاپی به ترتیب با میانگین‌های ۴۴۲۳، ۴۶۵۵ و ۴۵۲۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد دانه نشان داد که در شرایط آبیاری نرمال ژنوتیپ FJL330 با میانگین ۶۵۲۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشت، اما در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل-

دهی به بعد ژنوتیپ FJL330 کمترین عملکرد دانه را در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش داشت. در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد رقم اکاپی ۳۶۴۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (شکل ۱). تفاوت در رابطه بین ظرفیت فتوسنتزی و میزان رشد و عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف یک گونه در سال‌های اخیر مورد بررسی قرار گرفته است (Ashraf & Bashir, 2003) طبق نتایج حاصل از این آزمایش مشخص شد که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه شد. اما ژنوتیپ‌ها می‌توانند عکس‌العمل متفاوتی از خود نشان دهند.

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل آبیاری $\times$ ژنوتیپ در سطح یک درصد بر میزان پالمتیک اسید معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آبیاری بر پالمتیک اسید نشان می‌دهد که قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد باعث کاهش پالمتیک اسید شده است به طوری که تیمار آبیاری معمول با میانگین ۵/۸۹ درصد نسبت به تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد برتری

معنی‌داری داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر ژنوتیپ بر پالمتیک اسید نشان‌دهنده این بود که ژنوتیپ FJL153 با میانگین ۵/۰۵ درصد کمترین میزان پالمتیک اسید را داشت و دیگر ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در یک گروه آماری مشترک قرار گرفتند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری $\times$ ژنوتیپ بر میزان پالمتیک اسید نشان داد که در شرایط آبیاری معمول ژنوتیپ‌های FJL330 و FJL290 بیشترین میزان پالمتیک اسید را داشتند و کمترین میزان پالمتیک مربوط به ژنوتیپ اکاپی بود، اما در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد ژنوتیپ اکاپی بیشترین مقدار پالمتیک اسید را داشت (شکل ۲).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که میزان لینولئیک اسید تحت تأثیر تیمارهای آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آبیاری بر میزان لینولئیک اسید نشان می‌دهد که اعمال تنش در مرحله گل‌دهی باعث افزایش میزان لینولئیک اسید نسبت به آبیاری نرمال قرار گرفت. آبیاری معمول با میانگین ۴/۶۲

درصد نسبت به قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد از مقدار لینولئیک اسید کمتری برخوردار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر ژنوتیپ بر میزان لینولئیک اسید نشان داد که ژنوتیپ FJL153 با میانگین ۶/۰۵ درصد بیشترین میزان لینولئیک اسید را به خود اختصاص داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح آبیاری و ژنوتیپ بر لینولئیک اسید نشان داد که در شرایط آبیاری نرمال رقم اکاپی بیشترین میزان لینولئیک را داشت. در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد ژنوتیپ‌های FJL153 و FJL330 بیشترین میزان لینولئیک اسید را داشتند (شکل ۳).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح آبیاری بر میزان لینولئیک اسید در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آبیاری بر میزان لینولئیک اسید نشان داد که آبیاری معمول با میانگین ۲۰/۸۵ درصد نسبت به قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد برتری معنی‌داری داشت (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر آبیاری بر میزان اولئیک اسید در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان اولئیک اسید در تیمار آبیاری معمول با میانگین ۶۵/۳۹ درصد مشاهده گردید و نسبت به تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد برتری معنی‌داری داشت (جدول ۳). همانطور که می‌دانیم، اولئیک اسید یکی از اسیدهای چرب غیر اشباع مهم است که علاوه بر اهمیتی که در تغذیه دارد، روغن حاوی آن مقاومت بالایی در برابر اکسیداسیون داشته و برای مصارف پخت و پز بسیار مناسب است (ناصری، ۱۳۷۰). بنابراین وقوع تنش خشکی در مرحله گلدهی می‌تواند باعث کاهش کیفیت روغن کلزا شود. بین ژنوتیپ‌ها از نظر میزان اولئیک اسید و لینولئیک اسید اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، که نشان‌دهنده بالا بودن کیفیت روغن این ارقام (۶۳~۶۴ درصد) می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح آبیاری، ژنوتیپ، اثر متقابل آبیاری × ژنوتیپ در سطح یک درصد و سالیسیلیک اسید در سطح ۵ درصد بر میزان اروسیک اسید معنی‌دار بودند

(جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر آبیاری بر اروسیک اسید نشان داد که قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد باعث افزایش معنی‌دار میزان اسید اروسیک با میانگین ۰/۳۱ درصد نسبت به آبیاری معمول شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر سطوح سالیسیلیک اسید بر میزان اروسیک اسید نشان داد که استفاده از سالیسیلیک اسید باعث کاهش معنی‌دار اروسیک اسید نسبت به تیمار آب خالص گردید (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین‌های اثر ژنوتیپ بر اروسیک اسید بیانگر این بود که ژنوتیپ‌های FJL425، FJL290 و رقم اکاپی کمترین میزان اروسیک اسید را داشتند، بنابراین از کیفیت بالاتری برخوردار هستند. ژنوتیپ FJL153 با میانگین ۰/۳۲ درصد بیشترین میزان اروسیک اسید را در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر میزان اروسیک اسید نشان داد که در شرایط آبیاری معمول ژنوتیپ‌های FJL425، FJL330، FJL290 کمترین و ژنوتیپ‌های FJL153، FJL424 و اکاپی بیشترین میزان

اروسیک اسید را داشتند. در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد رقم اکاپی کمترین ژنوتیپ‌های FJL153 و FJL330 بیشترین میزان اروسیک اسید را داشتند (شکل ۴). بنابراین از آنجا که اروسیک اسید برای انسان بسیار مضر است و ارقامی که فاقد این اسید چرب هستند از بعد تغذیه‌ای در رده عالی قرار می‌گیرند (۱۳۸۰)، لذا رقم اکاپی در شرایط تنش در مرحله گلدهی، بالاترین کیفیت را دارا است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل آبیاری $\times$ ژنوتیپ بر میزان گلوکوزینولات دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر آبیاری بر میزان گلوکوزینولات دانه نشان داد که تنش در مرحله گل‌دهی باعث افزایش میزان گلوکوزینولات دانه گردید. افزایش گلوکوزینولات باعث کاهش کیفیت و ارزش غذایی کنجاله دانه کلزا می‌شود (Salisbury et al, 1987) که تحت تأثیر عوامل ارثی و محیطی قرار دارد (Fieldsand et al., 1991). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر ژنوتیپ بر میزان گلوکوزینولات دانه نشان داد که ژنوتیپ‌های FJL425

اسید و اولئیک اسید همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین عملکرد دانه با لینولئیک اسید، اروسیک اسید و گلیکوزینولات دانه همبستگی منفی معنی‌داری داشت (جدول ۴). به نظر می‌رسد که اسید لینولئیک در افزایش عملکرد دانه نقش بسزایی داشته باشد، چون این اسید چرب نقش مهمی در فتوسنتز ایفا می‌کند (Hugly *et al.*, 2009) و برای توسعه دانه گرده ضرورت دارد (Mc Conn & Browse, 2006). با توجه به وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین اولئیک اسید و لینولئیک اسید، اروسیک اسید و گلیکوزینولات دانه، با افزایش اسید اولئیک، اسیدهای چرب مذکور کاهش خواهد یافت. رابطه معکوس بین میزان اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک در آفتابگردان (Flagella *et al.*, 2002) و کلزا (مصطفوی‌راد و همکاران، ۱۳۹۰; Abdul & Fayyazul, 2006) گزارش شده است.

FJL330، FJL290 کمترین و ژنوتیپ FJL153 با میانگین ۱۵ میلی گرم بر گرم وزن تازه بیشترین میزان گلوکوزینولات را داشت (جدول ۳). پژوهشگران تنوع ژنتیکی زیادی در بین واریته‌های کلزا از نظر میزان گلوکوزینولات دانه گزارش کرده‌اند (Burton *et al.*, 2004). مصطفوی راد و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش دادند که ژنوتیپ‌های کلزا از نظر عملکرد دانه، ترکیب اسیدهای چرب، محتوی گلوکوزینولات، تفاوت معنی‌داری داشتند (مصطفوی راد و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر میزان گلوکوزینولات دانه نشان داد که در شرایط آبیاری معمول ژنوتیپ‌های FJL330، FJL290 کمترین و ژنوتیپ FJL424 و رقم اکاپی بیشترین میزان گلوکوزینولات را داشتند. در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، رقم اکاپی کمترین و ژنوتیپ FJL153 بیشترین میزان گلوکوزینولات را داشت (شکل ۵).

نتایج تجزیه همبستگی صفات نشان داد که عملکرد دانه با میزان پالمیتیک اسید، لینولئیک

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان استنباط کرد که پاسخ ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی از نظر عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب متفاوت بود. در شرایط آبیاری نرمال ژنوتیپ FJL330 بیشترین عملکرد دانه را داشت، اما همین رقم در شرایط تنش در مرحله گل‌دهی کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد رقم اکاپی ۳۶۴۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. نتایج همچنین

نشان‌دهنده این بود که وقوع تنش علاوه بر کاهش عملکرد دانه، باعث کاهش کیفیت روغن شد. به طوری که تنش باعث افزایش عوامل ضد کیفیتی روغن مثل اروسیک اسید و گلوکوزینولات شد و در عین حال باعث کاهش میزان اسیدهای چرب غیر اشباع مثل لینولنیک اسید و اولئیک اسید شد. در ارتباط با تأثیر سالیسیلیک می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از این محلول باعث کاهش اروسیک اسید شد و در سایر اسیدهای چرب تأثیر قابل توجهی مشاهده نشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد دانه و ترکیب اسیدهای چرب کلزا

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	پالمیتیک اسید	لینولئیک اسید	لینولنیک اسید	اولئیک اسید	اروسیک اسید	میزان گلوکوزینولات دانه
سال	۱	^{ns} ۳۰۰۱۲۶۷/۵۰۷	^{ns} ۴/۵۸۰	^{ns} ۰/۴۹۰	^{ns} ۱۵/۹۴۷	^{ns} ۱۲/۳۶۶	* ۴۰/۲۱۷	^{ns} ۱۳/۹۴۰
خطا	۴	۶۵۸۵۱۴/۴۰۳	۰/۳۸۷	۰/۲۳۵	۱۰/۴۳۰	۱۱/۴۷۵	۵/۲۴۷	۳/۰۵۸
آبیاری	۱	** ۳۶۸۳۴۰۷۶/۸۴۰	** ۷۰/۹۸۱	* ۱۹۹/۵۱۱	** ۴۳۸/۳۵۴	* ۴۳۶/۵۵۹	** ۱۰۰۹۵/۲۲۶	** ۱۳۷۵/۶۸۰
سال × آبیاری	۱	^{ns} ۸۹۴۱۲۷/۸۴۰	^{ns} ۰/۸۵۹	^{ns} ۰/۰۹۷	^{ns} ۱/۸۴۸	^{ns} ۴/۹۵۲	^{ns} ۳۰/۱۵۸	^{ns} ۱۲/۵۲۸
سالیسیلیک اسید	۱	^{ns} ۲۹۹۴۳۴۱/۸۴۰	^{ns} ۰/۲۸۶	^{ns} ۰/۵۸۶	^{ns} ۵/۶۱۳	^{ns} ۳/۵۰۴	^{ns} ۵۷/۶۳۳	^{ns} ۵/۴۱۳
سال × سالیسیلیک اسید	۱	^{ns} ۴۱۵۸۲/۰۰۷	^{ns} ۰/۰۱۸	^{ns} ۰/۰۰۳	^{ns} ۱/۱۷۹	^{ns} ۰/۳۴۱	^{ns} ۰/۰۶۷	^{ns} ۰/۰۳۱
آبیاری × سالیسیلیک اسید	۱	^{ns} ۹۳۶۰/۵۶۳	^{ns} ۰/۰۰۱	^{ns} ۰/۰۸۱	^{ns} ۰/۰۰۰۱	^{ns} ۰/۰۰۰۱	^{ns} ۰/۴۷۸	^{ns} ۰/۱۵۳
سال × آبیاری × سالیسیلیک اسید	۱	^{ns} ۷۲۶۳۳۰/۰۶۲	^{ns} ۰/۰۴۰	^{ns} ۰/۳۳۴	^{ns} ۰/۴۳۰	^{ns} ۰/۴۵۵	^{ns} ۱۹/۸۷۷	^{ns} ۲/۶۰۹
خطا	۱۲	۸۴۲۰۸۹/۲۰۸	۰/۳۵۵	۰/۹۰۷	۴/۰۳۱	۸/۸۱۴	۱۱/۱۱۶	۲/۷۸۵
ژنوتیپ	۵	** ۱۸۳۷۶۹۵/۴۷۵	* ۰/۲۳۶	** ۰/۸۰۵	^{ns} ۱/۳۸۷	^{ns} ۴/۵۴۸	** ۵۸/۱۰۶	** ۸/۶۷۷
سال × ژنوتیپ	۵	* ۹۱۸۳۸/۴۷۵	^{ns} ۰/۱۰۸	^{ns} ۰/۳۴۸	^{ns} ۱/۰۶۹	^{ns} ۰/۸۳۲	** ۳۴/۹۰۲	* ۴/۵۰۸
آبیاری × ژنوتیپ	۵	** ۴۵۴۵۸۳/۷۱۳	** ۰/۵۷۱	* ۲/۱۲۰	^{ns} ۴/۰۱۰	^{ns} ۶/۹۳۱	** ۱۳۳/۸۴۴	** ۱۳/۷۸۹
سال × آبیاری × ژنوتیپ	۵	۴۵۴۵۸۳/۷۱۳ * ۹۲۲۰۴۵/۶۲۴	^{ns} ۰/۱۶۶	* ۰/۴۹۸	^{ns} ۱/۳۴۶	^{ns} ۳/۳۶۱	* ۲۶/۲۵۲	^{ns} ۳/۵۴۸
سالیسیلیک اسید × ژنوتیپ	۵	^{ns} ۱۰۶۰۹۵/۶۵۷	^{ns} ۰/۰۲۳	^{ns} ۰/۰۶۵	^{ns} ۰/۱۳۴	^{ns} ۰/۶۹۴	^{ns} ۲/۰۴۷	^{ns} ۰/۳۲۰
سال × سالیسیلیک اسید × ژنوتیپ	۵	^{ns} ۹۶۶۶۶/۷۲۴	^{ns} ۰/۰۱۶	^{ns} ۰/۰۴۳	^{ns} ۰/۰۹۳	^{ns} ۰/۴۱۴	^{ns} ۱/۵۹۵	^{ns} ۰/۲۴۸
آبیاری × سالیسیلیک اسید × ژنوتیپ	۵	^{ns} ۵۹۱۴۶۶/۸۷۹	^{ns} ۰/۰۴۸	^{ns} ۰/۲۲۹	^{ns} ۱/۲۵۷	^{ns} ۱/۶۰۳	^{ns} ۱۱/۷۹۷	^{ns} ۱/۴۵۹
سال × آبیاری × سالیسیلیک اسید × ژنوتیپ	۵	* ۷۹۷۷۶۳/۸۷۹	^{ns} ۰/۰۵۴	^{ns} ۰/۲۶۸	^{ns} ۱/۲۰۰	^{ns} ۱/۳۳۶	^{ns} ۱۶/۶۱۱	^{ns} ۲/۲۱۵
خطا	۸۰	۳۲۳۸۰۱/۷۲۴	۰/۰۹۵	۲۲۹۰	۱/۸۲۱	۶/۴۷۲	۱۰/۱۲۸	۱/۶۲۲
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸/۹	۵/۹۳	۸/۲۶	۵/۲	۴/۰۰	۱۰/۴۸	۱۰/۶۸

ns، * و ** به ترتیب بیانگر غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر ساده آبیاری، سالیسیلیک اسید و ژنوتیپ بر عملکرد و ترکیب اسیدهای چرب

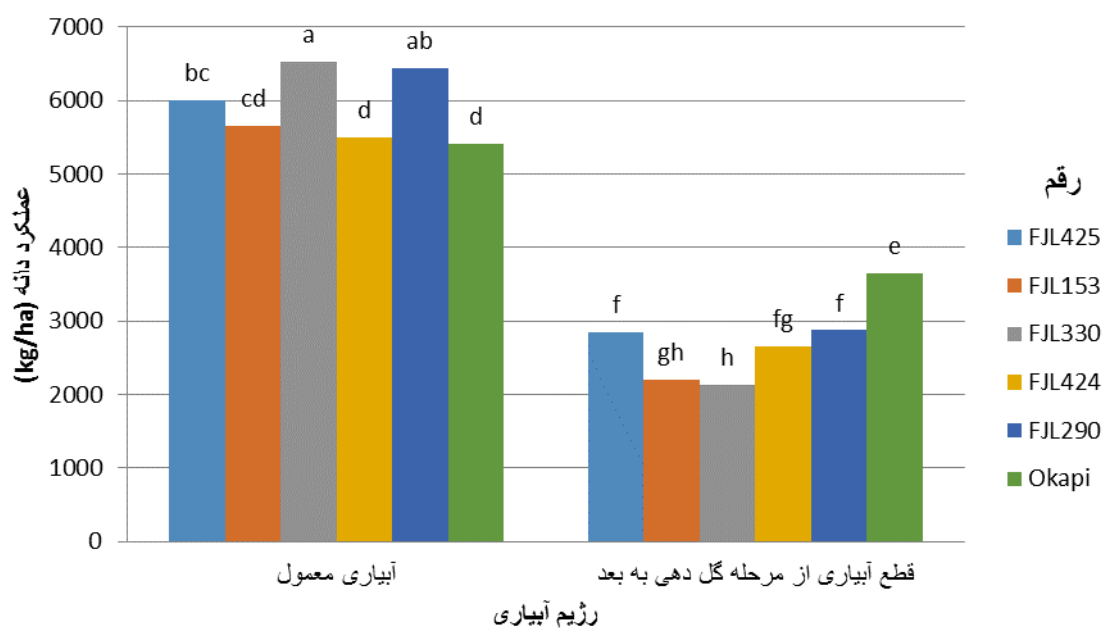
آبیاری		عملکرد دانه		پالمیتیک اسید		لینولئیک اسید		لینولنیک اسید		اولئیک اسید		اروسیک اسید (%)		میزان گلوکوزینولات دانه	
		(kg/ha)		(%)		(%)		(%)		(%)				(mg/g.fw)	
آبیاری معمول		a	۵۹۲۱	a	۵/۸۹	b	۴/۶۲	a	۲۰/۸۵	a	۶۵/۳۹	b	۰/۲۱	b	۸,۸۳
قطع آبیاری از مرحله گل دهی به بعد		b	۲۷۲۳	b	۴/۴۸	a	۶/۹۷	b	۱۷/۶۳	b	۶۱/۹۱	a	۰/۳۸	a	۱۵,۰
سالیسیلیک اسید															
آب خالص		a	۴۱۷۸	a	۵/۱۴	a	۵/۸۶	a	۱۸/۱۹	a	۶۳/۵۰	a	۰/۳۱	a	۱۲,۱۲
سالیسیلیک اسید		a	۴۴۶۶	a	۵/۲۳	a	۵/۷۳	a	۱۹/۳۰	a	۶۳/۸۰	a	۰/۲۹	b	۱۱,۷۳
ژنوتیپ															
FJL425		a	۴۴۲۳	a	۵/۲۹	bc	۵/۶۹	a	۱۹,۲۳	a	۶۴/۰۲	a	۰/۲۹	c	۱۱,۶۶
FJL153		c	۳۹۲۴	b	۵/۰۵	a	۶/۰۵	a	۱۸,۷۷	a	۶۳/۰۰	a	۰/۳۲	a	۱۲,۸۴
FJL330		ab	۴۳۲۷	ab	۵/۱۷	a-c	۵/۸۴	a	۱۹,۲۵	a	۶۳/۷۰	a	۰/۳۰	bc	۱۱,۹۲
FJL424		bc	۴۰۷۶	ab	۵/۱۰	ab	۵/۹۶	a	۱۸,۸۴	a	۶۳/۲۴	a	۰/۳	ab	۱۲,۴۳
FJL290		a	۴۶۵۵	a	۵/۲۹	c	۵/۶۰	a	۱۹,۳۶	a	۶۳/۹۷	a	۰/۲۸	c	۱۱,۳۴
Okapi		a	۴۵۲۸	ab	۵/۲۲	c	۵/۶۴	a	۱۹,۱۹	a	۶۳/۹۸	a	۰/۲۹	c	۱۱,۳۸

سطوح تیماری که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در گروه بندی با آزمون دانکن در سطح ۵٪ در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

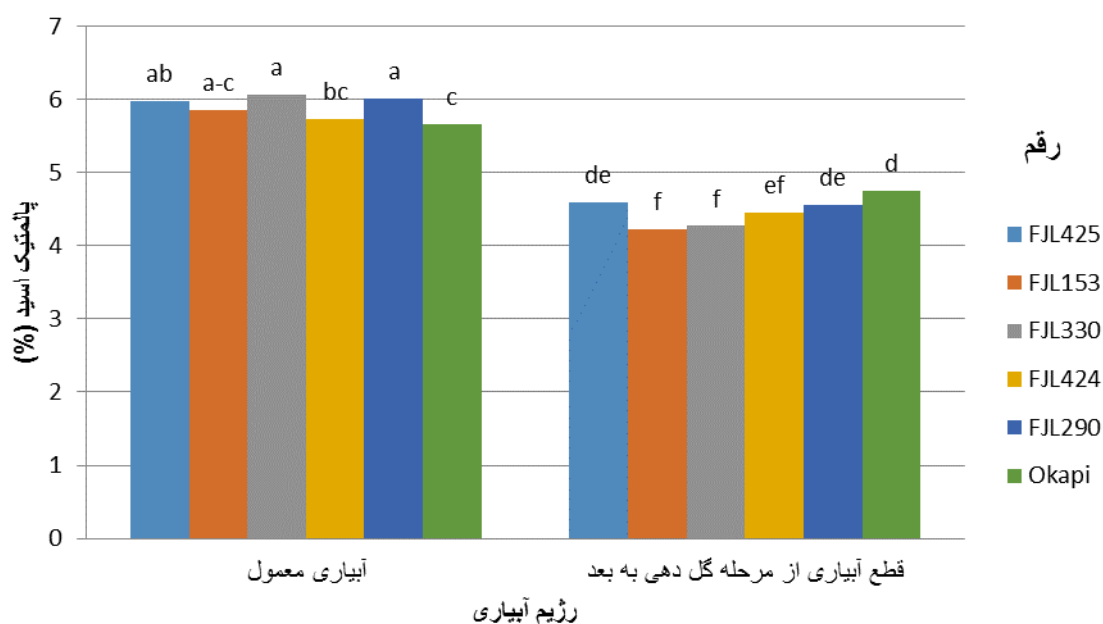
جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مورد آزمون

عملکرد دانه	پالمتیک اسید	لینولئیک اسید	اولئیک اسید	اولئیک اسید	اروسیک اسید	گلوکوزینولات دانه
عملکرد دانه	۱					
پالمتیک اسید	** ۰/۸۸۰	۱				
لینولئیک اسید	** ۰/۹۳۴ -	** ۰/۸۵۳ -	۱			
لینولئیک اسید	** ۰/۸۱۴	** ۰/۸۸۹	** ۰/۷۸۲ -	۱		
اولئیک اسید	** ۰/۶۶۲	** ۰/۶۵۹	** ۰/۵۸۴ -	** ۰/۶۴۶	۱	
اروسیک اسید	** ۰/۹۶۳ -	** ۰/۸۸۳ -	** ۰/۹۲۷	** ۰/۸۰۴ -	** ۰/۶۹۰ -	۱
گلوکوزینولات دانه	** ۰/۹۴۷ -	** ۰/۸۷۱ -	** ۰/۹۴۴	** ۰/۸۰۵ -	** ۰/۶۲۷ -	** ۰/۹۳۴

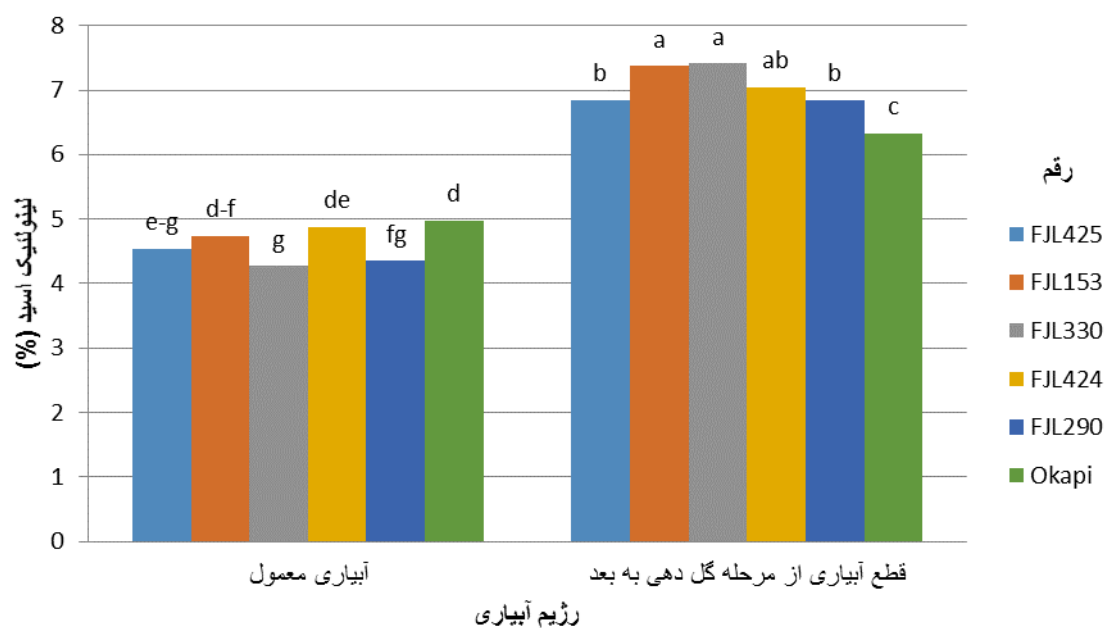
** بیانگر غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱٪ می‌باشد.



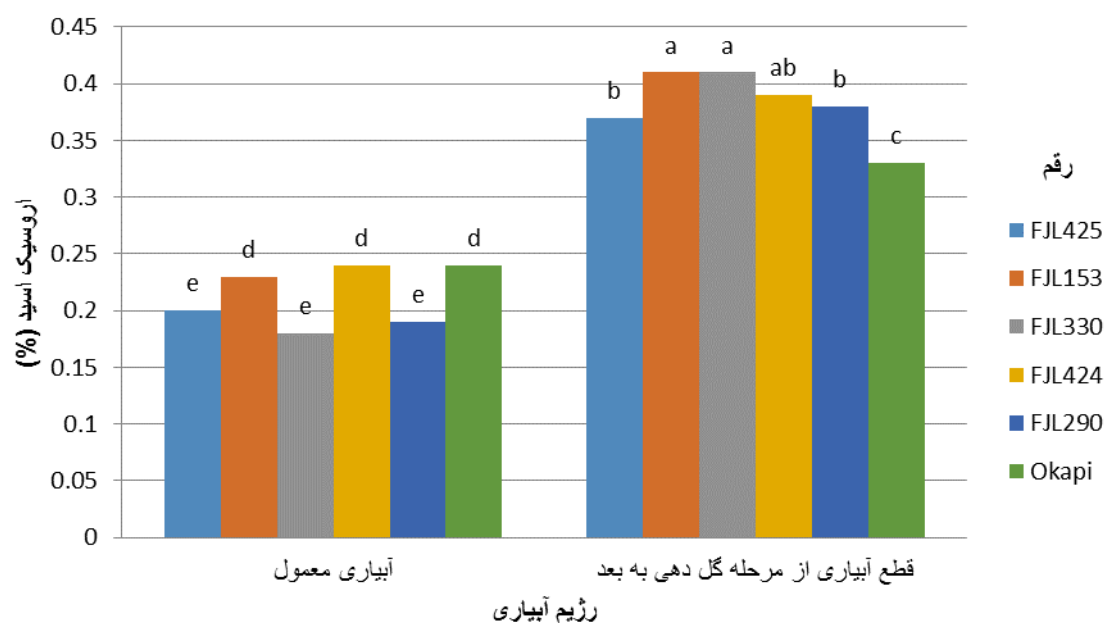
شکل ۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد دانه



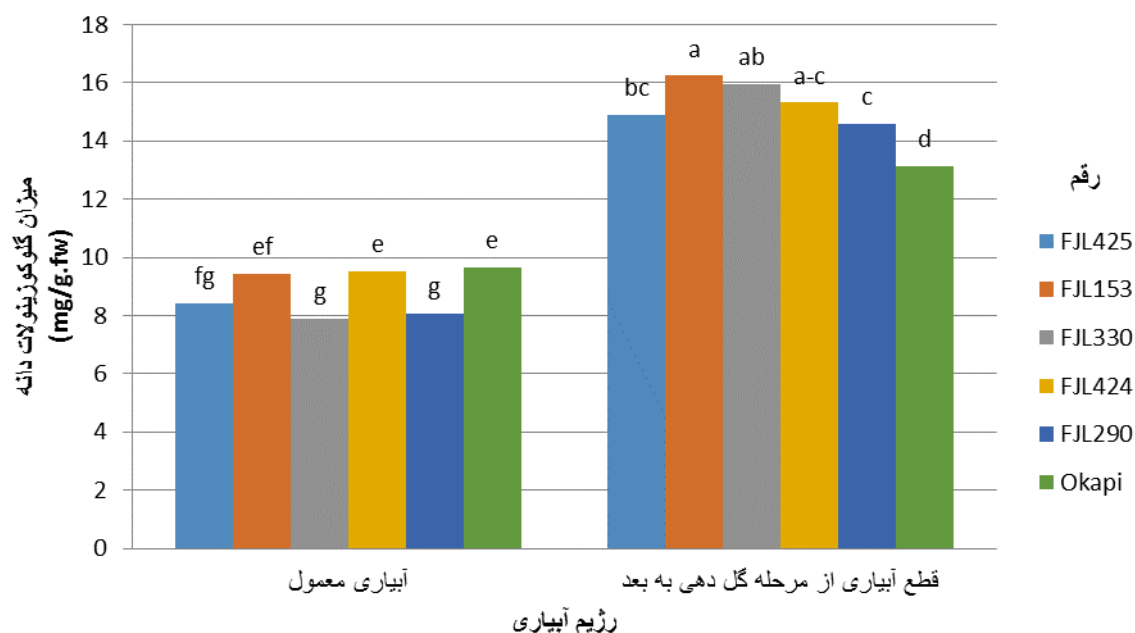
شکل ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر میزان پالمتیک اسید



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر میزان لینولئیک اسید



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر میزان اروسیک اسید



شکل ۵- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر میزان گلوکوزینولات دانه

منابع

گوگرد. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی،

۴ (۱): ۴۳-۶۰.

ناصری، ف. ۱۳۷۰. دانه‌های روغنی. انتشارات

آستان قدس رضوی، ۲۳۲ ص.

Abdul, M. and H. Fayyazul. 2006. Effects of sulphur on fatty acid accumulation in *Brassica* cultivars. Int. J. Agric. Biol, 5: 588-592.

Ahmadi, M. and M.J. Bahrani. 2009. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels .

دستپاک، آ. ۱۳۸۰. تعیین قرابت و بررسی شیمیوتاکسونومی چند رقم کدو (*Cucurbita*)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه. ۱۸۹ ص.

مصطفوی راد، م.، ز. طهماسبی سروسنایی، ع. م. مدرس ثانوی، و ا. قلاوند. ۱۳۹۰.

ارزیابی عملکرد، ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریز مغذی بذر در ژنوتیپ‌های پرمحصول کلزا تحت تأثیر مقادیر مختلف

In: McGregor, D.I. (edn.). Proceedings of 8th International Rapeseed Congress. Canada Saskatoon, 686-694.

Flagella Z., T. Rotunnon, E. Tarantino, R. Di-Caterina, and A. Decaro. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annus* L.) hybrids in relation to sowing date and water regime. *Europ J. Agron*, 17: 3. 221-230.

Habekotte B. 1993. Quantitative analysis of pod formation, seed set and seed filling in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) under field conditions. *Field Crops Res*, 35: 21-33.

Hugly, S., L. Kunt, J. Browse, and C. Somerville. 2009. Enhanced thermal tolerance of photosynthesis and altered chloroplast ultrastructure in a mutant of *Arabidopsis* deficient in lipid desaturation. *Plant Physiol*, 90: 1134-1142.

Kazi, B.R., F.C. Oad, G.H. Jamro, L. Jamil, and A.A. Lakho. 2002. Correlation study between irrigation frequencies and brassica plant character. *Journal of Applied Sciences*, 6: 625-627.

American-Eurasian Journal. Agriculture. & Environment. Science, 5 (6): 755-761.

Ashraf, M. and A. Bashir. 2003. Relationship of photosynthetic capacity at the vegetative stage and during grain development with grain yield of two hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in yield. *Eur. J. Agron*, 19: 277-87.

Bybordi, A. 2012. Effect of ammonium/nitrate ratio on photosynthesis, respiration and some vegetative traits of canola grown under salinity stress. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(1): 467-474.

Burton, W.A., V.L. Ripley, D.A. Potts, and P.A. Salisbury. 2004. Assessment of genetic diversity in selected breeding lines and cultivars of canola quality *Brassica juncea* and their implications for canola breeding. *Euphytica*, 136: 181-192 .

Fieldsend, J.K., F.E. Murray, P.E. Bilsborrow, G.F. Milford, and E.J. Evans. 1991. Glucosinolate accumulation during seed development in winter sown oilseed rape (*B. napus*).

- Roa, M.S. and N.J. Mandham.** 1991. Soil plant-water relations of oilseed rape (*B.napus*, *B.compestris*), Journal. Agriculture. Science.combridge, 117:197-205.
- Shakirova, F.M, R.A. Sakhahutdinova, M.V. Berzukova, R.A. Fatkhutdinova, and D.R. Fatkhutdinova.** 2003. Change in hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Sci, 164: 317.
- Spasibionek, S, J. Krzymański, and I. Bartkowiak-Broda.** 2003. Mutants of *Brassica napus* with changed fatty acid composition. Pp. 221-223. Processing of 11th Internatinal Rapeseed Congress. Kopenhaga, Dania.
- Sulisbury, P., J. Sang, and R. Cawood.** 1987. Genetic and environmental factors influencing glucosinolate content in rapeseed in southern Australia. In: Proceedings of the 7th International rapeseed congress, Poland. The plant breeding and acclimatization institute, Poznan, 516-520.
- Tohidi-M, H.R., A.H. Shirani-Rad, G .Nour-Mohammadi, D. Habibi, S.A.M. Modarres-anavy, M. Mashhadi-Akbar-Boojar, and A. Dolatabadian.** Khan W, Prithiviraj B and Smith D. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Plant Physiol., 160: 485-92.
- Mc Conn, M. and J. Browse.** 2006. The critical requirement for linolenic acid is pollen development, net photosynthesis, in an Arabidopsis mutant. Plant Cell, 8: 403-416.
- Noreen, S. and M. Ashraf.** 2008. Alleviation of adverse effects of salt stress on sunflower (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of salicylic acid: growth and photosynthesis. Pakistan Journal Botany, 40(4): 1657-1663.
- Parry, M.A.J, P.J. Andralojic, S. Khan, P.J. Lea, and A.J. Keys.** 2002. Rubisco activity: effects of drought. Annals of Botany, 89: 833-839.
- Qaderi, M.M, M. Kurepin, V. Leonid, and R. David.** 2006. Growth and physiological responses of canola (*Brassica napus*) to three components of global climate change: temperature, carbon dioxide and Drought. Physiologia plantarum, 4: 710-721.

application. L. Pesq. Agropec. Trop.,
Goiânia, 3: 243-250.

2009. Response of six oil seed rape
genotype to water stress and hydrological



تأثیر کم آبیاری و سطوح مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی رزماري (*Rosmarinus officinalis* L.)

عابد واحدی^۱، داود اکبری نودهی^{۲*}

۱- استادیار و عضو هیات علمی، گروه زراعت، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر، ایران

۲- استادیار و عضو هیات علمی، گروه آبیاری، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر گیاه رزماري آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوکهای کاملاً تصادفی در سه تکرار به صورت گلدانی در سال زراعی ۱۳۹۴ اجرا گردید. سطوح مختلف تنش خشکی در چهار سطح (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۳۵ درصد رطوبت در ظرفیت مزرعه) و نیتروژن در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) بر روی خصوصیات مورفولوژیکی و برخی متابولیت‌های ثانویه گیاه دارویی رزماري اعمال گردید. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی، فنل کل، فلاونوئید، آنتی‌اکسیدانت و درصد سینئول بودند. نتایج نشان داد که تیمارهای تنش خشکی و نیتروژن اثر معنی‌داری بر کلیه صفات مورد بررسی داشت. با افزایش تنش خشکی خصوصیات رشدی و مورفولوژیکی کاهش نشان داد. اما با افزایش تنش خشکی میزان فنل کل، فلاونوئید، آنتی‌اکسیدانت و درصد سینئول افزایش یافت. همچنین با افزایش مقدار کود نیتروژن به میزان ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم، پارامترهای رشدی و مورفولوژیکی رزماري افزایش پیدا کردند. اما بیشترین میزان فنل کل، فلاونوئید، آنتی‌اکسیدانت و درصد سینئول مربوط به استفاده از تیمار ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم نیتروژن در کیلوگرم خاک بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر ارتفاع بوته (۱۰۵/۷۸ سانتی‌متر)، بیشترین تعداد شاخه جانبی (۱۲۷/۷۱) و بیشترین میزان وزن تر (۱۸۵/۳۳ گرم) و وزن خشک اندام هوایی (۷۰/۶۶ گرم) مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و نیتروژن ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بود. بیشترین میزان فنل کل (۰/۶۶۳ میلی گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک)، بیشترین میزان فلاونوئید (۰/۲۲۹ میلی گرم در گرم وزن خشک) و بیشترین میزان آنتی‌اکسیدانت (۳۷/۵۰ درصد مهار رادیکال آزاد) مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۳۵ درصد ظرفیت زراعی و ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم کود نیتروژن بود. همچنین بیشترین میزان سینئول موجود در اسانس رزماري (۲۸/۹۸ درصد) هم مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و نیتروژن ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم بود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، متابولیت‌های ثانویه، خصوصیات مورفولوژیک

* نگارنده مسئول (d.akbarin@qaemiau.ac.ir)

مقدمه

گیاه رزماری (Rosemary) با نام علمی *Rosmarinus officinalis* L.) گیاهی از خانواده نعنائیان (Lamiaceae) بوده و بومی مناطق مدیترانه‌ای می‌باشد. رشد و عملکرد گیاه در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده متعدد محدود می‌گردد. یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محیطی موثر در زندگی گیاهان آب می‌باشد. آب یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که تأثیر عمده‌ای بر رشد و نمو و مواد مؤثره گیاهان دارویی دارد. کمبود آب در جریان تولید گیاهان می‌تواند صدمات سنگینی به رشد و نمو و همچنین بر مواد مؤثره گیاهان دارویی وارد نماید. برای اندازه‌گیری میزان اثر کمبود آب یکی از رایج‌ترین روش‌ها، اندازه‌گیری عملکرد محصول و یا رشد در شرایط خشکی در مقایسه با شاهد می‌باشد (پاک نژاد، ۱۳۸۴). صفی خانی (۱۳۸۵) در تحقیقات خود با اعمال تیمارهای ۴۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بر روی گیاه دارویی بادرشبو

Dracocephalum moldavica) نتیجه

گرفت که تنش خشکی (۴۰٪ ظرفیت زراعی) موجب کاهش ارتفاع، طول و عرض برگ، طول میانگره، عملکرد اندام هوایی و عملکرد اسانس نسبت به تیمارهای دیگر گردید. همچنین نامبرده نتیجه گرفت که تنش خشکی موجب افزایش درصد اسانس نسبت به تیمار بدون تنش گردید. اثر سه رژیم رطوبتی (۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی) بر گیاه آویشن (*Thymus vulgaris*) بررسی و مشاهده شد که بالاترین مقدار (درصد) و عملکرد اسانس در شرایط ۷۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای بدست آمد و بین رژیم‌های رطوبتی ۹۰٪ و ۵۰٪ اختلاف معنی‌داری از این نظر وجودداشت (Letchamo and Marquard, 1993). بر اساس اظهارات احيائی و همکاران (۱۳۸۹) در سه گونه مهم از گیاهان دارویی خارمریم (*Silybum marianum*)، همیشه بهار (*Calendula officinalis*) و سیاه دانه (*Nigella sativa*) در تیمار ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه بیشترین و در تیمار ۲۵٪ ظرفیت مزرعه

کمترین صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده (ماده خشک تولیدی، ارتفاع گیاهان، تعداد برگ، تعداد دانه، وزن دانه در تک بوته، وزن ساقه و وزن بوته) به دست آمد. بابایی و همکاران (۱۳۸۵) اعلام کردند که در گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) تنش خشکی اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشدی، عملکرد اندام رویشی و انباشت پرولین و درصد تیمول دارد. با افزایش تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، وزن خشک و وزن تر اندام رویشی، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه و طول ریشه کاهش نشان داد ولی درصد تیمول و میزان پرولین افزایش یافت. براساس نتایج تحقیق موسوی و همکاران (۱۳۹۱) و با در نظر گرفتن بازده مصرف آب، تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای دستیابی به عملکرد دانه قابل قبول برای گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis*) پیشنهاد گردید. بر مبنای گزارشات اردکانی و همکاران (۱۳۸۶) در گیاه دارویی بادرنجبویه بیشترین عملکرد اندام هوایی خشک در تیمار

بدون تنش بدست آمد و همچنین بیشترین عملکرد اسانس و بالاترین درصد اسانس به ترتیب در تیمارهای ۶۰٪ ظرفیت زراعی و ۲۰٪ ظرفیت زراعی حاصل گردید. لباسچی و شریفی عاشورآبادی (۱۳۸۳) ضمن بررسی سطوح مختلف تنش خشکی (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه‌ای) روی گیاهان اسفرزه (*Plantago psyllium*)، بومادران (*Achillea millefolium*)، مریم گلی (*Salvia officinalis*)، همیشه بهار (*Calendula officinalis*) و بابونه (*Matricaria chamomilla*) گزارش کردند که با تشدید تنش خشکی، وزن اندام‌های هوایی و ارتفاع بوته در تمام گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت. در پژوهش صورت گرفته توسط مددی بناب و همکاران (۱۳۹۱) مشخص شد که در گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.) تیمار شاهد آبیاری بیشترین درصد اسانس را داشت و کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن برای دستیابی به حداکثر درصد اسانس با کاربرد کمترین میزان کود شیمیایی مؤثر است. در

یک تحقیق مزرعه‌ای بر روی مرزه که با استفاده از چهار سطح کودی نیتروژن (۱۰۰، ۵۰، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) مشخص شد که با افزایش میزان نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد تر و خشک گیاه افزایش می‌یابد (Babalar et al., 2010). همچنین با بررسی پنج سطح صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بر عملکرد گیاه شوید مشخص گردید که با افزایش نیتروژن مصرفی از صفر تا ۹۰ کیلوگرم عملکرد اندام هوایی گیاه به حداکثر می‌رسد، ولی ادامه مصرف بالاتر از این حد عملکرد را کاهش می‌دهد (Randhava & Sing, 1991). در آزمایشی اثرات تیمارهای تنش آبی (۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد آب در دسترس) و سطوح کود نیتروژن (۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم سولفات آمونیوم) روی وزن تر و اسانس پونه کوهی بررسی گردید. طبق نتایج حاصل تیمار ۸۰ درصد آب در دسترس خاک و با ۱/۲ گرم نیتروژن در گلدان در افزایش بخش‌های علفی و میزان عملکرد اسانس مؤثر بود. افزایش کود

نیتروژنی موجب افزایش عملکرد رویشی و تولید اسانس پونه کوهی تحت شرایط آبی مناسب (۸۰ درصد رطوبت در دسترس) شد (Said-Al Ahl et al., 2009). در تحقیقات فرهودی و مکی و تفتی زاده (۱۳۹۱) با اعمال سطوح تنش خشکی شامل بدون تنش، تنش متوسط (۷۵٪ ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۵۵٪ ظرفیت زراعی) بر سه رقم بابونه مشخص شد، تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر درصد کامازولن اسانس بابونه داشت. به‌طوری‌که افزایش تنش خشکی باعث افزایش درصد کامازولن در اسانس ارقام بونه گردید. بیشترین درصد کامازولن در تیمار تنش شدید (۵۵٪ ظرفیت مزرعه) مشاهده شد. در گیاهان دارویی تنش خشکی باعث افزایش مواد مؤثره آن‌ها می‌گردد. بررسی اثر تنش خشکی بر گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) مشخص شد، کمبود آب عملکرد اسانس را تغییر داد ولی بر کیفیت و ترکیب‌های اسانس تأثیری نداشت (Singh & Ramesh, 2000). در یک تحقیق روی گیاه درمنه نتیجه

در هکتار و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در گیاه سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) گزارش نمودند اثر متقابل تنش خشکی و کود نیتروژن بر درصد اسانس و میزان تیموکینون دانه دارای تأثیر معنی‌داری می‌باشد. در تحقیق موسوی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی گیاه همیشه بهار افزایش مصرف نیتروژن در شرایط آبیاری مطلوب تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد دانه و بیوماس داشت، در حالی که در تیمار تنش رطوبتی شدید، عملکرد دانه و بیوماس در سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت. این وضعیت احتمالاً ناشی از اختلال در فرآیند جذب نیتروژن توسط گیاه در شرایط تنش رطوبتی شدید می‌باشد.

در آزمایشی اثرات تیمارهای تنش آبی (۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد آب در دسترس) و سطوح کود نیتروژن (۰، ۰/۶، ۰/۹ و ۱/۲ گرم سولفات آمونیوم) روی وزن تر و اسانس پونه کوهی بررسی گردید. طبق نتایج حاصل تیمار ۸۰ درصد آب در دسترس خاک و با ۱/۲ گرم نیتروژن در گلدان در افزایش بخش‌های علفی

گرفتند که با افزایش سطوح کود نیتروژن محتوای اسانس افزایش می‌یابد و بالاترین میزان اسانس از ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمده است (Ozgüven *et.al.*, 2008). زینلی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی اثرات کود نیتروژن (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و زمان برداشت بر روی اسانس و منتول نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.) گزارش کردند که بیشترین درصد اسانس و بالاترین میزان منتول در سطح مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و در زمان ۵۰ درصد گلدهی بدست آمده است. حیدری و جهان تیغی (۱۳۹۱) با بررسی اثرات تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی شاهد (آبیاری کامل)، قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن تا گلدهی قطع آبیاری در مرحله گلدهی تا شروع پر شدن دانه‌ها و قطع آبیاری در مرحله گلدهی تا انتهای پر شدن دانه‌ها و مقادیر مختلف کود نیتروژن (چهار سطح کود نیتروژن از منبع نیتروژن شامل: شاهد (بدون مصرف هیچ نوع کود، ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص

و میزان عملکرد اسانس مؤثر بود. افزایش کود نیتروژنی موجب افزایش عملکرد رویشی و تولید اسانس پونه کوهی تحت شرایط آبی مناسب (۸۰ درصد رطوبت در دسترس) شد (Said-Al Ahl et al., 2009). در این تحقیق نیز تاثیر تنش خشکی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و ترکیبات ثانویه گیاه رزماری مورد بررسی قرار گرفت.

روش تحقیق

این تحقیق در یک سال زراعی ۱۳۹۴ در شهرستان ساری واقع در استان مازندران اجرا گردید. منطقه مورد نظر در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی (شرقی) ۵۳ درجه و ۳ دقیقه و ارتفاع ۲۳ متر پائین‌تر از سطح دریا آزاد قرار دارد. خاک مورد آزمایش دارای بافت شنی لومی می‌باشد. جدول (۱) خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۱ - نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک

عمق cm	بافت	هدایت الکتریکی $EC \times 10^{-3}$	اسیدیته گل اشباع pH	درصد مواد خنثی شونده % C.C.E	درصد ماده آلی % OM
۰-۳۰	SL	۰/۵۲	۷/۲۳	۱۵	۱/۴۱

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۴ سطح تیمار تنش آبی و ۳ سطح تیمار کود نیتروژن از منبع نیتروژن و در ۳ تکرار و مجموعاً در ۳۶ گلدان اجرا گردید. تیمارهای آبی شامل، I₁: آبیاری

براساس ۱۰۰ درصد رطوبت در حد ظرفیت مزرعه (FC)، I₂: آبیاری براساس ۷۵ درصد رطوبت در حد ظرفیت مزرعه (FC)، I₃: آبیاری براساس ۵۰ درصد رطوبت در حد ظرفیت مزرعه (FC)، I₄: آبیاری براساس

۳۵ درصد رطوبت در حد ظرفیت مزرعه (FC) تیمارهای کود ازت (نیتروژن) شامل، N1 : تیمار صفر (بدون استفاده از کود نیتروژن)، N2 : ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم نیتروژن و N3 : ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم نیتروژن در گلدان در سه مرحله به فاصله ۲۱ روز می باشد. ۳۶ گلدان پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ سانتی- متر و ارتفاع ۳۵ سانتی متر تهیه شده و قبل از کاشت مقدار مساوی شن در گلدان ها جهت انجام زهکشی ریخته شد. پس از آماده کردن خاک مورد استفاده در این آزمایش، نهال های ریشه دار شده رزماری در داخل گلدان های پلاستیکی به همراه خاک مورد نظر کاشته شد. نهال های رزماری بلافاصله پس از کاشت در گلدان ها آبیاری شدند تا ضمن حفظ شادابی نهال ها، به راحتی و به طور مناسب در خاک گلدان ها مستقر شوند. سپس گلدان های رزماری به محیطی انتقال داده شد تا بارش مستقیم در آن صورت نگیرد. مراقبت های لازم و آبیاری به طور منظم تا استقرار و پایداری کامل نهال های رزماری در داخل گلدان ها انجام گردید. در نهایت پس از این که نهال های رزماری به طور مناسب و کامل در گلدان ها مستقر شدند و با شرایط جدید سازگاری پیدا کردند تیمارهای مورد نظر برای هر گلدان اعمال شد. تیمارهای تنش آبی بر اساس محاسبه درصد وزنی رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه (FC) اعمال شدند. برای محاسبه ابتدا یکی از گلدان ها به صورت تصادفی انتخاب شده و به طور کامل آبیاری گردید. پس از این که آب ثقیلی از گلدان خارج شد، رطوبت خاک اندازه گیری که این رطوبت معادل رطوبت در ظرفیت مزرعه لحاظ گردید. تیمارهای تنش خشکی بر اساس مقدار رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه محاسبه گردید. به منظور اعمال تیمارهای تنش خشکی گلدان- های رزماری به صورت روزانه به وسیله ترازو توزین شدند. سپس بر اساس کسر رطوبت و کاهش وزن گلدان ها در اثر تیمارهای اعمال شده، گلدان های رزماری آبیاری شدند و در نهایت تنش خشکی به این صورت بر گیاه رزماری اعمال شد. با توجه به این که افزایش رشد گیاه باعث می شود تا در حین قرائت رطوبت افزایش وزن بوته نیز لحاظ شود، لازم

است مقدار رطوبت در ظرفیت مزرعه به صورت هفتگی ثبت شود تا تغییرات وزن گلدان‌ها موقع قرائت و ثبت رطوبت با خطا مواجه نشود. خصوصیات ظاهری و مورفولوژیکی گیاه از قبیل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی اندازه‌گیری گردید. جهت آنالیز و تجزیه و تحلیل اثر تیمارها بر روی ترکیبات و متابولیت‌های ثانویه، نمونه‌برداری از گیاهان رزماری بدین ترتیب انجام گرفت که ابتدا از هر گلدان سرشاخه‌های برگ‌دار رزماری برداشت شده و سپس از این سرشاخه‌ها برگ‌های رزماری جمع‌آوری گردید. ابتدا وزن تر نمونه‌های برگ رزماری برای هر تکرار به وسیله ترازو اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس نمونه‌ها در هوای آزاد و در سایه به دور از نور مستقیم خورشید قرار گرفته تا کاملاً خشک شدند. نمونه ای خشک شده برگ رزماری به میزان یک گرم از هر نمونه برای اندازه‌گیری میزان آنتی اکسیدان، فنول کل و ترکیبات فلاونوئیدی برداشته و همچنین میزان ۵۰ گرم از هر نمونه برای استخراج اسانس از برگ‌های خشک رزماری تهیه گردید. استخراج اسانس رزماری به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر در آزمایشگاه انجام گرفت. برای تعیین غلظت و درصد نسبی ترکیبات موجود در نمونه‌های اسانس رزماری از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) مدل Agilent Technologies 6890 N) استفاده شد. بر این اساس از استاندارد ۸۰۱ - سینئول (1,8-Cineol) استفاده گردید. پس از تعیین غلظت‌های سینئول موجود در نمونه‌های اسانس رزماری، با استاندارد سینئول موجود مقایسه شده و به این ترتیب اثر تیمارهای اعمال شده بر درصد میزان سینئول موجود در نمونه‌های اسانس رزماری مورد آنالیز و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اندازه‌گیری درصد آنتی‌اکسیدان، فنول کل و فلاونوئید موجود در گیاه رزماری از طریق روش Ebrahimzadeh *et al* (2008) و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (Camspec M501) انجام شد. میزان درصد مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH) یا همان اندازه‌گیری میزان آنتی

اکسیدان، از روش پیشنهادی

Ebrahimzadeh et al (2008) استفاده

بررسی اثر متقابل سطوح مختلف رطوبت و

شد.

نیتروژن بر برخی از خصوصیات

پس از جمع‌آوری داده‌ها و نتایج تجزیه و

مورفولوژیکی

تحلیل آن از طریق نرم افزار SAS صورت

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)

گرفت. نتایج تجزیه واریانس با استفاده از آزمون

اثرات متقابل سطوح مختلف رطوبت و نیتروژن

F و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند

بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن تر و

دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام

خشک اندام‌های هوایی تأثیر معنی‌داری در

شد.

سطح احتمال ۵ درصد داشتند.

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی از صفات مورفولوژیکی تحت تأثیر تیمارهای مختلف سطوح رطوبت و نیتروژن

منابع تغییرات	درجه آزادی (DF)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی
بلوک	۲	۱۶/۸۵۵ ^{ns}	۳۲۳/۶۹۴ ^{ns}	۱۲۳/۱۶۲ ^{ns}	۲۳/۸۷۱ ^{ns}
رطوبت	۳	۱۷/۵۷۴*	۲۲۳/۹۲۱*	۱۴۶/۳۲۰*	۵۴/۷۶۵*
نیتروژن	۲	۲۲/۳۲۵*	۱۵۴/۴۲۴*	۱۳۸/۹۸۵*	۲۴/۱۲۴*
رطوبت × نیتروژن	۶	۱۹/۰۹۸*	۱۴۴/۵۲۳*	۱۲۲/۲۹۵*	۷۶/۲۹۱*
خطا	۱۵	۱۴/۶۷۲	۴۵/۶۷۶	۱۱/۶۵۲	۱۲۴/۶۹۲
ضریب تغییرات (%)		۸/۶۵۷	۲/۴۹۲	۷/۶۵۲	۱/۹۵۲

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، ^{ns} عدم وجود اختلاف معنی‌داری

طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)،

وزن تر (۱۲۷/۷۱) و وزن

حداکثر ارتفاع بوته (۱۰۵/۷۸ سانتی‌متر) مربوط

خشک اندام هوایی (۷۰/۶۶ گرم) مربوط به

به اثرات متقابل رطوبت ۱۰۰ درصد ظرفیت

اثرات متقابل رطوبت ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی

زراعی و نیتروژن ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم

و نیتروژن ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود.

بود. همچنین طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها

بررسی سطوح مختلف تنش خشکی در گیاهان

(جدول ۳)، بیشترین تعداد شاخه جانبی

دارویی شوید، گشنیز و رازیانه توسط امیری ده

احمدی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که تنش خشکی از رشد رویشی کاسته می‌شود و سطوح مختلف تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع، تعداد شاخه جانبی و وزن خشک در گیاهان دارویی مورد مطالعه داشت. بیشترین ارتفاع مربوط به تیمار ۱۰۰٪ FC و کمترین میزان ارتفاع مربوط به تیمار ۲۵٪ FC بود. به‌طور کلی در دسترس بودن آب از طریق افزایش میانگره‌ها و تعداد گره‌ها ارتفاع گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد با افزایش شدت تنش خشکی از رشد رویشی کاسته می‌شود و استراتژی گیاه این است که با حداقل رشد رویشی وارد فاز زایشی شود و سریع دوره رشد خود را به اتمام برساند و بنابراین تعداد شاخه‌های جانبی روند کاهشی پیدا می‌کند. لذا به نظر می‌رسد در تیمارهایی که آب کافی دریافت کرده‌اند به دلیل رشد بهتر اندام هوایی و تأمین سطوح فتوسنتزی کارآمد، تولید ماده خشک به نحو مطلوبی صورت گرفته است.

جدول ۳ مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح رطوبت و نیتروژن بر صفات مورفولوژیکی مورد مطالعه

تیمار رطوبتی (در FC)	کود نیتروژن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه جانبی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی
۱۰۰٪	۰	۹۱/۹۶ b	۱۰۵ b	۱۷۱/۶۷ b	۶۵/۶۰ a
۱۰۰٪	۵۰	۹۵/۲۳ b	۱۱۴/۶۶ b	۱۷۶/۸۲ b	۶۷/۷۵ a
۱۰۰٪	۱۰۰	۱۰۵/۷۸ a	۱۲۷/۷۱ a	۱۸۵/۳۳ a	۷۰/۶۶ a
۷۵٪	۰	۷۹/۱۳ c	۸۳ c	۱۶۳/۳۴ b	۶۲/۲۴ b
۷۵٪	۵۰	۸۴/۳۰ b	۸۹/۳۳ b	۱۶۶/۶۸ b	۶۳/۴۴ b
۷۵٪	۱۰۰	۸۹/۱۶ b	۹۷/۶۶ b	۱۶۹/۲۰ b	۶۴/۴۳ b
۵۰٪	۰	۶۹/۳۳ d	۶۳ d	۱۵۴/۳۳ c	۵۵/۳۴ c
۵۰٪	۵۰	۷۴/۰۳ c	۷۳ c	۱۵۵/۹۶ c	۵۷/۲۶ c
۵۰٪	۱۰۰	۷۵/۴۰ c	۷۶/۳۳ c	۱۵۸/۰۷ c	۵۸/۹۵ c
۳۵٪	۰	۵۹/۱۳ e	۴۵ e	۱۴۷/۷۸ d	۵۰/۰۵ d
۳۵٪	۵۰	۶۳/۲۰ d	۵۷ d	۱۵۱/۰۵ c	۵۳/۵۵ c
۳۵٪	۱۰۰	۶۴/۲۳ d	۵۹ d	۱۵۳/۳۰ c	۵۴/۲۰ c

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

بر اساس تحقیقات انجام گرفته توسط زارع و همکاران (۱۳۹۲) در اثر کاربرد کود نیتروژن شامل مشخص شد که مقادیر مختلف نیتروژن اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی و عملکرد وزن خشک گیاه دارد. به طوری که با افزایش مقدار نیتروژن تمامی صفات مذکور افزایش یافتند.

با توجه به این‌که نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارد و از طرفی مهم‌ترین عنصر در سنتز پروتئین‌ها می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش پروتئین‌ها، گیاه به توسعه سطح برگ، تعداد شاخه فرعی و قطر ساقه می‌پردازد که افزایش این صفات افزایش مواد فتوسنتزی را به دنبال دارد (رحمانی و همکاران، ۱۳۸۷). با کاربرد کود نیتروژنه ارتفاع بوته افزایش می‌یابد که دلیل این امر را به افزایش طول میانگره و افزایش شاخ و برگ در گیاه ارتباط می‌دهند (Moghaddam et al., 1997). از آنجایی که نیتروژن نقش موثری در نمو یاخسته‌های جدید دارد، باعث

صفی خانی(۱۳۸۵) در تحقیقات خود با اعمال تیمارهای بر روی گیاه دارویی بادرشبو نتیجه گرفت که تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع، طول، عرض برگ، طول میانگره، عملکرد اندام هوایی و عملکرد اسانس گردید.

بابایی و همکاران (۱۳۸۹) با اعمال سطوح مختلف تنش خشکی بر گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) اعلام کردند که تنش خشکی اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشدی و عملکرد اندام رویشی دارد. با افزایش تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، وزن خشک و وزن تر اندام رویشی، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه و طول ریشه کاهش نشان داد.

بررسی تأثیر خشکی بر گیاه دارویی مریم گلی نشان داد تنش خشکی روی ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی اثر معنی‌داری داشت. به طوری که این تأثیر در تنش شدید بیشتر مطرح شد. در این تحقیق افزایش تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع، کاهش سطح برگ و کاهش وزن خشک اندام هوایی گیاه گردید (Bettaieb et al., 2009).

افزایش رشد رویشی، ارتفاع گیاه و تعداد شاخساره‌های فرعی در گیاه می‌شود (Meawad et al., 1984). نقش نیتروژن در افزایش ماده خشک و افزایش طول دوره رشد می‌باشد. نیتروژن با افزایش تقسیم و افزایش تورژسانس سلول‌های مریستمی سبب افزایش رشد رویشی و شاخه‌دهی در گیاهان می‌شود (حق پرست تنها، ۱۳۷۱). همچنین زمانی که مقدار کافی نیتروژن در خاک موجود باشد، میزان فتوسنتز افزایش می‌یابد و موجب می‌شود گیاه رشد سریعی داشته و بیوماس قابل توجهی تولید نماید. کمبود نیتروژن مانع ساخته شدن پارانشیم و اسکلرانشیم شده و در نتیجه گیاه خاصیت ارتجاعی خود را از دست داده و در اثر کاهش این خاصیت، طول رگبرگ‌ها و قطر برگ‌ها افزایش یافته و بر تعداد روزنه‌ها افزوده می‌شود و در نهایت ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (حق پرست تنها، ۱۳۷۱).

دلیل دیگر تأثیر کودها بر افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که با مصرف کود، گیاهان آسان‌تر به عناصر غذایی دسترسی داشته و بهتر استقرار می‌یابند. بنابراین نیازی ندارند که حجم ریشه را افزایش دهند، در نتیجه انرژی زیادتری بر ای توسعه بخش‌های هوایی صرف می‌کنند.

اثر سطوح مختلف رطوبت و نیتروژن بر

برخی از متابولیت‌های ثانویه رزماری

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۴)، تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر متغیر-های اندازه‌گیری شده داشت، به طوری که تأثیر سطوح مختلف رطوبت و نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر میزان فنل، فلاونوئید، آنتی اکسیدان و مقدار سینئول موجود در اسانس رزماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

جدول ۴- تجزیه واریانس برخی از متابولیت‌های ثانویه تحت تأثیر تیمارهای مختلف سطوح رطوبت و نیتروژن

منابع تغییرات	درجه آزادی (DF)	فنل کل	فلاونوئید کل	آنتی اکسیدانت کل	سینئول
بلوک	۲	۰/۲۳۴ ^{ns}	۰/۰۷۳ ^{ns}	۵۴/۰۲۱ ^{ns}	۲۳/۰۶۶۴ ^{ns}
رطوبت	۳	۰/۴۳۲*	۰/۰۹۶**	۵۹/۱۳۵*	۳۴/۱۹۵*
نیتروژن	۲	۰/۵۴۳*	۰/۰۷۷**	۳۹/۷۹۸*	۲۹/۷۳۸*
رطوبت×نیتروژن	۶	۰/۱۸۸*	۰/۰۹۳*	۵۸/۳۹۸*	۲۸/۳۵۵*
خطا	۱۵	۱۸/۸۷۶	۶/۳۶۹	۶۵/۸۷۲	۱۳۴/۳۸۷
ضریب تغییرات (%)		۱۱/۵۴۸	۸/۲۲۴	۵/۶۰۳	۷/۶۲۳

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، ^{ns} عدم وجود اختلاف معنی‌داری

طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵)، بیش‌ترین میزان فنل کل (۰/۶۶۳ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک)، میزان فلاونوئید کل (۰/۲۲۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) و آنتی اکسیدانت (۳۷/۵۰ درصد مهار رادیکال آزاد) مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۳۵ درصد و نیتروژن ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. همچنین طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵)، بیشترین میزان سینئول موجود در اسانس رزماری (۲۸/۹۸ درصد) مربوط به اثرات متقابل رطوبت ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و نیتروژن ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در اثرات متقابل رطوبت و نیتروژن بین دو تیمار ۵۰ درصد و ۳۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده نشد. در تحقیق ستایش مهر و گنجعلی (۱۳۹۲) نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که مقدار ترکیبات فنلی موجود در بخش هوایی و ریشه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند. به طور کلی با افزایش تنش خشکی، ترکیبات فنلی بخش هوایی و ریشه افزایش یافت. از جمله مکانیسم‌های آنتی اکسیدانی گیاهان تحت تنش خشکی، افزایش سطوح ترکیبات فنلی است، چرا که این گونه ترکیبات به عنوان پالاینده‌های گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن عمل

کرده و در نتیجه سبب ثبات غشاهای سلولی و تجمع ترکیبات فنلی است. ترکیبات فنلی به مانع از پراکسیداسیون لیپیدها می شود (Chang *et al.*, 2002). یکی از مکانیسم‌های دفاع غیرآنزیمی برای مقابله با تنش اکسیداتیو القاء شده توسط خشکی در گیاهان، اکسیداتیو القاء شده توسط خشکی در گیاهان، (Schaller & Kieber, 2002).

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح رطوبت و نیتروژن بر متابولیت‌های ثانویه مورد مطالعه

سینئول	آنتی اکسیدانت	فلاونوئید	فنل کل	کود نیتروژن (گرم)	تیمار رطوبتی (درصد FC)
۱۴/۷۷ e	۱۶/۸۷ f	۰/۰۵۷ f	۰/۳۰۷ f	۰	۱۰۰٪
۱۷/۸۵ d	۲۱/۲۲ e	۰/۰۷۹ e	۰/۳۷۹ e	۵۰	۱۰۰٪
۱۷/۴۳ d	۲۰/۳۴ e	۰/۰۷۵ e	۰/۳۷۱ e	۱۰۰	۱۰۰٪
۲۰/۳۳ c	۲۲/۰۵ e	۰/۰۸۶ e	۰/۳۹۳ e	۰	۷۵٪
۲۳/۷۵ b	۲۶/۶۳ d	۰/۱۱۷ d	۰/۴۴۵ d	۵۰	۷۵٪
۲۳/۲۶ b	۲۶/۰۷ d	۰/۱۱۲ d	۰/۴۳۶ d	۱۰۰	۷۵٪
۲۴/۸۰ b	۳۰/۴۳ c	۰/۱۵۸ c	۰/۵۰۹ c	۰	۵۰٪
۲۸/۹۸ a	۳۳/۵۴ b	۰/۲۱۴ a	۰/۵۷۸ b	۵۰	۵۰٪
۲۷/۹۴ a	۳۳/۰۶ b	۰/۱۹۲ b	۰/۵۷۲ b	۱۰۰	۵۰٪
۲۴/۵۲ b	۳۴/۲۱ b	۰/۱۹۸ b	۰/۵۸۸ b	۰	۳۵٪
۲۷/۶۲ a	۳۷/۵۰ a	۰/۲۲۹ a	۰/۶۶۳ a	۵۰	۳۵٪
۲۷/۰۹ a	۳۶/۸۱ a	۰/۲۲۲ a	۰/۶۴۶ a	۱۰۰	۳۵٪

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

طبق آزمایشات قربانلی و همکاران (۱۳۹۰) آنتوسیانین، مشتقات سیناپوئیل، بتاکاروتن و لیکوپن و غیره برای ممانعت و جلوگیری از خسارات ناشی از رادیکال‌های آزاد در گیاه تجمع می‌یابند و برای بقاء گیاه در شرایط خشکی مفید هستند. در ارتباط با تنش‌های زیستی و غیر زیستی بر میزان ترکیبات فنلی بنابرین ترکیبات آنتی اکسیدان همانند *usitatissimum* با افزایش تنش خشکی افزایش یافت و این افزایش معنی‌دار بود. در گیاه دارویی کتان (*Linum*) ترکیب‌های فنلی و پرولین

شیرین (*Artemisia annua* L.)، دریافتند که درصد اسانس با افزایش نیتروژن افزایش داشته است. نتایج تحقیقات انجام گرفته توسط عده‌ای از محققین نشان داد که افزایش کاربرد میزان کود نیتروژنی باعث افزایش میزان اسانس و ترکیبات مؤثره اسانس در بابونه می‌شود (Letchamo & Marquard, 1993) که نتایج محققان دیگر از جمله (Meawad et al., 1984) نیز با این مطالعات مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

تمامی فرآیندهای مهم مانند تغذیه، فتوسنتز، باز و بسته شدن روزنه‌ها و رشد و نمو تحت تأثیر آب قرار می‌گیرند. گیاهان در محیط دائماً در تنش به سر می‌برند و برای سازگاری با این شرایط، تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در ساختار و ترکیب‌ها و فرآیندهای شیمیایی ایجاد می‌کنند تا با این تنش‌ها مقابله نمایند. شناخت و مهارت در روابط آبی گیاه و تحمل تنش خشکی اصلی‌ترین برنامه در کشاورزی و توانایی مقاومت در برابر این گونه تنش‌ها دارای اهمیت اقتصادی فراوانی است. نتایج این

مشخص شده، گونه‌های فعال اکسیژن ناشی از تنش‌های زیستی و غیرزیستی به عنوان مولکول‌های انتقال سیگنال عمل کرده و باعث افزایش ترکیبات فنلی می‌گردد (Janas et al., 2009). میزان ترکیبات فنلی مانند آنتوسیانین و مشتقات سیناپوئیل در گیاهانی که در شرایط تنش اکسیداتیو رشد می‌کنند، افزایش یافته و باعث محافظت از گیاهان در برابر گونه‌های فعال اکسیژن می‌گردند (Tsai et al., 2002). افزایش سطوح ترکیبات آنتی اکسیدانی از قبیل آنتوسیانین و مشتقات سیناپوئیل در پاسخ به تنش اکسیداتیو ناشی از عوامل محیطی مختلف در گونه‌های چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) (Tsai et al., 2002)، توت فرنگی، تمشک و شاه توت (Wang & Lin, 2000) و کلم قرمز (Posmyk et al., 2007) بیان گردیده است. اثر مثبت مقدار و تقسیم کود نیتروژن بر عملکرد دانه و محتوای ماده مؤثره در گیاه دارویی رازیانه گزارش شد (Jain, 1990). پیوندی و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر روی گیاه درمنه

تحقیق نشان داد که رزماری مانند بیشتر گیاهان عکس العمل فیزیولوژیک و مورفولوژیک به تنش نشان می‌دهد. به طوری که با افزایش تنش از بیوماس رزماری کاسته شد ولی میزان فنل کل، فلاونوئید، آنتی اکسیدانت و درصد سینئول موجود در آن افزایش یافت که نوعی سازگاری گیاه به شرایط تنش محسوب می‌شود و روی میزان مواد مؤثره تأثیر می‌گذارد و شاید بتوان در شرایط مدیریتی در مقطعی از رشد گیاه از این راهبرد برای افزایش مواد مؤثره استفاده کرد. در بین عناصر غذایی، نیتروژن یکی از مهمترین و حیاتی ترین عناصر پرمصرف برای گیاهان به شمار می‌رود که کمبود آن اختلالات زیادی را در رشد و نمو گیاهان وارد می‌کند. در اکثر گیاهان دارویی، نیاز به نیتروژن بلافاصله بعد از جوانه‌زنی شروع و تا مرحله زایشی به طول می‌انجامد. نیتروژن با تأثیری که بر رشد رویشی و زایشی گیاهان دارویی دارد، باعث تغییراتی در عملکرد و کمیت و کیفیت مواد مؤثره آنها می‌شود. همچنان که در این تحقیق استفاده از کود

نیتروژنه از منبع نیتروژن در مقایسه با تیمار بدون مصرف کود نیتروژن باعث افزایش کلیه صفات مورد بررسی گردید. در پژوهش حاضر اثر تیمارهای توأم تنش خشکی و کود نیتروژن بر برخی از صفات گیاه دارویی رزماری یا اکلیل کوهی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف تنش خشکی و کود ازت (نیتروژن) اثر معنی داری بر پارامترهای اندازه‌گیری شده در این آزمایش داشت. به طوری که حداکثر ارتفاع بوته، بیشترین تعداد شاخه جانبی و بیشترین وزن تر و وزن خشک اندام هوایی رزماری مربوط به تیمار رطوبتی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (بدون تنش) و کمترین میزان هم مربوط به تیمار تنش ۳۵ درصد ظرفیت زراعی بود. در حالی که بیشترین میزان فنل کل، فلاونوئید و آنتی اکسیدانت (درصد مهار رادیکال آزاد) در تیمار تنش ۳۵ درصد ظرفیت زراعی و کمترین میزان در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده گردید و بالاترین درصد سینئول اسانس رزماری هم مربوط به تیمار تنش ۵۰ درصد

Nigella officinalis و سیاه دانه
(*sativa*) در شرایط گلخانه. اولین همایش
ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. ص
۱۹۴.

اردکانی، م.ر.، ب. عباس زاده، ا. شریفی
عاشورآبادی، م.ح. لباسچی، و ف. پاک-
نژاد. ۱۳۸۶. بررسی اثر کمبود آب بر کمیت و
کیفیت گیاه بادرنجبویه. فصلنامه علمی-
پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر
ایران، ۲۳ (۲): ۲۶۱-۲۵۱.

امیری ده احمدی، س.ر.، پ. رضوانی
مقدم، و ح. احیایی. ۱۳۹۱. تأثیر تنش
خشکی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و
عملکرد سه گیاه دارویی شوید (*Anethum*
graveolens)، گشنیز (*Coriandrum*
sativum)، رازیانه (*Foeniculum*
vulgare) در شرایط گلخانه. نشریه پژوهش-
های زراعی ایران، ۱۰ (۱): ۱۲۴-۱۱۶.

بابایی، ک.، م. امینی دهقی، س.ع. مدرس
ثانوی، و ر. جباری. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی
بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد

ظرفیت زراعی بود که از این لحاظ با تیمار ۳۵
درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری
نداشت و پایین‌ترین درصد سینئول نیز مربوط
به تیمار بدون تنش (۱۰۰ درصد ظرفیت
زراعی) بود. همچنین در بین تیمارهای کود
ازت بیشترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و
وزن تر و خشک اندام هوایی رزماری مربوط به
تیمار ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم و کمترین
میزان هم مربوط به تیمار صفر (بدون استفاده
از کود نیتروژن) بود. علاوه بر آن بیش‌ترین
میزان فنل کل، فلاونوئید و آنتی اکسیدانت
(درصد مهار رادیکال آزاد) و بالاترین درصد
سینئول در تیمار ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم و
کم‌ترین میزان نیز در تیمار صفر (بدون استفاده
از کود نیتروژن) مشاهده شد.

منابع

احیایی، ح.، پ. رضوانی مقدم، و س.
امیری ده احمدی. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تنش
خشکی بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی سه
گیاه دارویی خارمریم (*Silybum*
marianum)، همیشه بهار (*Calendula*)

- تیموکینون گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella*).
(*sativa* L.) مجله تنش‌های محیطی در علوم
زراعی، ۵ (۱): ۴۰-۳۳.
- رحمانی، ن.، ع.ر. ولدآبادی، ج. دانشیان، و
م. بیگدلی. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف
خشکی و نیتروژن بر عملکرد روغن در گیاه
دارویی همیشه بهار (*Calendula*).
(*officinalis* L.) فصلنامه علمی پژوهشی
تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴:
۱۰۸-۱۰۱.
- زارع، ش.، ع. سیروس مهر، ا. قنبری، و
س.ج. طباطبایی. ۱۳۹۲. تغییرات اسانس و
برخی ویژگی‌های کمی گیاه مرزه
(*Satureja hortensis* L.) تحت تأثیر
مقادیر مختلف کود نیتروژن و کمپوست زباله
شهری. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۱
(۱): ۱۹۹-۱۹۱.
- زینلی، ح.، ح. حسینی، و م.ح. شیرزادی.
۱۳۹۱. بررسی اثرات کود نیتروژن و زمان
برداشت بر روی صفات زراعی، اسانس و منتول
- تیمول در آویشن (*Thymus vulgaris*).
(L.) فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات
گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶ (۲): ۲۵۱-
۲۳۹.
- پاک نژاد، ف. ۱۳۸۴. بررسی اثر تنش خشکی
بر شاخص‌های فیزیولوژیکی عملکرد و اجزای
عملکرد سه رقم گندم. پایان نامه دکتری
زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و
تحقیقات. ۲۰۸ ص.
- پیوندی، م.، ا. رفعتی، و م. میرزا. ۱۳۸۸.
تأثیر ازت و فسفر بر رشد و میزان اسانس
(*Artemisia annua* L.). تحقیقات گیاهان
دارویی و معطر ایران، (۱) ۲۵: ۸۴-۷۵.
- حق پرست تنها، م. ۱۳۷۱. تغذیه و
متابولیسم گیاهان (ترجمه). انتشارات دانشگاه
آزاد اسلامی رشت. ص ۱۹۴.
- حیدری، م. و ح. جهان تیغ. ۱۳۹۱. تأثیر
تنش خشکی و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد
و اجزای عملکرد دانه، درصد اسانس و میزان

- نوع فلفلی (*Mentha piperita* L.)
 ماهنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۰ (۳): ۴۹۵-۴۸۶.
- ستایش مهر، ز. و ع. گنجعلی. ۱۳۹۲.
 بررسی اثرات تنش خشکی بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.)
 نشریه علوم باغبانی، جلد ۲۷، شماره ۱، صفحه ۳۵-۲۷.
- صفی خانی، ف. ۱۳۸۵. بررسی جنبه‌های فیزیولوژیک مقاومت به خشکی در گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.)
 پایان نامه دکتری، دانشگاه شهید چمران، مجتمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی رامین. ۱۹۶ ص.
- فرهودی، ر. و م. مکی زاده تفتی. ۱۳۹۱.
 ارزیاب تأثیر تنش خشکی بر رشد و نمو، عملکرد، میزان اسانس و درصد کامازولن سه رقم بابونه (*Matricaria recutita*) در شرایط خوزستان. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۰ (۴): ۷۴۱-۷۳۵.
- قربانلی، م.، غ. غبخشی خانیکی، و ا. ذاکری. ۱۳۹۰. بررسی اثر تنش خشکی بر ترکیب‌های آنتی اکسیدان در گیاه دارویی کتان (*Linum usitatissimum* L.)
 فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷ (۴): ۶۸۵-۶۴۷.
- لباسچی، م.ح. و ا. شریفی عاشورآبادی. ۱۳۸۳. شاخص‌های رشد برخی گونه‌های گیاهان دارویی در شرایط مختلف تنش خشکی. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۰ (۳): ۲۶۱-۲۴۹.
- مددی بناب، س.، س. زهتاب سلماسی، و ک. قاسمی گل‌عدانی. ۱۳۹۱. تأثیر آبیاری و کود نیتروژنی بر خصوصیات مورفولوژیک، درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.)
 دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۲ (۲): ۱۰۰-۹۱.
- موسوی، س.غ.، م. ثقه الاسلامی، و ا. انصاری نیا، و ح. جوادی. ۱۳۹۱. تأثیر تنش

Jafari. 2008. Antioxidant and free radical scavenging activity of Feijoa sallowiana fruits peel and leaves. Pharmacologyonline, 1: 7-14.

Jain, P.M. 1990. Effect of split application of nitrogen on fennel. Indian J. Agron, 35: 111-121.

Janas, K.M., R. Amarowicz, J.Z. Tomaszewska, A. Kosiska, and M.M. Posmyk. 2009. Induction of phenolic compounds in two dark-grown lentil cultivars with different tolerance to copper ions. Acta Physiol. Plant, 31: 587- 595.

Letchamo, W, and R. Marquard. 1993. The pattern of active substances accumulation in chamomile geotypes under different growing condition and harvesting frequencies. Acta Horticulturae, 331: 357-367.

Meawad, A.A., A.E. Awad, and A. Afify. 1984. The combined effect of N-fertilization and growth regulators on chamomile plants. Acta Horticulture, 502: 203-208.

Moghaddam, M., B. Ehdaie, and J.D.G. Waines. 1997. Genetic variation

کم آبی و کود نیتروژن بر عملکرد و بازده مصرف آب در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۳): ۵۰۸-۴۹۳.

Babalar, M., H. Mumivand, J. Hadian, and S. M. Fakhr Tabatabaei. 2010. Effects of nitrogen and calcium carbonate on growth, rosmarinic acid content and yield of *Satureja hortensis* L. Journal of Agricultural Science, 2 (3):92-98.

Bettaieb, I., N. Zakhama, W. Aidi Wannes, M.F. Kchouk, and B. Marzouk. 2009. Water deficit effects on (*Salvia officinalis*) fatty acids and essential oils composition. Scientia Horticulturae, 120: 271-275.

Chang, W.C., S.C. Kim, S.S. Hwang, B.K. Choi, and S.K. Kim. 2002. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. Plant Science, 163: 1161- 1168.

Ebrahimzadeh, M.A., S.J. Hosseinimehr, A. Hamidinia, and M.

- Schaller, G.E. and Keiber, J.J.** 2002. Ethylene. In *The Arabidopsis Book* (Somerville, C.R. and Meyerowitz, E.M., eds). Rockville, MD: American Society of Plant Biologists, doi/10.1199/tab.0071, <http://www.aspb.org/publications/arabidopsis/>, pp. 1–20.
- Singh, M. and S. Ramesh.** 2000. Effect of irrigation and nitrogen on herbage, oil yield and water use efficiency in rosemary grown under semi-arid conditions. *Journal of Medicinal Aromatic Plant Science*, 22: 659-662.
- Tsai, P.J., J. McInstosh, P. Pearce, B. Camden, and B.R. Jordan.** 2002. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Food Res. Int.* 35: 351-356.
- Wang, S. Y. and H.S. Lin.** 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *J. Agric. Food Chem.* 48: 140-146.
- and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran. *Euphytica*, 95: 361-369.
- Ozgüven, M, K. Muzeaffer, B. Şener, I. Orhan, N. Şeşeroğlu, M. Kartal, and Z. Kaya,** 2008. Effects of varying nitrogen doses on yield, yield ponents and artemisinin content of *Artemissia annua* L. *Industrial Crops and Products*, 27: 60-64.
- Posmyk, M. M., R. Kontek, and K. M. Janas.** 2007. Effect of anthocyanin-rich red cabbage extract on cytological injury induced by copper stress in plant and animal tissues. *Environ. Prot. Nat. Sour*, 33: 50- 56.
- Randhava, G.S. and Sing A,** 1991. Effect of sowing time and harvesting stage on oil content, herbage and oil yield of dill (*Anethum graveolens*). *Indian Perfumer*, 35: 204-208.
- Said-Al Ahl H.A.H., E.A. Omer and N.Y. Naguib.** 2009. Effect of water stress and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano. *International Agrophysics*, 23: 269-275.



ارزیابی تناسب اراضی استان خراسان رضوی برای کشت سیاه دانه (*Nigella sativa* L.) به روش ترکیبی تحلیل عاملی پارامتریک

امیر دوستداری^۱، علی افتخاری^۲، علی باقرزاد چهارجویی^{۳*}، سید امیر عباس موسوی^۲، مرتضی مبلغی^۲

۱- دانشجوی دکتری، گروه آگروتکنولوژی، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

۲- استادیار، گروه کشاورزی، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

۳- دانشیار، گروه کشاورزی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶

چکیده

شناسایی بهترین مناطق با هدف فعالیت مولد کشاورزی در کنار حفاظت کامل منابع آب و خاک و از سوی دیگر حفظ سلامت محصولات تولیدی و تامین اقتصادی تولید کنندگان صورت می گیرد و اهمیت دارد. این مطالعه با هدف ارزیابی تناسب زمین برای کشت گیاه دارویی سیاهدانه در ۱۸۹۲۲۰ نقطه در استان خراسان رضوی در شمال شرق ایران در سال ۱۴۰۳ انجام شد. در این مطالعه، از روش تحلیل عاملی (FA) با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) به عنوان یک روش آماری چندمتغیره برای ارزیابی تناسب زمین برای کشت سیاهدانه در منطقه مورد مطالعه استفاده شد. برای این منظور، ۱۷ فاکتور خاک و اقلیم منطقه استخراج شده پردازش شدند که منجر به پنج عامل شد که بیش از ۷۸٪ از واریانس کل را توضیح می‌دهند. نتایج مطالعه نشان داد که پنج عامل اصلی بیش از ۷۸٪ از واریانس کل را با مقادیر ویژه بزرگتر از ۱ توضیح می‌دهند. واریانس توضیح داده شده این عوامل پس از چرخش واریماکس به ترتیب از ۲۶/۰۲۱٪ برای عامل اول تا ۷/۱۱۱٪ برای عامل پنجم متغیر بود. همچنین، هر عامل بارگیری‌های متفاوت برای هر یک از متغیرها نشان داده شده است. نقشه تناسب اراضی استان نشان داد که ۰/۹۶٪ (۱۱۲۷/۹۵ کیلومتر مربع) در بخش‌هایی از شمال استان برای کشت گیاه سیاه دانه کاملاً مناسب، ۹۲/۴۳٪ (۱۰۸۸۵۱/۱۰ کیلومتر مربع) شامل بخش‌های عمده ای از شمال، مرکز و بخش‌هایی از جنوب استان تناسب متوسط و ۶/۶۱٪ (۷۷۸۹/۹۵ کیلومتر مربع) در بخش غربی مرکز و جنوب استان برای تولید سیاه دانه نامناسب می باشد. مهم‌ترین عوامل محدودکننده برای کشت سیاه دانه در استان خراسان رضوی، اجزای اقلیمی و کربن آلی خاک بودند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی تناسب زمین، تحلیل مولفه های اصلی، روش تحلیل عاملی پارامتریک، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سیاهدانه

مقدمه

روش‌های ارزیابی زمین به طور فزاینده‌ای بر استفاده از روش‌های کمی برای بهبود تفسیر کیفی مطالعات منابع زمین متمرکز شده‌اند. عامل کلیدی در ارزیابی تناسب زمین، تطابق ویژگی‌های زمین با نیازهای انواع کاربری‌های مورد انتظار است. ارزیابی زمین نتیجه تعامل پیچیده فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و زیست‌اقلیمی است و مدل‌های ارزیابی به اندازه کافی قابل اعتماد هستند تا رفتار زمین را به طور دقیق پیش‌بینی کنند (Held et al., 2003; Ball, & De la Rosa, 2006). ارزیابی زمین (FAO, 1976) به عنوان "فرآیند ارزیابی عملکرد زمین هنگامی که برای اهداف خاصی استفاده می‌شود" تعریف شده است. سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) در سال ۱۹۷۶ اولین چارچوب مشترک برای ارزیابی زمین را بر اساس عوامل بیوفیزیکی و ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی یک منطقه توسعه داد. با این حال، این رویکرد

قبل از توسعه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) که امکان استفاده از تکنیک‌های محاسباتی برای ارزیابی و نقشه‌برداری از تناسب خاک را فراهم کرد، برای مناطق بزرگ دشوار بود. با توجه به کاهش مداوم زمین‌های قابل کشت، شناسایی بهترین مناطق برای کشاورزی پایدار (کشاورزی مولد و سودآور که از محیط زیست محافظت می‌کند و از نظر اجتماعی عادلانه است) بسیار مهم است. این نیاز منجر به توسعه سناریوهای تناسب زمین برای کشاورزی شده است (Abdelkader & Delali 2012).

تکنیک‌های ارزیابی تناسب اراضی به عنوان بخش‌های جدایی‌ناپذیر در تولیدات کشاورزی اهمیت پیدا کرده است (Olivas et al., 2007). این تکنیکها همچنین در انتخاب زیستگاه مورد استفاده مفید قرار می‌گیرد (Manton et al. 2005). در دنیای مدرن امروز این تکنیکها در برنامه‌ریزی محیطی‌های (Oleszczuk, 2007) اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده‌اند. ارزیابی تناسب زمین شامل مدلی

روشن‌شناسی تناسب زمین بر اساس دستورالعمل‌های FAO بیشتر جنبه‌های اقلیم، نیازهای خاک و توپوگرافی (شامل ویژگی‌های فیزیکی خاک، حاصلخیزی خاک و ویژگی‌های شیمیایی، شوری و قلیایی بودن خاک، توپوگرافی، خطر فرسایش و رطوبت) را برای هر فرآیند پوشش می‌دهد (Sys et al. 1993; Sys et al. 1991). همچنین تحلیل عاملی به طور گسترده‌ای در مطالعات منطقه‌بندی اقلیمی کشاورزی بر اساس پارامترهای هواشناسی خاص اندازه‌گیری شده در شبکه‌ای از ایستگاه‌ها یا نقاط شبکه‌ای در یک دوره طولانی استفاده شده است (Bartzokas & Metaxas, 1995). تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) اولین بار توسط (Steiner, 1965) در ایالات متحده برای طبقه‌بندی اقلیمی استفاده شد. (McBoyle, 1973) از این تکنیک برای به دست آوردن مناطق اقلیمی استرالیا استفاده کرد. (Russell & Moore, 1976) از این رویکرد در مطالعات خود در مورد اقلیم آفریقای جنوبی و استرالیا استفاده کردند. در

است که به هر کیفیت و ویژگی خاک امتیاز می‌دهد. کیفیت خاک یک ویژگی پیچیده از زمین است که بر تناسب آن برای یک نوع خاص از استفاده تأثیر می‌گذارد. این ویژگی‌های شامل هر ویژگی قابل اندازه‌گیری زمین است که اختصاص به یک واحد زمینی دارد. ارزیابی تناسب زمین، درجه تناسب زمین را برای یک نوع کاربری انتخابی بررسی می‌کند (Sys et al. 1991) و یک روش کلی یا برآوردی از بهره‌وری بالقوه زمین ارائه می‌دهد (Rossiter, 1996). Bagherzadeh (2021) ارزیابی کیفی تناسب زمین برای کشت درختان اش و صنوبر در دشت مشهد در شمال شرق ایران را انجام دادند. منصوری Daneshvar et al (2013) مناطق تناسب هواشناسی کشاورزی را در خراسان رضوی در شمال شرق ایران بررسی کردند. برای این منظور، طبقه‌بندی تناسب خاک با استفاده از روش ترکیبی تحلیل عاملی پارامتریک انجام شد. تناسب زمین فرآیند پیش‌بینی استفاده بالقوه از زمین بر اساس ویژگی‌های آن است.

سال‌های اخیر، این نوع طبقه‌بندی به موازات رشد انقلاب کمی در جغرافیا گسترش یافته است (Murray, 1999 ; Yussouf et al., 2004). اساس روش‌شناسی حاضر در ارزیابی کیفی کیفیت‌ها/ویژگی‌های زمین در مقایسه با نیازهای هر محصول خاص برای یافتن کلاس تناسب زمین برای همان محصول نهفته است (FAO, 1976). این روش‌شناسی شامل دو مرحله اصلی است: مرحله اول شناسایی واحدهای زمینی با شرایط توپوگرافی و خاکی مشابه است، مرحله دوم تطابق ویژگی‌های واحدهای زمینی با نیازهای محصول از جمله فرآیند تطابق سنتی است، همان‌طور که در سیستم ارزیابی کیفی زمین (FAO, ۱۹۷۶، ۱۹۸۳، ۱۹۸۵) توضیح داده شده است. این روش برای مقایسه اقلیم، ویژگی‌های توپوگرافی زمین، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، شوری و قلیایی بودن برای هر نیاز خاص محصول توسعه یافته توسط (Sys et al. 1991) استفاده می‌شود.

استفاده از گیاهان دارویی در ایران سابقه طولانی دارد. شناسایی و تعیین ویژگی‌های اکولوژیکی این گیاهان یک نیاز برای بهره‌برداری پایدار و اقتصادی از استعدادها موجود در زمینه منابع طبیعی است. گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) مخصوص نواحی معتدل و سرد بوده و در مناطق گرمسیر به ندرت یافت می‌شود. موطن اصلی آن جنوب اروپا و آسیای غربی بوده است و از قدیم این گیاه را در این مناطق می‌کاشته‌اند و به سادگی با محیط جدید خو می‌گیرد. به کمبود آهن و خاکهای ضعیف حساس است و به سرعت زرد می‌شود. گیاه به شوری و گرما مقاومت ندارد. بیشترین سرعت جوانه زنی در ۲۱ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. حداقل و حداکثر بارش سالانه برای کشت دیم به ترتیب ۴۳۰ و ۱۵۳۰ میلی‌متر و بارش بهینه، ۷۹۱ میلی‌متر بیان شده. حداقل، حداکثر و دمای مطلوب برای رشد گیاه به ترتیب ۷/۸، ۲۱ و ۱۳ درجه سانتی‌گراد عنوان گردیده است. دامنه تحمل سیاه دانه به

اسیدیته خاک، نسبتاً وسیع است و از ۸/۲ تا ۶/۹ گزارش شده ولی pH مطلوب ۶/۵ بیان شده. همچنین تحمل به شوری سیاهدانه، در مرحله گیاهچه، بیش از مرحله جوانه زنی است.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعه

استان خراسان رضوی به مرکزیت مشهد شامل شهرستانهای مشهد، قوچان (به استثنای شهرستان فاروج)، درگز، چناران، سرخس، فریمان، تربت جام، تایباد، تربت حیدریه، فردوس (به استثنای بخش سرایان)، قائن، خواف و رشتخوار، کاشمر، بردسکن، نیشابور، سبزوار، گناباد، کلات و خلیل آباد و بخش‌های تابعه است. این استان در قلمرو رویشی ایران و توران قرار دارد. بر این اساس هم اکنون استان خراسان رضوی با وسعتی حدود ۱۱۷۷۶۹ کیلومترمربع معادل هفت درصد مساحت کل کشور و متشکل از ۲۸ شهرستان، ۷۰ بخش، ۷۲ شهر و ۱۶۴ دهستان میباشد. این استان بین مدار جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴۲ درجه عرض

شمالی از خط استوا و ۵۶ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. بلندترین نقطه استان قله بینالود در ارتفاع ۳۶۱۵ متری و پست‌ترین نقطه در دشت سرخ با ارتفاع ۲۹۹ متر از سطح دریاهای آزاد واقع شده و دو رشته کوه هزارمسجد در شمال و بینالود در جنوب استان قرار دارند. از نظر بارندگی و رطوبت دارای بارندگی نسبی و متوسط می باشد. وضعیت کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی به شرح ذیل است :

مساحت کل استان: ۱۱۷۷۰۶۵۹ هکتار (۷ درصد مساحت کل کشور)

مساحت عرصه های منابع طبیعی: ۸۱۵۶۲۶۲ هکتار (۶۹/۵٪ مساحت استان)

شامل: مرتع: ۶۵۶۶۰۲۹ هکتار (۸۰ درصد)

بیابان: ۶۲۷۸۳۵ هکتار (۷/۲۲ درصد)

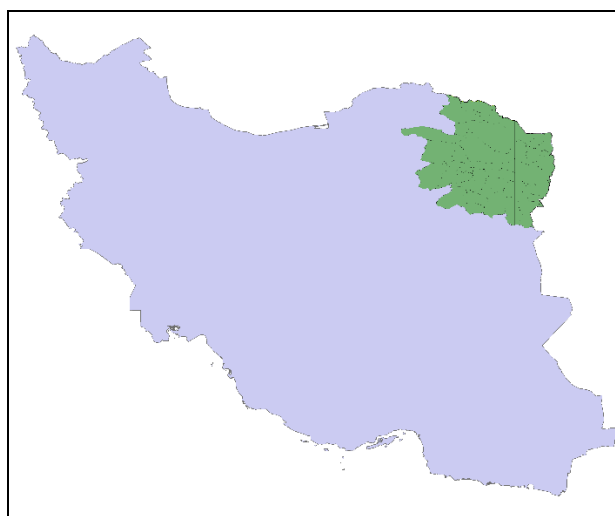
جنگل: ۹۹۶۱۵۶ هکتار (۸/۶ درصد)

رویشگاههای محصولات فرعی مرتعی :

۲۶۶۲۶۵ هکتار (۴ درصد کل مراتع استان)

استان خراسان رضوی دارای تنوع آب و هوایی است که خود باعث بروز شرایط اقلیمی متنوع

و به تبع آن جوامع گیاهی گوناگونی را ایجاد نموده است. تعداد گونه های گیاهی شناسایی شده در خراسان رضوی حدود ۲۰۰۰ گونه بوده که از این تعداد حدود ۲۵۰ گونه دارای ارزشهای مختلف داروئی، صنعتی و خوراکی می باشد. (شکل ۱)



شکل ۱ - موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

کاربرد تحلیل عاملی

بسیاری از عوامل اقلیمی و شیمیایی-فیزیکی خاک ممکن است بر ارزیابی تناسب زمین تأثیر بگذارند. در عمل، عوامل اصلی و نماینده معمولاً برای ساده‌سازی و کاهش اطلاعات همه عوامل اعمال می‌شوند (اویانگ، ۲۰۰۵). استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره شامل

تحلیل عاملی (FA) متغیرها را به چند عامل کاهش می‌دهد. تحلیل عاملی به عنوان یک روش قوی برای ترسیم عوامل اصلی تأثیرگذار بر داده‌های مشاهده‌شده درک می‌شود. دلیل اصلی انجام تحلیل عاملی، کاهش داده‌ها برای تعیین تعداد و ماهیت متغیرهای مستقل خطی (عوامل) است که می‌توانند وابستگی

متقابل متغیرهای اولیه را به طور دقیق بیان کنند. تحلیل عاملی به عنوان یک اصطلاح کلی شامل تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) یا تحلیل‌های تابع متعامد تجربی (Bukantis, 2002) است که از نظر عملکردی بسیار مشابه هستند و برای همان هدف کاهش داده‌ها استفاده می‌شوند (Gorsuch, 1983; Loehlin, 1998). تحلیل عاملی در یک دنباله با مراحل اصلی زیر انجام شد:

(۱) انتخاب و هماهنگی متغیرها پس از اهداف

تناسب زمین،

(۲) محاسبه ماتریس همبستگی بین متغیرها،

و

(۳) استخراج و چرخش عوامل با روش

واریماکس،

(۴) تفسیر ماتریس عامل چرخش یافته برای به

دست آوردن مقادیر بارگیری.

داده‌های مطالعه

در این مطالعه دو گروه داده های اقلیم و خاک مربوط به استان خراسان رضوی از دو سایت رسمی و معتبر بین المللی NOAA و

SoilGrids استخراج گردیده است. وضوح مکانی داده ها ۳۰ ثانیه (کمتر از یک کیلومتر مربع) می باشد. این مجموعه شامل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و اقلیم در ۱۸۹۲۲۰ نقطه تا عمق ۶۰ سانتی‌متر خاک یا یک لایه سنگ بستر است. مقادیر توپوگرافی شامل ارتفاع، شیب و جهت از DEM 30 متری منطقه مطالعه برآورد شد و تمامی داده ها در محیط ArcGIS (نسخه 10.8) پردازش شده اند.

تحلیل داده‌ها

مقادیر ویژگی‌های اقلیمی، خاک و توپوگرافی منطقه شامل میانگین درجه حرارت طی دوره رویش، میانگین درجه حرارت طی دوره گلدهی، جمع بارش طی دوره گلدهی، جمع بارش سالانه، شیب، زهکشی خاک، ارتفاع، عمق خاک، درصد سنگریزه سطحی خاک، بافت خاک، pH، CaCO₃، CEC، BS، کربن آلی (OC)، EC و ESP بودند. مرحله بعدی ارزیابی زمین مقایسه کیفیت‌ها/ویژگی‌های زمین با نیازهای سیاه

دانه و طبقه‌بندی تناسب زمین برای این گونه بود (جدول ۱).

جدول ۱ - توصیف آماری داده اقلیم و خاک استان خراسان رضوی

ضرب چولگی	ضرب تغییرات	دامنه تغییرات	میانه	میانگین	حداکثر	حداقل	
					۶۱/۲۸۴	۵۶/۳۶۴	X
					۳۷/۸۶۵	۳۳/۶۰۹	Y
-۰/۵۲۲	۰/۳۰۸	۱۴/۰۳۴	۱۰/۴۵۷	۱۰/۲۳۳	۱۵/۵۰۲	۱/۴۶۸	میانگین دما در مرحله جوانه زنی (مارس)
-۰/۴۶۹	۰/۱۵۶	۱۴/۷۱۰	۲۱/۶۳۸	۲۱/۳۹۸	۲۶/۹۲۲	۱۲/۲۱۲	میانگین دما در مرحله گلدهی (آوریل تا ژوئن)
۰/۰۸۳	۰/۲۱۹	۳۷/۲۵۱	۴۸/۰۵۱	۴۹/۴۱۹	۶۷/۷۳۷	۳۰/۴۸۶	کل بارندگی در مرحله گلدهی (آوریل تا ژوئن)
۰/۰۰۹	۰/۱۳۷	۸۹/۹۹۹	۱۸۷/۲۹۱	۱۸۶/۴۱۳	۲۳۰/۷۳۴	۱۴۰/۷۳۵	بارش سالانه
۲/۴۶۹	۱/۲۳۲	۳۶/۱۷۲	۱/۵۱۱	۲/۸۴۴	۳۶/۱۷۳	۰/۰۰۱	شیب زمین
					۶	۰	زهکشی خاک
۰/۷۲۲	۰/۳۵۱	۳۰۰۷/۶۵۷	۱۱۷۳/۱۰۰	۱۲۴۲/۰۸۲	۳۲۴۲/۱۲۰	۲۳۴/۴۶۳	ارتفاع از سطح دریا
-۳/۸۱۵	۰/۰۵۵	۱۱۲/۰۰۰	۲۰۰/۰۰۰	۱۹۶/۱۶۲	۲۰۰/۰۰۰	۸۸/۰۰۰	عمق خاک
۰/۱۰۰	۰/۴۳۸	۴۳/۰۰۰	۱۶/۰۰۰	۱۵/۸۶۵	۴۳/۰۰۰	۰/۰۰۰	درصد سنگریزه سطحی خاک
					۷	۳	بافت خاک
-۲/۶۹۰	۰/۰۱۸	۱/۷۰۰	۷/۹۰۰	۷/۹۰۷	۸/۲۰۰	۶/۵۰۰	اسیدیته خاک (pH)
۲/۲۳۱	۱/۳۸۸	۳۰/۵۰۰	۱/۹۵۰	۵/۹۷۰	۳۰/۵۰۰	۰/۰۰۰	درصد آهک خاک (CaCO_3)
۱/۴۸۴	۰/۲۴۹	۵۴/۰۰۰	۲۰/۰۰۰	۲۰/۳۷۴	۶۳/۰۰۰	۹/۰۰۰	ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CECapp)
-۱/۴۵۲	۰/۲۶۳	۱۰۰/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۸۶/۷۳۲	۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	درجه اشباع بازی خاک (BS)
۳/۶۲۸	۰/۸۷۹	۸/۷۰۰	۰/۴۰۰	۰/۵۲۴	۸/۷۰۰	۰/۰۰۰	درصد کربن آلی خاک (OC)
۱/۶۳۳	۱/۵۸۱	۱۰/۳۵۰	۰/۶۰۰	۲/۳۲۲	۱۰/۳۵۰	۰/۰۰۰	هدایت الکتریکی خاک (ECe)
۱/۶۹۹	۱/۵۰۹	۴۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	۹/۶۹۶	۴۲/۰۰۰	۰/۰۰۰	درصد سدیم تبادلی (ESP)

رویکرد پارامتریک در ارزیابی تناسب زمین

در این مطالعه، ابتدا نیازهای خاک و اقلیم برای

گیاه دارویی سیاه دانه بر اساس تطابق و فراوانی

در زیستگاه‌های طبیعی تعیین شد (جدول ۲).

جدول ۲ - نیازهای خاک و اقلیم گیاه دارویی سیاه دانه

N (Not Suitable)	S۳ (Marginally Suitable)	S۲ (Moderately Suitable)	S۱ (Highly Suitable)	Unit	Land Characteristics <i>Nigella sativa L./</i>
>۵	۵-۲	۲-۰	<۰	°C	میانگین دما در مرحله جوانه زنی (مارس)
>۱۵	۱۲-۱۵	۱۰-۱۲	۱۰-۵	°C	میانگین دما در مرحله گلدهی (آوریل تا ژوئن)
>۳۰	۲۵-۳۰	۲۰-۲۵	۱۶-۲۰	°C	کل بارندگی در مرحله گلدهی (آوریل تا ژوئن)
<۳	۳-۵	۱۰-۵	۱۵-۱۰	mm	بارش سالانه
<۱۰۰	۱۰۰-۱۵۰	۱۵۰-۲۵۰	۲۵۰-۳۵۰	mm	شیب زمین
>۴۰	۲۰-۴۰	۱۲-۲۰	۱۲-۰	%	زهکشی خاک
Very Poor	Poorly drained	Moderately drained	Well drained	-	میانگین دما در مرحله جوانه زنی (اسفند)
< ۶۰۰ or > ۱۸۰۰	۸۰۰-۶۰۰	۱۰۰۰-۸۰۰	۱۰۰۰-۱۸۰۰	m	ارتفاع از سطح دریا
<۱۰	۲۰-۱۰	۳۰-۲۰	>۳۰	cm	عمق خاک
>۵۰	۲۵-۵۰	۱۰-۲۵	۱۰-۰	%	درصد سنگریزه سطحی خاک
Sand	Clay, Silty Clay	Clay Loam, Silty Loam	Loam, Sandy Loam	-	بافت خاک
<۵/۵ >۸/۵	۸-۷/۵/۰	۵/۶-۸/۵	۶/۷-۵/۵	-	اسیدیته خاک (pH)
>۲۰	۱۰-۲۰	۱۰-۵	۵-۰	%	درصد آهک خاک (۳CaCO)
<۱۲	۱۲-۱۶	۱۶-۲۰	>۲۰	Cmol/kg	ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CECapp)
<۲۰	۲۰-۲۵	۲۵-۳۰	>۳۰	%	درجه اشباع بازی خاک (BS)
<۰/۸	۱/۵-۰/۸	۲/۵-۱/۵	>۲/۵	Cmol/kg	درصد کربن آلی خاک (OC)
<۰/۵	۱-۰/۵	۱/۵-۱	>۱/۵	%	هدایت الکتریکی خاک (ECe)
>۲	۲-۱	۱-۰/۵	۰/۵-۰	dS/m	درصد سدیم تبادلی (ESP)
>۲۰	۱۵-۲۰	۱۰-۱۵	۱۰-۰	%	اسیدیته خاک (pH)

متمایز می‌کند. رویکرد پارامتریک شاخص و کلاس تناسب زمین را بر اساس نرخ محدودیت نیازهای اقلیم و کیفیت‌ها/ویژگی‌های زمین برای گونه‌های مورد مطالعه در محدوده ۰ تا ۱۰۰ تعیین می‌کند (جدول ۳).

برای رویکرد پارامتریک، از روش ارزیابی زمین (FAO, 1976) استفاده شد که شرایط اقلیمی و ویژگی‌های زمین مانند توپوگرافی، رطوبت، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، شوری و قلیایی بودن خاک را برای هر گونه

جدول ۳ - درجه بندی و شدت محدودیت شاخص ها در مدل پارامتریک

ردیف	شدت محدودیت	درجه محدودیت
۱	بدون محدودیت	۱۰۰-۹۵
۲	محدودیت کم	۹۵-۸۵
۳	محدودیت متوسط	۸۵-۶۰
۴	محدودیت شدید	۶۰-۴۰
۵	محدودیت خیلی شدید (قابل اصلاح)	۴۰-۲۵
۶	محدودیت خیلی شدید (غیر قابل اصلاح)	۲۵-۰

(y) را دریافت می‌کند که در بازه [c, d] قرار

می‌گیرد که مقادیر آستانه پایین و بالا برای آن

کلاس محدودیت تعریف شده است. توصیف

آماري نتایج محاسبات پارامتریک محدودیت‌های

فاکتورهای مورد مطالعه و همچنین نتایج

تناسب اراضی بر اساس این مدل برای کشت

سیاه دانه در استان خراسان رضوی به شرح

جدول ۴ می‌باشد.

مقدار محدودیت برای هر عامل محدودکننده با

استفاده از معادله درونیایی خطی زیر محاسبه

می‌شود:

$$y = a + \frac{(b-a)(x-c)}{(d-c)}$$

که در آن، اگر مقدار مشاهده‌شده هر

کیفیت/ویژگی زمین (x) در بازه [a, b] در هر

کلاس محدودیت قرار گیرد، نرخ محدودیت

جدول ۴ - توصیف آماری نتایج محاسبات محدودیتها و تناسب اراضی کشت سیاهدانه در استان خراسان رضوی براساس رویکرد پارامتریک

حدافل	حداکثر	میانگین	میانه	دامنه تغییرات	ضریب تغییرات	ضریب چولگی	
۸۸/۹۲۷	۹۸/۹۵۱	۹۲/۶۹۱	۹۲/۵۳۱	۱۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۵۲۲	میانگین دما در مرحله جوانه زنی (مارس)
۰/۴۴۶	۹۹/۲۰۵	۳۳/۹۷۸	۳۰/۶۳۸	۹۸/۷۵۹	۰/۶۷۷	۰/۹۶۳	میانگین دما در مرحله گلدهی (آوریل تا ژوئن)
۱۲/۱۹۴	۲۷/۰۹۵	۱۹/۷۶۸	۱۹/۲۲۰	۱۴/۹۰۰	۰/۲۱۹	۰/۰۸۳	کل بارندگی در مرحله گلدهی (آوریل تا ژوئن)
۲۸/۱۴۷	۴۱/۰۴۲	۳۶/۳۸۹	۳۷/۴۵۸	۱۲/۸۹۵	۰/۱۱۱	-۰/۴۱۵	بارش سالانه
۱/۲۰۲	۳۲/۵۴۱	۱۴/۷۸۵	۱۴/۸۰۲	۳۱/۳۳۹	۰/۴۹۰	۰/۵۰۹	شاخص اقلیم
۱/۹۲۴	۴۵/۹۵۷	۲۳/۲۷۸	۲۳/۶۸۴	۴۴/۰۳۴	۰/۴۶۴	۰/۲۵۸	نرخ شاخص اقلیم
۵۱/۲۶۰	۹۹/۹۹۹	۹۶/۷۲۹	۹۸/۳۲۱	۴۸/۷۳۹	۰/۰۴۶	-۳/۵۳۰	شیب زمین
۱۰/۰۰۰	۹۷/۰۰۰	۷۲/۳۴۴	۷۲/۵۰۰	۸۷/۰۰۰	۰/۱۰۷	-۵/۴۷۲	زهکشی خاک
۰/۴۲۰	۹۷/۶۵۵	۸۴/۲۸۹	۸۸/۲۶۹	۹۷/۲۳۵	۰/۱۳۷	-۲/۳۱۹	ارتفاع از سطح دریا
۸۸/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۹۹/۵۸۹	۱۰۰/۰۰۰	۱۲/۰۰۰	۰/۰۱۲	-۳/۸۱۵	عمق خاک
۵۲/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۸۳/۳۱۶	۸۳/۷۵۰	۴۸/۰۰۰	۰/۰۹۵	-۰/۳۱۲	درصد سنگریزه سطحی خاک
۵۰/۰۰۰	۹۵/۰۰۰	۸۶/۱۱۸	۹۵/۰۰۰	۴۵/۰۰۰	۰/۲۰۸	-۱/۵۲۱	بافت خاک
۴۰/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۶۲/۶۳۲	۶۳/۱۲۵	۶۰/۰۰۰	۰/۰۸۲	۱/۴۷۴	اسیدیته خاک (pH)
۳۴/۷۵۰	۱۰۰/۰۰۰	۸۲/۵۷۳	۹۴/۱۵۰	۶۵/۲۵۰	۰/۲۴۰	-۱/۳۱۴	درصد آهک خاک (CaCO_3)
۳۰/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۷۱/۰۳۶	۷۲/۵۰۰	۷۰/۰۰۰	۰/۱۷۳	-۰/۵۰۳	ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CECapp)
۱/۷۲۲	۱۰۰/۰۰۰	۹۶/۰۵۳	۱۰۰/۰۰۰	۹۸/۲۷۸	۰/۱۱۸	-۶/۷۸۹	درجه اشباع بازی خاک (BS)
۲۱/۱۷۶	۱۰۰/۰۰۰	۳۴/۵۱۳	۳۰/۵۸۸	۷۸/۸۲۴	۰/۳۶۷	۲/۴۷۰	درصد کربن آلی خاک (OC)
۴/۷۲۷	۹۵/۳۴۵	۷۶/۳۸۷	۹۲/۲۴۱	۹۰/۶۱۸	۰/۴۲۷	-۱/۶۷۴	هدایت الکتریکی خاک (ECe)
۲۸/۸۰۰	۹۸/۷۶۱	۸۳/۳۸۶	۹۶/۰۰۹	۶۹/۹۶۱	۰/۲۹۵	-۱/۷۲۷	درصد سدیم تبادلی (ESP)
۱۷/۳۷۴	۶۹/۰۶۷	۴۶/۸۱۱	۵۰/۵۷۰	۵۱/۶۹۳	۰/۲۵۸	-۰/۹۲۱	شاخص تناسب اراضی پارامتریک

نتایج و بحث

Component Analysis) و تحلیل عاملی

آماده سازی داده ها

مشترک اشاره نمود. انتخاب هر یک از این

در تحلیل عاملی مدل های مختلفی وجود

دارد که از پرکاربردترین آن ها می توان به

روش تحلیل مؤلفه های اصلی (Principal

مدل ها به هدف محقق بستگی دارد. مدل

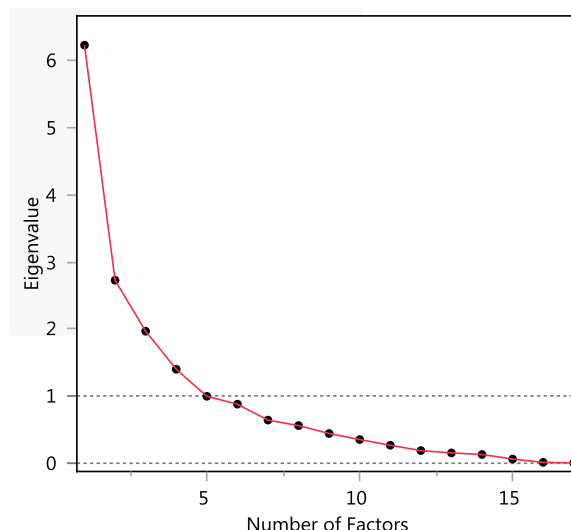
تحلیل مؤلفه های اصلی هنگامی مورد استفاده

قرار می گیرد که هدف خلاصه نمودن

فاکتورها و دستیابی به تعداد محدودی فاکتور

برای هدف مطالعه باشد. در مقابل، تحلیل عاملی مشترک زمانی بکار می رود که هدف شناسایی عامل ها یا ابعادی باشد که به سادگی قابل شناسایی نیستند. در مطالعات ارزیابی تناسب اراضی از روش تحلیل مولفه های اصلی استفاده میشود. در پردازش آماری داده ها از طریق تحلیل عاملی با استفاده از تحلیل مؤلفه های اصلی (PCA)، ۱۷ متغیر استخراج شده به ۵ عامل کاهش یافت که با چرخش واریماکس سازگار بودند و بیش از ۷۸٪ از واریانس کل را با مقادیر ویژه بزرگتر از ۱ توضیح می دادند (جدول ۲). نمودار scree

از ۱۷ مؤلفه تحلیل شده توسط مقادیر ویژه تعریف شده در شکل ۲ نشان داده شده است. مزیت چرخش واریماکس این است که مؤلفه های اصلی را غیرهمبسته نگه می دارد (Paschalidou et al., 2009). در تحلیل عاملی، امتیازات عامل برای هر مورد با چرخش واریماکس با نرمال سازی کایزر، روش تحلیل مؤلفه های اصلی و همگرایی چرخش در ۱۰ تکرار محاسبه شد. مرحله نهایی رویکرد چندمتغیره، محافظت از داده ها بر روی عوامل چرخش یافته معنی دار است.



شکل ۲ - نمودار scree از ۱۷ مؤلفه مورد مطالعه

جدول ۲ - ماتریس چرخش واریماکس عوامل اصلی مورد مطالعه

وزن	اجزای سازنده				
	۵	۴	۳	۲	۱
۰/۰۹۴				۰/۹۰۶	بارش سالانه
۰/۰۹۲		۰/۸۹۲			زهکشی خاک
۰/۰۹۲		۰/۸۸۴			درجه اشباع بازی خاک (BS)
۰/۰۹۲				۰/۸۸۴	کل بارندگی در مرحله گلدهی (آوریل تا ژوئن)
۰/۰۸۶				۰/۸۳۳	عمق خاک
۰/۰۸۱				۰/۷۷۸	ارتفاع از سطح دریا
۰/۰۸۰				۰/۷۷۲	شیب زمین
۰/۰۷۵	۰/۷۲۸				میانگین دما در مرحله گلدهی (آوریل تا ژوئن)
۰/۰۷۳	۰/۷۰۹				میانگین دما در مرحله جوانه زنی (مارس)
۰/۰۷۰				۰/۶۷۱	درصد سنگریزه سطحی خاک
۰/۰۳۶				۰/۳۴۳	بافت خاک
۰/۰۳۲				۰/۳۱۳	ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CECapp)
۰/۰۳۰				۰/۲۹۲	درصد آهک خاک (CaCO_3)
۰/۰۲۹				۰/۲۸۳	درصد کربن آلی خاک (OC)
۰/۰۱۹				۰/۱۸۳	هدایت الکتریکی خاک (ECe)
۰/۰۱۸				۰/۱۷۵	اسیدیته خاک (pH)
۰/۰۱۳				۰/۱۲۸	درصد سدیم تبادلی (ESP)

درجدول (۳) مقادیر ویژه و درصد واریانس متغیرهای اولیه که به وسیله هر مولفه بیان میشود، نشان داده شده است.

جدول ۳- مقادیر ویژه و درصدی از واریانس متغیرهای اولیه که به وسیله هر مولفه ارائه میشود

چرخش واریماکس			مولفه های اصلی			متغیرهای اولیه			مقدار ویژه (Eigenvalue)	ردیف
درصد ویژه تجمعی	%	مقدار ویژه	درصد ویژه تجمعی	%	مقدار ویژه	درصد ویژه تجمعی	%			
۲۶/۰۲۱	۲۶/۰۲۱	۴/۴۲۳۶	۳۶/۶۴۸	۳۶/۶۴۸	۶/۲۳۰۱	۳۶/۶۴۸	۳۶/۶۴۸	20 40 60 80	۶/۲۳۰۱	۱
۴۵/۳۷۶	۱۹/۳۵۵	۳/۲۹۰۴	۵۲/۶۸۲	۱۶/۰۳۵	۲/۷۲۵۹	۵۲/۶۸۲	۱۶/۰۳۵		۷۲۵۹/۲	۲
۶۰/۴۵۵	۱۵/۰۷۹	۲/۵۶۳۵	۶۴/۲۴۶	۱۱/۵۶۴	۱/۹۶۵۸	۶۴/۲۴۶	۱۱/۵۶۴		۱/۹۶۵۸	۳
۷۱/۲۲۵	۱۰/۷۶۹	۱/۸۳۰۸	۷۲/۴۷۶	۸/۲۳	۱/۳۹۹۱	۷۲/۴۷۶	۸/۲۳		۱/۳۹۹۱	۴
۷۸/۳۳۶	۷/۱۱۱	۱/۲۰۸۹	۷۸/۳۳۶	۵/۸۶	۰/۹۹۶۱	۷۸/۳۳۶	۵/۸۶		۰/۹۹۶۱	۵
						۸۳/۵۰۴	۵/۱۶۸		۰/۸۷۸۶	۶
						۸۷/۲۷۶	۳/۷۷۲		۰/۶۴۱۳	۷
						۹۰/۵۶۷	۳/۲۹۱		۰/۵۵۹۴	۸
						۹۳/۱۶۶	۲/۵۹۹		۰/۴۴۱۸	۹
						۹۵/۲۳۳	۲/۰۶۷		۰/۳۵۱۳	۱۰
						۹۶/۸۰۲	۱/۵۶۹		۰/۲۶۶۷	۱۱
						۹۷/۹	۱/۰۹۹		۰/۱۸۶۸	۱۲
						۹۸/۷۹۷	۰/۸۹۶		۰/۱۵۲۳	۱۳
						۹۹/۵۵۵	۰/۷۵۹		۰/۱۲۹	۱۴
						۹۹/۹۱۲	۰/۳۵۷		۰/۰۶۰۷	۱۵
						۹۹/۹۷۹	۰/۰۶۷		۰/۰۱۱۳	۱۶
						۱۰۰	۰/۰۲۱		۰/۰۰۳۶	۱۷

است. هنگام تجزیه به مولفه اصلی این امید وجود دارد که واریانس بسیاری از مولفه ها آنقدر کم باشد که قابل صرفنظر کردن باشند. در این حالت کارایی تجزیه بالا میرود، زیرا

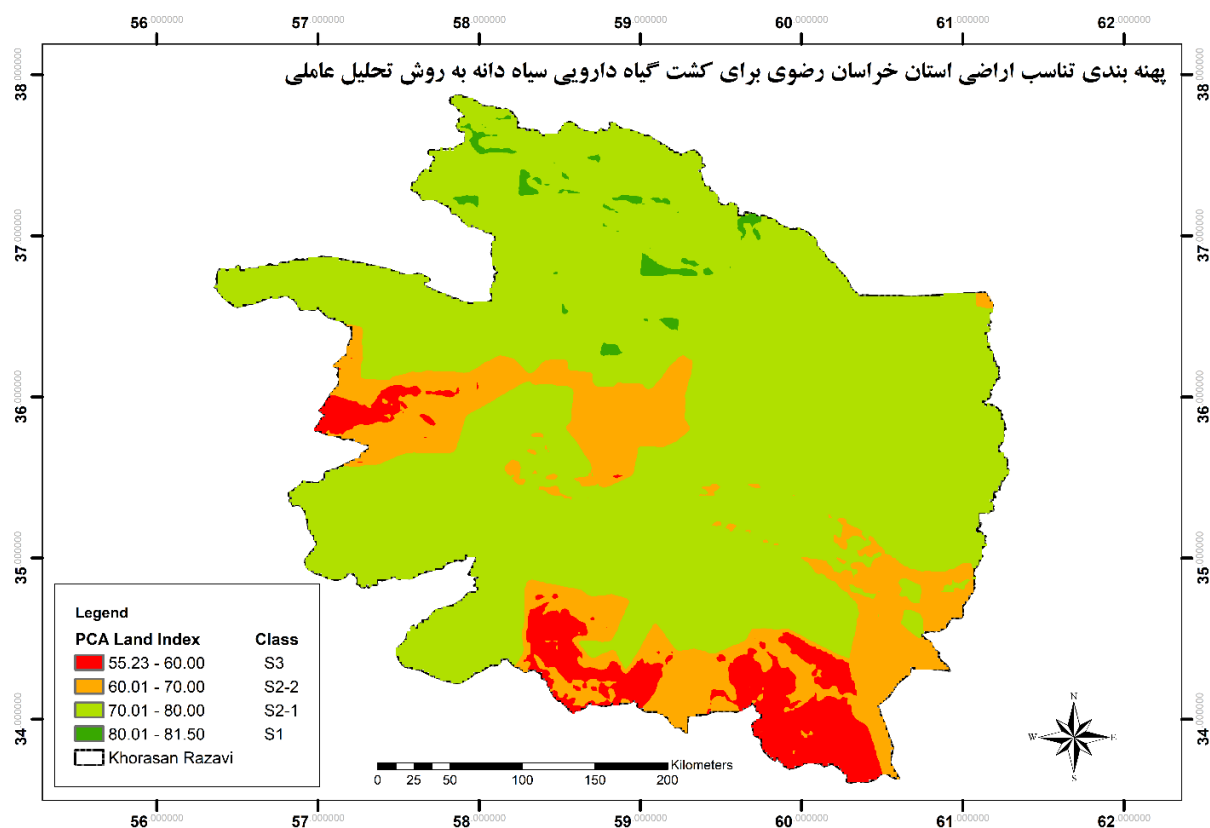
این جدول نشان میدهد اولین مولفه تا آنجا که ممکن است علت بیشترین واریانس موجود در داده ها است. دومین مولفه علت بیشترین واریانس ممکن بعد از مولفه اول و الی آخر

تغییرات در P متغیر اولیه X به وسیله تعداد کمی متغیر PC بیان میشود. همچنین، در این جدول ملاحظه شد که پنج مولفه اول ۷۸/۳۳۶ درصد کل پراکندگی و اطلاعات متغیرهای اصلی را بیان می کنند. بنابراین، در این مطالعه پنج مولفه اول به عنوان مولفه اصلی قلمداد گردیده و تحلیل های مطالعه بر اساس آنها انجام گردیده است. بنابر یافته های مطالعه پنج فاکتور موثر در تناسب اراضی استان خراسان رضوی برای کشت گیاه دارویی سیاهدانه عبارتند از: جمع بارش سالانه، زهکش خاک، باز اشباع خاک، جمع بارش طی دوره گلدهی و عمق خاک است.

نقشه بندی تناسب زمین

نتایج مطالعه نشان داد که پنج عامل اصلی بیش از ۷۸٪ از واریانس کل را با مقادیر ویژه بزرگتر از ۱ توضیح می دهند (جدول ۲، شکل ۲). واریانس توضیح داده شده این عوامل پس از چرخش واریماکس به ترتیب از ۲۶/۰۲۱ درصد برای عامل اول تا ۷/۱۱۱ درصد برای عامل

پنجم متغیر بود (جدول ۳). همچنین، هر عامل بارگیری های متفاوت برای هر یک از متغیرها نشان داده شده است (جدول ۴). عامل اول با ۴ متغیر شامل عمق خاک، ارتفاع از سطح دریا، شیب زمین و درصد سنگریزه سطحی خاک ۱۶/۸۶۷ درصد از واریانس کل را با مقدار ویژه ۳/۵۴ توضیح می داد. عامل دوم با ۹ متغیر شامل بارش سالانه، بارش طی دوره گلدهی، بافت خاک، CEC، CaCO₃، OC، ECE، pH و ESP بود که ۴۹/۶۴۶ درصد از واریانس کل را با مقدار ویژه ۳/۵۰۸ توضیح می داد. عامل سوم هیچیک از متغیرها توضیح نداده است. عامل چهارم با ۲ متغیر شامل زهکشی خاک و BS بود که ۲۷/۵۹۹ درصد از واریانس کل را با مقدار ویژه ۱/۷۷۶ توضیح می داد. و در نهایت عامل پنجم با ۲ متغیر شامل میانگین درجه حرارت طی دوره گلدهی و میانگین درجه حرارت طی دوره رشد بود که ۵/۸۹۰ درصد از واریانس کل را با مقدار ویژه ۱/۴۳۷ توضیح می داد. توزیع مؤلفه ها در هر عامل از ۱ تا ۵ به طور معقولی همگن بود.



شکل ۳ - پهنه بندی تناسب اراضی استان خراسان رضوی برای کشت گیاه دارویی سیاه دانه به روش تحلیل عاملی

جدول ۴ - وضعیت کلاسه‌های تناسب اراضی استان خراسان رضوی برای کشت گیاه دارویی سیاه دانه به روش تحلیل عاملی

%	Area	Class
۶/۶۱%	۷۷۸۹/۹۵	S۳
۱۵/۹۹%	۱۸۸۳۷/۰۵	S۲-۲
۷۶/۴۳%	۹۰۰۱۴/۰۴	S۲-۱
۰/۹۶%	۱۱۲۷/۹۵	S۱
۱۰۰/۰۰%	۱۱۷۷۶۹	

(S₂) و کاملاً مناسب (S₁) طبقه بندی شدند.

نقشه تناسب اراضی استان نشان داد که ۰/۹۶

درصد (۱۱۲۷/۹۵ کیلومتر مربع) در بخشهایی

بنابر یافته های تحقیق، اراضی استان خراسان

رضوی برای کشت گیاه دارویی سیاه دانه در

سه کلاس تناسب کم (S₃) تناسب متوسط

از شمال استان برای کشت گیاه سیاه دانه کاملاً مناسب، ۹۲/۴۳ درصد (۱۰۸۸۵۱/۱۰) کیلومتر مربع) شامل بخشهای عمده ای از شمال، مرکز و بخشهایی از جنوب استان تناسب متوسط و ۶/۶۱ درصد (۷۷۸۹/۹۵) کیلومتر مربع) در بخش غربی مرکز و جنوب استان برای تولید سیاه دانه نامناسب می باشد. (جدول ۴ و شکل ۳) مهم ترین عوامل محدودکننده برای کشت سیاه دانه در استان خراسان رضوی، اجزای اقلیمی و کربن آلی خاک بودند.

نتیجه گیری

انتخاب گونه های گیاهی دارویی سازگار با مناطق خشک و نیمه خشک و استفاده بهتر از منابع طبیعی با کارایی بالا در این مناطق برای کشاورزی پایدار بسیار ضروری است. یکی از مراحل اولیه در کشت هر گیاه، در نظر گرفتن مناطق و نیازهای گیاهی است که قرار است در آنجا کشت شود. استفاده از روش ترکیبی تحلیل عاملی پارامتریک از طریق تحلیل مؤلفه های اصلی (PCA) متغیرها را به چند عامل کاهش داد و موارد تحقیق را به

خوشه های خاصی طبقه بندی کرد. در این مطالعه، ۱۷ متغیر استخراج شده پردازش شدند که منجر به پنج عامل شد که بیش از ۷۸٪ از واریانس کل را با مقادیر ویژه بزرگتر از ۱ توضیح می دادند. توزیع جغرافیایی نشان داد که نقاط با تناسب متوسط در بخش های عمده سطح استان در مرکز و شمال منطقه مطالعه قرار دارند، در حالی که بخش جنوبی منطقه مطالعه و برخی از بخش های غربی استان برای کشت گیاه دارویی سیاه دانه نامناسب بودند. مهم ترین عوامل محدودکننده برای کشت این گیاه دارویی در منطقه مطالعه، اجزای اقلیمی و کربن آلی خاک بودند.

منابع

Abdelkader, M. and A. Delali. 2012. Support system based on GIS and weighted sum method for drawing up of land suitability map for agriculture. Application to durum wheat cultivation in the area of Mleta (Algeria). Spanish Journal of Agricultural Research, 10(1): 34-43.
<https://doi.org/10.5424/sjar/2012101-293-11>

Bagherzadeh, A., A. Gholizadeh, and F.

FAO.1983. Guidelines: Land evaluation for rainfed agriculture. FAO Soils Bulletin. No. 52, Rome.

FAO. 1984. Land evaluation for forestry, forestry paper 48: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

FAO, 1985. Guidelines: Land evaluation for irrigated agriculture. FAO Soils Bulletin, No. 55, Rome.

Ghane Ezabadi, N., S. Azhdar, and A.A. Jamali. 2021. Analysis of dust changes using satellite images in Giovanni NASA and Sentinel in Google Earth Engine in western Iran. Journal of Nature and Spatial Sciences (JONASS), 1(1): 17-26. <https://doi.org/10.30495/jonass.2021.6803> 27.

Gorsuch, R.L. 1983. Factor Analysis, 2nd edn Lawrence Erlbaum Associates. Hillsdale, NJ.

He, S., D. Wang, Y. Li, P. Zhao, H. Lan, W. Chen, ... and X. Chen. 2021. Social-ecological system resilience of debris flow alluvial fans in the Awang basin, China. Journal of Environmental Management, 286, 112230.

Alizadeh Motaghi. 2021. The feasibility of ash and spruce forest plantations in the Northeast of Iran. Environmental Resources Research, 9(1): 1-12.

Ball, A. and D. De la Rosa. 2006. Modeling possibilities for the assessment of soil systems. In *Biological approaches to sustainable soil systems* (pp. 683-692). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1201/9781420017113.ch48>.

Bartzokas, A. and D.A. Metaxas. 1995. Factor analysis of some climatological elements in Athens, 1931–1992: covariability and climatic change. Theoretical and applied climatology, 52: 195-205. <https://doi.org/10.1007/BF00864043>

Bukantis, A. 2002. Application of factor analysis for quantification of climate-forming processes in the eastern part of the Baltic Sea region. Climate Research, 20(2): 135-140. <https://doi.org/10.3354/cr020135>

FAO. 1976. A framework for land evaluation: Soils Bulletin 32, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Landscape Ecology, 20: 827-839.
<https://doi.org/10.1007/s10980-005-3703-z>.

Masoumi, H., A.A. Jamali, and M. Khabazi. 2014. Investigation of role of slope, aspect and geological formations of landslide occurrence using statistical methods and GIS in some watersheds in Chahar Mahal and Bakhtiari Province. *J.Appl. Environ. Biol. Sci*, 4(9): 121-129.

McBoyle, G.R. 1973. Climate classification of Australia by computer. In: McBoyle GR (ed) Climate in review. HoughtonMifflin, Boston, pp 110–118.

Murray, A.T. 1999. Spatial analysis using clustering methods: Evaluating central point and median approaches. *Journal of Geographical Systems*, 1(4): 367-383.
<https://doi.org/10.1007/s101090050019>.

Oleszczuk, P. 2007. The evaluation of sewage sludge and compost toxicity to *Heterocypris incongruens* in relation to inorganic and organic contaminants content. *Environmental Toxicology: An International Journal*, 22(6): 587-596.
<https://doi.org/10.1002/tox.20282>.

Olivas, G.U.E., L.J.R. Valdez, A. Aldrete, G.M.D. Gonzalez, and C.G.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112230>.

Held, M., A. Imeson, and L. Montanarella. 2003. Economic Interests and Benefits of Sustainable Use of Soils and Land Management. Joint Res. Centre Press, Ispra, Italy.

Jolliffe, I. 2022. A 50-year personal journey through time with principal component analysis. *Journal of Multivariate Analysis*, 188, 104820.
<https://doi.org/10.1016/j.jmva.2021.104820>.

Loehlin, J. C. 1998. Latent Variable Models. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey.

Mansouri Daneshvar, M.R., A. Bagherzadeh, and B. Alijani. 2013. Application of multivariate approach in agrometeorological suitability zonation at northeast semiarid plains of Iran. *Theoretical and applied climatology*, 114, 139-152. <https://doi.org/10.1007/s00704-012-0827-3>.

Manton, M.G., P. Angelstam, and G. Mikusinski. 2005. Modelling habitat suitability for deciduous forest focal species. A sensitivity analysis using different satellite land cover data.

Meteorology, 16(1): 45-70.
[https://doi.org/10.1016/0002-1571\(76\)90068-6](https://doi.org/10.1016/0002-1571(76)90068-6).

Steiner, D. 1965. Multivariate Statistical Approach to Climatic Regionalization and Classification. EJ Brill.

Sys, C., E. Van Ranst, and I.J. Debaveye. 1991. Land evaluation. Part I: Principles In Land Evaluation and Crop Production Calculations. General Administration for Development Cooperation, Agricultural publication-No. 7, Brussels-Belgium, 274

Sys, C., E. Van Ranst, J. Debaveye, and F. Beernaert. 1993. Land Evaluation. Part III: crop requirements. Agricultural Publications n° 7, GADC, Brussels, Belgium, 1993, 191 p. Wilks, D. S. (2011). Statistical methods in the atmospheric sciences (Vol. 100). Academic press.

Yussouf, N., D.J. Stensrud, and S. Lakshmivarahan. 2004. Cluster analysis of multimodel ensemble data over New England. Monthly weather review, 132(10): 2452-2462.
<https://doi.org/10.1175/1520-0493>

Vera. 2007. Suitable areas for establishing maguey cenizo plantations: definition through multicriteria analysis and GIS. Revista fitotecnica mexicana, 30: 411-419.
<https://doi.org/10.35196/rfm.2007.4.411>

Ouyang, Y. 2005. Application of principal component and factor analysis to evaluate surface water quality monitoring network. Water Res, 39:2621-2635.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.04.024>

Paschalidou, A. K., Kassomenos, P.A. and A. Bartzokas. 2009. A comparative study on various statistical techniques predicting ozone concentrations: implications to environmental management. Environmental monitoring and assessment, 148: 277-289.
<https://doi.org/10.1007/s10661-008-0158-0>

Rossiter, D.G. 1996. A theoretical framework for land evaluation. Geoderma, 72(3-4): 165-190.
[https://doi.org/10.1016/0016-7061\(96\)00031-6](https://doi.org/10.1016/0016-7061(96)00031-6)

Russell, J.S. and A.W. Moore. 1976. Classification of climate by pattern analysis with Australasian and southern African data as an example. Agricultural



تأثیر طول دوره تداخل علف‌های هرز بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند (*Beta vulgaris* L.)

در دو روش کشت مستقیم و نشایی در منطقه نیشابور

کریم شریفان^۱، محمد آرمین^{۲*}، متین جامی معینی^۳

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

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

۳- استادیار، گروه آگروتکنولوژی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۲۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر طول دوره تداخل علف‌های هرز بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند در دو روش کشت آزمایشی بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه شخصی در شهرستان نیشابور در سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲ اجرا شد. عامل‌های مورد بررسی شامل: روش کاشت (کشت مستقیم و نشایی) به عنوان عامل اصلی و تداخل علف هرز (رقابت با علف هرز از هنگام سبز شدن گیاه زراعی تا ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ روز به همراه کنترل کامل و تداخل تا پایان فصل رشد) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد در شرایط تداخل کامل، تراکم علف‌های هرز در کشت نشایی ۵/۹۷ درصد کمتر از کشت مستقیم بود. با افزایش طول دوره تداخل، وزن خشک علف‌های هرز و عملکرد ریشه و قند در هر دو روش کاشت کاهش یافت. بیشترین کاهش عملکرد ریشه در شرایط تداخل کامل در کشت مستقیم (۲۸/۹ درصد) و در کشت نشایی (۲۳/۳ درصد) نسبت به تیمار کنترل کامل به دست آمد. عملکرد قند تحت تأثیر مستقیم دوره تداخل قرار داشت و در کشت نشایی نسبت به تیمار کنترل کامل تا ۳۴/۶ درصد کاهش یافت. روش کاشت تأثیر معنی‌داری بر برخی ناخالصی‌های ریشه داشت، به‌طوری‌که سدیم، پتاسیم، ازت مضره و قند ملاس در کشت نشایی بیشتر از کشت مستقیم بود در حالی که ضریب قلیائیت در کشت مستقیم مقادیر بیشتری را نشان داد. یافته‌های تحقیق در مجموع موید این نکته بود که در شرایط تداخل علف‌های هرز، کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم عملکرد ریشه و قند بیشتری را تولید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، روش کشت، دوره تداخل، کشت نشایی، مدیریت علف‌هرز

مقدمه

چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) یکی از مهمترین محصولات زراعی صنعتی در دنیا و ایران است که نقش برجسته‌ای در تأمین قند داخلی دارد. این گیاه به‌عنوان یکی از منابع عمده قند در کشورهای سردسیر و معتدل، در زمره محصولات استراتژیک قرار دارد (لطفی کیوانلو و آرمین، ۱۳۹۶). این گیاه به‌عنوان منبع مهمی از قند، در مقایسه با نیشکر، دارای مزایایی چون کشت در مناطق سردسیر و معتدل، داشتن فصل رشد کوتاه‌تر و قابلیت تولید در مناطق مختلف اقلیمی است (Khozaei et al., 2020). در ایران، چغندر قند به‌عنوان یکی از محصولات استراتژیک، نقش مهمی در تأمین قند داخلی ایفا می‌کند. بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، سالانه بیش از ۴ میلیون تن چغندر قند در کشور تولید می‌شود که بیش از ۴۰ درصد قند مصرفی کشور را تأمین می‌کند (نوبخت علیزاده سبزواری و همکاران، ۱۳۹۶). گزارش شده است عدم کنترل علف‌های هرز

می‌تواند منجر به کاهش میانگین ۷۰ درصدی عملکرد چغندر قند در ایالات متحده و کانادا شود. به طور میانگین، کاهش عملکرد چغندر قند به دلیل تداخل علف‌های هرز در مناطق اصلی تولید در آمریکای شمالی ۷۰٪ برآورد شده است. بنابراین، اگر علف‌های هرز کنترل نشوند، کشاورزان ایالات متحده حدود ۲۲/۴ میلیون تُن از محصول خود را از دست خواهند داد که ارزش آن حدود ۱/۲۵ میلیارد دلار است. در کانادا نیز حدود ۰٫۵ میلیون تُن کاهش عملکرد با ارزشی حدود ۲۵ میلیون دلار پیش‌بینی شده است (Soltani et al., 2018). با توجه به حساسیت بالای چغندر قند به رقابت با علف‌های هرز، مدیریت صحیح این عوامل رقابتی در طول دوره رشد، یکی از الزامات اصلی دستیابی به عملکرد بالا و کیفیت مناسب محصول محسوب می‌شود. از طرف دیگر، روش کاشت یکی از عوامل مؤثر در تعیین میزان رقابت با علف‌های هرز و در نتیجه تأثیر مستقیم بر عملکرد کمی و کیفی چغندر قند است.

ملاس، عملکرد قند قابل استحصال و ضریب استحصال را در تیمارهای کنترل کامل و تداخل تا ۱۴ روز علف‌های هرز با چغندر قند و کمترین مقادیر این صفات در تیمار کنترل تا ۱۴ روز پس از سبز شدن گزارش کردند. بیشترین عملکرد قند ناخالص در تیمار تداخل ۲۸ روزه و کمترین آن در تیمار کنترل ۱۴ روزه مشاهده شده بود. همچنین بیشترین درصد نیتروژن و سدیم در تیمارهای تداخل ۱۴ و ۲۸ روزه دیده شد و کمترین مقدار نیتروژن در کنترل‌های ۷۰ و ۸۴ روزه به‌دست آمد.

کاهش رشد علف‌های هرز با سایه‌اندازی تنها پس از رشد تاج برگ‌های چغندر قند روی ردیف‌ها و پوشش اولیه مزرعه آغاز می‌شود. رشد سریع‌تر علف‌های هرز برای نور دستیابی آن را برای فتوسنتز مورد نیاز گیاهان کاهش می‌دهد. از طریق این محرومیت از نور، انرژی کمتری برای تولید مواد فتوسنتزی در اختیار گیاه زراعی قرار می‌گیرد و از این رو رشد، عملکرد و کیفیت چغندر قند کاهش می‌یابد. علاوه بر این، علف‌های هرز با سیستم‌های

علف‌های هرز یکی از مهمترین محدودیت‌های تولید چغندر قند هستند. دوره تداخل علف‌های هرز به بازه زمانی گفته می‌شود که در آن علف‌های هرز با گیاه زراعی در رقابت برای منابع رشد قرار دارند و باعث کاهش عملکرد می‌شوند. در چغندر قند، این دوره از زمان سبز شدن بذر تا زمانی که گیاه بتواند با ایجاد سایه مناسب، رشد علف‌های هرز را محدود کند، ادامه می‌یابد. این دوره معمولاً چهار تا شش هفته طول می‌کشد و مدیریت مناسب در این بازه زمانی بسیار حیاتی است (بندگی و آرمین، ۱۳۹۳). بر اساس تحقیقات انجام شده، وجود علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد چغندر قند می‌تواند منجر به کاهش چشمگیر عملکرد شود. برای مثال، مطالعات نشان داده‌اند که رقابت با علف‌های هرز در چهار هفته اول رشد چغندر قند می‌تواند منجر به کاهش ۱۵ تا ۲۰ درصدی عملکرد شود و در صورت عدم مدیریت مناسب و ادامه رقابت در تمام فصل، این کاهش می‌تواند به ۴۰ تا ۶۰ درصد برسد (Tayyab *et al.*, 2023). قیناگی و همکاران (۱۴۰۲) بیشترین درصد قند، قند قابل استحصال، قند

ریشه‌ای قوی، از طریق محرومیت شدید تغذیه‌ای، مانع از رشد گیاهان چغندر قند می‌شوند (Abd El Lateef et al., 2021).

روش کاشت یکی از عوامل مؤثر در تعیین میزان رقابت با علف‌های هرز است. کشت نشایی باعث تسریع در رشد اولیه چغندر قند می‌شود و گیاه را قادر می‌سازد تا سریع‌تر به مرحله سایه‌اندازی برسد. این امر منجر به کاهش رشد علف‌های هرز و کاهش تأثیر منفی آن‌ها بر عملکرد و کیفیت چغندر قند می‌شود (لطفی کیوانلو و آرمین، ۱۳۹۶). با این حال، در روش کاشت مستقیم، گیاهچه‌ها به دلیل آهستگی رشد و نیاز به شرایط خاص جوانه‌زنی، بیشتر در معرض رقابت با علف‌های هرز قرار دارند. این موضوع می‌تواند منجر به کاهش عملکرد و همچنین کاهش کیفیت قند شود.

بندگی و آرمین (۱۳۹۵) گزارش کردند حضور کامل علف‌های هرز موجب کاهش عملکرد ریشه به میزان ۱۲/۵۷ درصد، عملکرد قند به میزان ۶۹/۸۳ درصد، عیار قند به مقدار ۱۰/۱۶ درصد، سدیم ریشه به میزان ۵۴/۳۴ درصد و

پتاسیم ریشه به مقدار ۳۷/۱۷ درصد شد. بیشترین عملکرد ریشه و قند در تیمار عاری از علف‌های هرز به دست آمد که با تیمار تداخل ۳۰ روز پس از سبز شدن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. نشان داده شده است که روش کاشت چغندر (بذری یا نشاکاری) بر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز تأثیر می‌گذارد. در کشت مستقیم، علف‌های هرز باید از روز ۵ تا ۵۰ پس از سبز شدن کنترل شوند، در حالی که در نشاکاری این دوره بین روزهای ۱۸ تا ۴۳ پس از نشاکاری است. نشاکاری قدرت رقابتی بیشتری در برابر علف‌های هرز فراهم می‌کند و روش مؤثرتری برای مدیریت آن‌ها در کشت چغندر است (Guerra et al., 2016).

با توجه به اهمیت چغندر قند در تأمین قند داخلی و همچنین تأثیر روش کاشت و مدیریت علف‌های هرز بر عملکرد و کیفیت آن، ضرورت انجام مطالعات جامع در این زمینه احساس می‌شود. این تحقیق با هدف بررسی اثر روش کاشت (مستقیم و نشایی) بر عملکرد کمی و

کیفی چغندر قند در شرایط تداخل علف‌های هرز انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲، در مزرعه شخصی در کیلومتر ۱۰ جنوب شهرستان نیشابور در روستای هاشم آباد سلطانی، با طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و ارتفاع متوسط ۱۱۰۰ متر از سطح دریا اجرا شد.

آزمایش به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل روش کاشت (کشت مستقیم و نشایی) به عنوان فاکتور اصلی و تداخل علف هرز (رقابت با علف هرز از هنگام سبز شدن گیاه زراعی تا ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ روز پس از سبز شدن به همراه کنترل کامل و تداخل تا پایان فصل رشد به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد.

جهت کشت نشایی، کشت در خزانه (با ابعاد ۱۸×۳) با بذركار پنوماتیک شش ردیفه شرکت تراشکده با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و

فاصله روی ردیف ۱۰ سانتیمتر انجام شد. کشت در خزانه به نحوی صورت گرفت که در زمان انتقال، سن مورد نظر نشاء به دست آمده که حدوداً دو ماه شد و اندازه ریشه تقریباً حدود ۵ تا ۶ سانتیمتر طولی و اندازه ضخامت ریشه تقریباً ۲ سانتیمتر شده بود. که به صورت ریشه لخت به زمین اصلی انتقال داده شد هر کرت فرعی متشکل از ۶ ردیف کاشت به فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی متر بود. بین هر کرت در هر بلوک ۱ متر فاصله و بین هر بلوک ۲ متر فاصله در نظر گرفته شد در ابتدای هر کرت جویی به عمق ۱۰ سانتی متر جهت آبیاری در نظر گرفته شد. در این تحقیق، از رقم پلی‌ژرم (محلی) استفاده گردید

زمین مورد نظر در سال قبل از انجام آزمایش، به صورت آیش بود. در پاییز سال قبل از کاشت، جهت تهیه بستر کاشت، نسبت به شخم عمیق زمین اقدام گردید. در بهار سال بعد، عملیات نهایی آماده‌سازی زمین که شامل شخم سبک و عملیات تسطیح شامل دیسک و لولر بود، انجام شد. قبل از اجرای آزمایش، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری 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. سایر عملیات داشت طبق عرف منطقه انجام گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در محل آزمایش

عمق Depth (cm)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	نیتروژن N(%)	شن Sand(%)	رس Clay(%)	سیلت Silt(%)	EC (dS m- 1)	pH (۱۵)
۰-۳۰	۸/۵	۵۸۳	۰/۰۸	۴۰/۶	۱۷/۱	۴۲/۱	۱/۲	۷/۸

در تیمارها تداخل علف‌های هرز قبل از اعمال تیمار از دونقطه در سطح ۰/۵ متر مربع به صورت تصادفی نمونه‌گیری انجام و در آن تعداد علف‌های هرز به تفکیک گونه و وزن خشک علف‌های هرز به صورت مجموع علف‌های هرز در دو مساحت برداشت شده بعد از خشک کردن در اون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد. فلور نهایی علف‌های هرز هم در کرت تداخل کامل در پایان فصل رشد همانند روش توضیح داده شده بالا تعیین شد.

در هنگام رسیدگی فیزیولوژیکی و زمان برداشت محصول چغندر قند در منطقه یک ردیف کناری از هر طرف و نیم متر از بالا و پایین کرت به عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و مساحت باقی مانده برداشت شد، پس از جدا کردن طوقه و اندام هوایی، نسبت به توزین اندام هوایی و ریشه و محاسبه عملکرد ریشه و

اندام هوایی اقدام گردید. جهت بررسی خصوصیات کیفی ریشه، نمونه‌های ریشه به آزمایشگاه تجزیه کیفی شرکت تحقیقات و خدمات زراعی چغندر قند خراسان منتقل شد. ریشه‌ها ابتدا به طور کامل شسته شده و پس از توزین، از آن‌ها خمیر تهیه و در ظروف مخصوص تحت شرایط انجماد نگهداری شد. برای تجزیه کیفی هر نمونه خمیر، آن را در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از خارج شدن از حالت انجماد، از هر نمونه، ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی لیتر سواستات سرب در همزن ریخته و به مدت زمان ۳ دقیقه مخلوط گردید. پس از انتقال مخلوط به قیف صافی، شربت زلالی حاصل می‌گردد که برای اندازه‌گیری خصوصیات کیفی مورد استفاده قرار گرفت. در شربت حاصله، درصد قند به روش پلاریمتری و توسط دستگاه ساکاریمتر، سدیم پتاسیم به روش فیلم فتومتری و نیتروژن مضره به روش عدد آبی و با استفاده از دستگاه بتالایزر اندازه‌گیری شد

مقدار قند ملاس، بر اساس مقدار پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره و به وسیله فرمول تجربی زیر برآورد می‌شود.

=قند ملاس

$$0.12 (k + Na) + 0.24N + 0.48$$

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

سلمه تره (*Chenopodium album*)، تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*)، تاج‌خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides*)، تاج‌ریزی (*Solanum nigrum*) و خارشر (*Alhagi maurorum*) از علف‌های هرز غالب مزرعه در طی دوره رشد بود. در مطالعه مشابه بندگی و آرمین (۱۹۹۳) علف‌های هرز غالب در طول

دوره رشد چغندر قند را تاج‌خروس خوابیده *Amaranthus blitoides*، تاج‌خروس ریشه قرمز *Amaranthus retroflexus*، سلمه تره *Chenopodium album*، توبوق *Xanthium strumarium*، علف هفت‌بند *Polygonum aviculare*، اوپارسلام *Cyprus rotundus*، پیچک صحرایی *Convolvulus arvensis*، چسبک *Setaria viridis* و داتوره *Datura stramonium* بودند (جدول ۲). در یک مطالعه هشت‌ساله (۲۰۱۳-۲۰۲۰) در جمهوری چک، در مزارع چغندر قند ۴۶ گونه علف هرز شناسایی شد که گونه غالب، *Chenopodium album* بود. تناوب زراعی متنوع، میزان آلودگی به علف‌های هرز را افزایش داد و بیشتر شامل علف‌های هرز زمستانه بود، در حالی که غلبه غلات در تناوب باعث افزایش علف‌های هرز تابستانه شد. نوع خاک‌ورزی و استفاده از گیاهان پوششی تأثیر قابل توجهی بر میزان آلودگی یا تنوع گونه‌ای نداشتند (Kotlanova et al., 2024). در بررسی اثر تیمارهای مختلف کنترل علف‌های هرز و تراکم‌های گیاهی بر عملکرد ریشه و میزان قند چغندرقند، رایج‌ترین علف هرز *Amaranthus retroflexus* با فراوانی ۸۵٪ و متراکم‌ترین گونه *Chenopodium album* با ۳۸/۸۶ بوته در مترمربع بود (Kaya & Kulan, 2024). این یافته مشابه نتایج (2016) است که گزارش کردند در کشت مستقیم، گونه‌هایی که بیشترین تراکم را داشتند، شامل تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*)، خرفه (*Portulaca oleracea*) و چمن غازی (*Eleusine indica*) بودند. در حالی که در کشت نشایی گونه‌های تاج‌خروس خوابیده (*Amaranthus deflexus*)، تاج‌خروس سبز رنگ (*Amaranthus viridis*)، چمن غازی (*Eleusine indica*)، خرفه و بابونه گاوی (*Parthenium hysterophorus*) غالب بودند. در هر دو شرایط کشت، گونه‌های پهن‌برگ (دو لپه‌ای) در میان علف‌های هرز غالب بودند.

جدول ۲- میانگین ترکیب و تراکم گونه‌های علف هرز غالب ثبت شده در تیمار علف‌های هرز در طول فصل در دو سیستم کشت مستقیم و نشایی

کشت مستقیم		کشت نشایی		نام علمی	نام فارسی
درصد از کل	تراکم علف هرز (بوته در متر مربع)	درصد از کل	تراکم علف هرز (بوته در متر مربع)		
۱۸/۲	۳/۵۰ (۱/۱۶)	۱۳/۸	۲/۵ (۱/۱۲)	<i>Alhagi maurorum</i>	خارشتر
۲۲/۶	۴/۳۵ (۲/۹۵)	۵/۸۱	۱/۰۵ (۱/۰۲)	<i>Rhaponticum repens</i>	تلخه
۲۲/۶	۴/۳۵ (۲/۲۴)	۱۹/۵	۳/۵۲ (۲/۴۵)	<i>Chenopodium album</i>	سلمه تره
۱۱	۲/۱۲ (۱/۲۶)	۰	۰	<i>Convolvulus arvensis</i>	پیچک
۱۲/۹	۲/۵۰ (۱/۰۵)	۲۹/۴	۵/۳۲ (۳/۳۹)	<i>Amaranthus blitoides</i>	تاج خروس خوابیده
۱۲/۶	۲/۴۲ (۲/۰)	۱۸/۵	۳/۳۵ (۲/۱۰)	<i>Amaranthus retroflexus</i>	تاج خروس ایستاده
۰	۰ (۰/۰)	۱۲/۹	۲/۳۵ (۱/۲۷)		سایر
۱۰۰	۱۹/۲۴	۱۰۰	۱۸/۰۹	کل	

اعداد داخل پرانتز انحراف معیار می باشند.

تراکم علف‌های هرز

دوره تناوب علف‌های هرز در سطح یک درصد

اثر معنی‌داری بر تراکم علف‌های هرز داشت
(جدول ۳).

تراکم علف‌های هرز تحت تاثیر روش روش
کاشت و اثر متقابل روش کاشت و طول دوره
تناوب علف‌های هرز قرار نگرفت ولی طول

جدول ۳- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات تراکم علف هرز، وزن خشک علف هرز، عملکرد ریشه، درصد قند، ازت مضره، قند ملاس، میزان سدیم و پتاسیم

میانگین مربعات (MS) صفات مورد بررسی										منابع تغییرات
پتاسیم	سدیم	قند ملاس	ازت مضره	عملکرد قند	درصد قند	عملکرد ریشه	وزن خشک علف هرز	تراکم علف هرز	درجه آزادی	
۰/۸۰۷ ^{ns}	۰/۴۹۴ ^{ns}	۰/۱۶۱ ^{ns}	۰/۷۶۴ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۱/۱۴ ^{ns}	۴۴/۱ ^{ns}	۹۶/۲۱ ^{ns}	۰/۵۹۶ ^{ns}	۲	تکرار
۵/۳۹*	۷/۷۹**	۰/۸۳۹**	۱/۵۸ ^{ns}	۱۰۷**	۰/۰۹ ^{ns}	۳۹۰۶**	۴۵/۶ ^{ns}	۵/۵۸ ^{ns}	۱	روش کاشت (A)
۰/۲۴۹	۰/۰۲۴	۰/۰۰۰۴	۰/۱۶۳	۰/۰۰۸	۰/۰۲۱	۰/۷۵	۲۷/۲	۳/۴۶	۲	خطای اصلی
۱/۸۹۸**	۰/۷۵۹**	۰/۲۹۸**	۱/۸۳*	۲۰/۱**	۱۳/۲**	۸۹۴**	۱۵۲۰**	۴۰۵/۸۷**	۵	طول دوره تداخل (B)
۰/۲۹۵ ^{ns}	۰/۱۱۲*	۰/۰۱۲ ^{ns}	۱۱۴ ^{ns}	۶/۲۷**	۴/۳۸**	۴۸/۷*	۱۵۰/۱۶**	۱/۲۲ ^{ns}	۵	A×B
۰/۲۸۱	۰/۰۳۷	۰/۰۰۹	۰/۳۱۷	۰/۸۰۸	۰/۴۰۲	۱۲/۸	۱۱/۲۵	۷/۳۴	۲۰	خطای فرعی
۷/۷۵	۸/۷۰	۱/۶۹	۲۲/۲	۷/۵۹	۳/۷۱	۵/۲۴	۱۸/۸۰	۲۵/۰۱		ضریب تغییرات (درصد)

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

تا آخر فصل رشد نتوانسته اند در مزرعه باقی بمانند. در مطالعه علا و همکاران (۱۳۹۴) نیز نشان داده شده است که تراکم علف‌های هرز در کشت مستقیم برنج بیشتر از کشت نشایی است اگرچه ترکیب جمعیت گونه ای در دو روش تقریباً مشابه بوده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

وزن خشک علف هرز

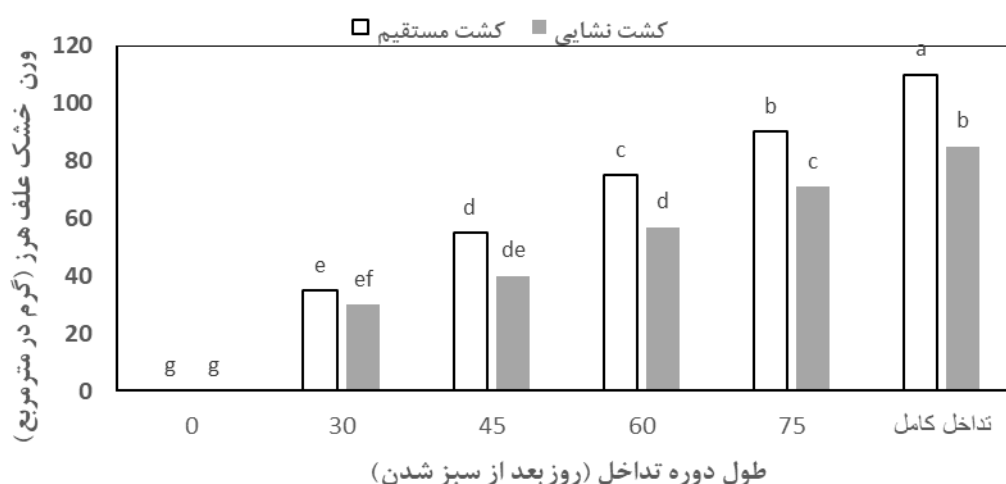
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که روش کاشت بر وزن خشک علف هرز معنی‌دار نشد در حالی که طول دوره تداخل و اثر متقابل روش کاشت و طول دوره تداخل اثر معنی‌داری بر تراکم علف هرز داشت (جدول ۲). وزن خشک علف‌های هرز، در هر دو روش کاشت با تاخیر در کنترل

در کشت نشایی در تیمار تداخل کامل علف‌های هرز، تراکم علف هرز ۶/۳۵ درصد کمتر از کاشت به صورت مستقیم بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد در کشت نشایی سرعت رشد اولیه بیشتر در اوایل دوره رشد سبب جلوگیری از جوانه زنی علف‌های هرز یا از بین رفتن علف‌های هرز ضعیف در پایان فصل رشد شده باشد. دلیل تاثیر کم روش کاشت بر تراکم نهایی نیز می‌تواند به این دلیل باشد که در کشت مستقیم اگرچه در اوایل دوره رشد پنبه به آهستگی رشد می‌کند، اما استقرار گیاه در اواخر فصل رشد به خوبی جبران کاهش رشد اولیه را انجام داده و علف‌های هرز ضعیف یا علف‌های هرزی که ارتفاع کمتری از پنبه دارند

علف‌های هرز افزایش پیدا کرد و بالاترین وزن خشک علف‌های هرز در تداخل در کل فصل رشد و کشت مستقیم به دست آمد. کشت نشایی در مقایسه با کشت رایج سبب کاهش ۲۳/۵ درصدی حداکثر وزن خشک علف‌های هرز شد. مشابه با نتایج فوق گزارش شده است کشت نشایی باعث کاهش رشد علف‌های هرز و حفظ بهتر تراکم گیاهی چغندر نسبت به کاشت مستقیم می‌شود. کشت مستقیم بذر موجب افزایش رشد علف‌های هرز نسبت به نشاکاری می‌شود، چراکه در سیستم نشاکاری، چغندر رقابت‌پذیری بیشتری در برابر علف‌های هرز دارد کاشت مستقیم بذر موجب تجمع ماده خشک علف‌های هرز به میزان ۰/۸ کیلوگرم بر متر مربع در ۴۰ روز پس از سبز شدن علف‌های هرز پیدا کرد و بالاترین وزن خشک علف‌های هرز در تداخل در کل فصل رشد و کشت مستقیم به دست آمد. کشت نشایی در مقایسه با کشت رایج سبب کاهش ۲۳/۵ درصدی حداکثر وزن خشک علف‌های هرز شد. مشابه با نتایج فوق گزارش شده است کشت نشایی باعث کاهش رشد علف‌های هرز و حفظ بهتر تراکم گیاهی چغندر نسبت به کاشت مستقیم می‌شود. کشت مستقیم بذر موجب افزایش رشد علف‌های هرز نسبت به نشاکاری می‌شود، چراکه در سیستم نشاکاری، چغندر رقابت‌پذیری بیشتری در برابر علف‌های هرز دارد کاشت مستقیم بذر موجب تجمع ماده خشک علف‌های هرز به میزان ۰/۸ کیلوگرم بر متر مربع در ۴۰ روز پس از سبز شدن

(DAE) شد. در حالی که در همین زمان، در سیستم نشاکاری، میزان تجمع جرم ماده علف‌های هرز فقط ۰/۱۳ کیلوگرم بر متر مربع بود (Guerra *et al.*, 2016)

(Bandgi & Armin (1993) رابطه خطی بین افزایش طول دوره تداخل علف هرز و وزن خشک علف‌های هرز گزارش کردند. بالاترین وزن خشک علف‌های هرز در تیمار تداخل کامل و کم‌ترین وزن خشک در تیمار شاهد گزارش شد و اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمار شاهد و تداخل ۳۰ روز بعد از سبز شدن علف‌های هرز از نظر وزن خشک وجود نداشت که دلیل این امر عدم آبیاری مزرعه و رشد کند علف‌های هرز تا ۳۰ روز بعد از سبز شدن در چغندر قند می‌باشد.



شکل ۱- اثر متقابل روش کاشت و طول دوره تداخل بر وزن خشک علف هرز عملکرد ریشه

چغندر قند عملکرد ریشه به علت استفاده بهتر از شرایط مطلوب محیطی بیشتر است. علاوه بر این کشت مستقیم بذر در زمین اصلی به دلیل حساسیت گیاه به شرایط محیطی از جمله درجه حرارت پایین در مراحل رشدی اولیه اثر منفی بر محصول دارد، لذا استفاده از پرورش نشاء در گلخانه و سپس انتقال گیاهچه برای کمک به جوانه زنی و سبز شدن مطلوب و نیز سرعت بخشیدن به رشد در چغندر قند بسیار مؤثر است (Karbalaei et al., 2012) که همه این عوامل باعث می‌شود، توانایی رقابتی گیاه زراعی خصوصا در اوایل دوره رشد که

در هر دو شرایط کاشت با افزایش طول دوره تداخل عملکرد ریشه به صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد. در شرایط تداخل کامل علف‌های هرز در کشت مستقیم ۲۸/۹ و در کشت نشایی ۲۳/۳ درصد عملکرد ریشه کمتری در مقایسه با تیمار کنترل کامل علف‌ها ی هرز به دست آمد (شکل ۲). افزایش طول دوره کنترل باعث افزایش فراهمی مواد غذایی برای گیاه اصلی شده است که این امر با افزایش عملکرد همراه شده است. از طرف دیگر بین تاریخ کاشت و عملکرد ریشه در چغندر قند همبستگی زیادی وجود دارد و با استفاده از نشاء کاری

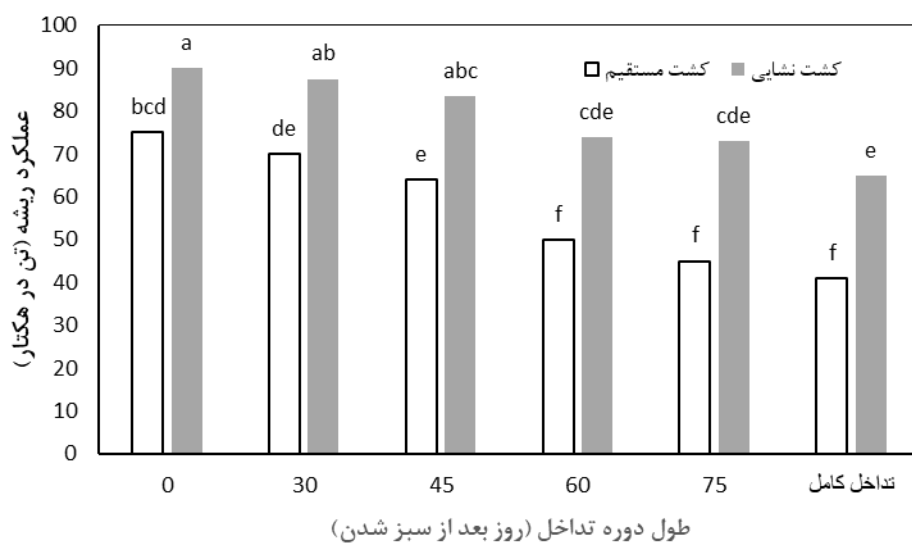
بیشترین تاثیر منفی حضور علف‌های هرز در گیاهان زراعی را موجب می‌شود را کاهش می‌دهد. لطفی کیوانلو و ارمین (۱۳۹۶) اظهار داشتند در کشت نشایی امکان دسترسی به تراکم مطلوب گیاهی نیز نسبت به کشت مستقیم بیشتر است و با ایجاد پوشش یکنواخت و تراکم مناسب بوته در سطح چغندرکاری، بدون صرف هزینه‌های اضافی می‌توان عملکرد را افزایش داد. مطابق با این نتایج بندگی و آرمین (۱۳۹۳) گزارش کردند افزایش طول دوره تداخل در چغندر قند با کاهش عملکرد ریشه همراه است. تداخل علف‌های هرز تا ۳۰ روز بعد از کاشت اثر کاهشی معنی‌دار را در عملکرد ریشه سبب نشده بود این محققان نبود اختلاف آماری معنی داری تا روزهای تداخل ۳۰ روزه را به دلیل این دانسته اند که کشت چغندر قند اگرچه در اوایل فروردین انجام میشود اما تا حدود یک ماه بعد از کاشت مزرعه به حال خود رها میشود و اولین ابیاری معمولاً بعد از ۳۰ تا ۴۰ روز انجام میگردد در این زمان علف‌های هرز سبز شده بسرعت رشد خواهند

کرد اما در قبل از این دوره هیچگونه رقابتی بدلیل رشد ضعیف هم گیاه و هم علف هرز وجود ندارد. قیناخی و همکاران (۱۴۰۲) عدم تاثیر پذیری عملکرد ریشه را از طول دوره کنترل علف‌های هرز در چغندر قند در منطقه میاندوآب گزارش کردند به نحوی که تیمارهای کنترل ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶، ۷۰، ۸۴ و ۱۷۵ روز پس از سبز شدن عملکرد ریشه مشابه ای از نظر آماری داشتند در حالیکه در تداخل در همین دوره‌های مورد بررسی ۴۲ عملکرد ریشه بیشتری از سایر تیمارها تولید کرد.

نتایج تحقیق (Mohamadi et al (2012 نشان داد که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز نه تنها تولید کل ماده خشک گیاه زراعی را کاهش می‌دهد بلکه تسهیم آن را نیز متأثر می‌سازد، به طوری که در این شرایط، گیاه زراعی از کل ماده خشک تولید، نسبت کمتری را به ریشه‌ها اختصاص می‌دهد. این امر نشان می‌دهد که گرچه تداخل علف‌های هرز تولید ماده خشک در اندام هوایی و ریشه گیاه زراعی را کاهش

می‌دهد، ولی گیاه با تولید اندام‌های باریک‌تر و بلندتر سعی می‌کند تا دسترسی خود به منابع طبیعی را افزایش دهد. به عبارت دیگر در این شرایط میزان طول اندام‌ها در واحد وزن افزایش می‌یابد. گزارش شده است بین کاهش عملکرد و تراکم علف‌های هرز در مزارع چغندر قند همبستگی بالایی وجود دارد. با افزایش تراکم علف‌های هرز، میزان کاهش عملکرد غده چغندر قند (به صورت غیرخطی) افزایش یافته است. به عبارت دیگر

در تراکم‌های پایین‌تر علف هرز به دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای بوته‌های چغندر قند و علف هرز، عملکرد محصول به طور محسوسی کاهش یافته است اما با افزایش تراکم علف‌های هرز به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌های علف هرز، از شدت رقابت بین گونه‌ای علف‌های هرز و چغندر قند کاسته شده است. که نتیجه آن ثابت ماندن درصد کاهش عملکرد محصول در حضور تراکم‌های بالاتر علف هرز می‌باشد.



شکل ۲- اثر متقابل روش کاشت و طول دوره تداخل بر عملکرد ریشه درصد قند خالص

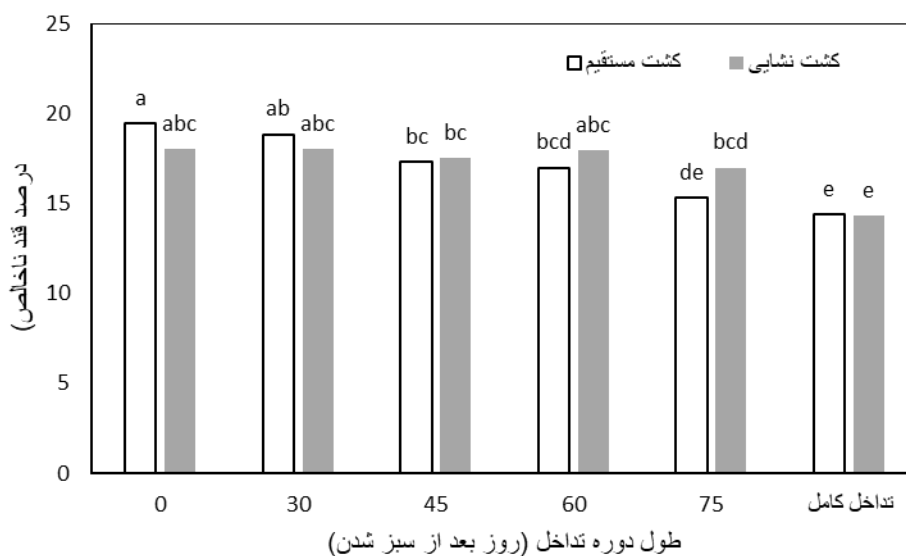
بیشترین درصد قند ناخالص با ۱۹/۵ درصد مربوط به تیمار کشت مستقیم و تداخل از ۴۵

روز بعد از سبز شدن بود. در کلیه تیمارها تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز کشت

نشایی درصد قند کمتری نسبت به کشت نشایی داشت و بیشترین تفاوت از نظر درصد قند خالص در تیمار تداخل تا ۴۵ روز بعد از سبز شدن و کمترین تفاوت در تیمار بدون تداخل علف‌های هرز بود (شکل ۳). در هر دو روش کاشت حضور علف‌های هرز سبب کاهش درصد قند ناخالص شد که به نظر می‌رسد حضور علف‌های هرز با جذب مواد غذایی مانند نیتروژن که اثر منفی در درصد قند ناخالص داشته است سبب جذب کمتر این عنصر توسط چغندر قند و در نهایت افزایش آن در ریشه شده است. کاهش درصد قند ناخالص در کشت نشایی هم به دلیل تغییر ساختار ریشه در این شیوه کاشت است. در شرایط تداخل ممکن است رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی سبب شده است که کربوهیدرات‌های کمتری در گیاه تولید شود و یا اینکه در این تیمار چغندر قند بخشی از مواد ذخیره‌ای در ریشه را صرف توسعه اندام‌های هوایی شده است که این امر سبب کاهش درصد قند در این تیمار شده است. در بررسی قیناگی و همکاران (۱۴۰۲) بالاترین درصد قند ناخالص در تیمار دوره عاری از علف هرز تا ۱۷۵ روز بعد از سبز شدن گزارش شده است و در تداخل با علف هرز در ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶، ۷۰، ۸۴ و ۱۷۵ روز پس از سبز شدن با کاهش درصد قند ناخالص همراه بود است. نصری و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند کشت مستقیم ۱۸/۷۹ درصد قند تولید کرد در حالی که میزان قند تولیدی در کشت گلدانی ۱۷/۳۲ درصد بود. اگرچه کشت گلدانی درصد قند تولیدی کمتر بود اما بالاترین عملکرد ریشه در این روش سبب افزایش عملکرد شکر شد. مهراندیش و همکاران (۱۴۰۰) بیشترین درصد قند ناخالص با ۱۹/۴۹ درصد را در شرایط کاشت مستقیم و کمترین مقدار آن نیز با ۱۷/۱ درصد در کاشت گلدانی گزارش کردند. قند ناخالص در گیاهان کشت شده به روش کاشت نشایی معادل ۱۸/۱۳ درصد بود. این محققان کاهش درصد قند ناخالص در روش کاشت نشایی در مقایسه با کشت مستقیم به افزایش شمار انشعاب‌های ریشه که سبب کاهش درصد قند می‌شود ارتباط داده شده است. اگرچه باور بر این است که در روش کاشت مستقیم نیز عملیات تنک

ریشه‌های انتهایی بوته صدمه دیده و ریشه‌های منشعب بیشتری نسبت به روش کشت مستقیم تولید شد.

کردن به‌ویژه در مورد چغندرکاری‌هایی که عملیات تنک کرده در آن‌ها دیرتر صورت می‌گیرد سبب افزایش شمار انشعاب‌های فرعی می‌شود، اما در روش کشت نشایی ممکن است



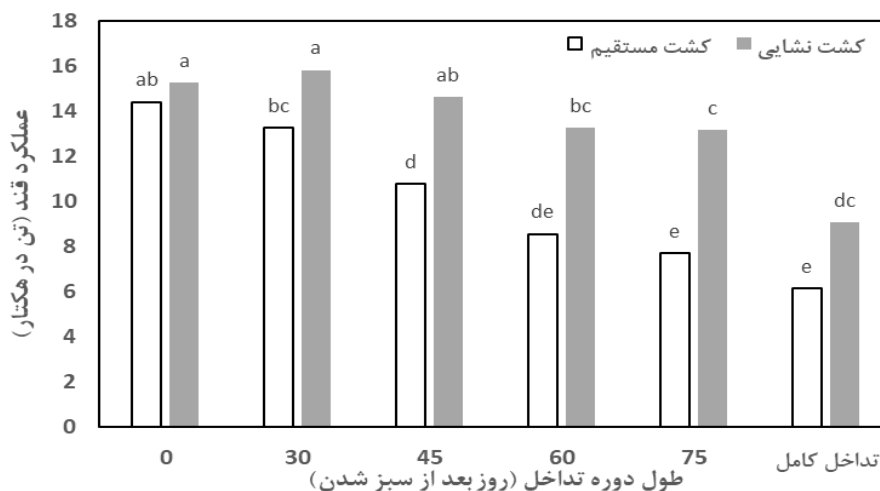
شکل ۳- اثر متقابل روش کاشت و طول دوره تداخل بر درصد قند عملکرد قند ریشه

عملکرد قند در کشت مستقیم در مقایسه با شرایط کنترل مشاهده شد (شکل ۴). دلیل اصلی کاهش عملکرد قند به دلیل کاهش عملکرد ریشه به دلیل تداخل علف‌های هرز بوده است. کاهش عملکرد با افزایش طول دوره رقابت به دلیل رقابت علف‌های هرز برای نور و مواد غذایی می‌باشد. نبود اختلاف آماری معنی داری تا روزهای تداخل ۳۰ روزه ممکن است به

روند تغییرات عملکرد قند از روند تغییرات عملکرد ریشه بیشتر از درصد قند ناخالص تحت تاثیر قرار گرفت. در هر دو شرایط کاشت با افزایش طول دوره تداخل عملکرد قند به صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد. در کشت نشایی ۳۴/۶ درصد عملکرد قند کمتری در مقایسه با تیمار کنترل کامل علف‌های هرز داشت. در شرایط کشت رایج میزان کاهش

واحد سطح داشته و کاربرد نظام کشت نشایی (لطفی کیوانلو و آرمین، ۱۳۹۶) و کشت گلدانی باعث افزایش عملکرد قند محصول شده است (مهراندیش و همکاران، ۱۴۰۰). قیناگی و همکاران (۱۴۰۲) طول دوره بحرانی برای عملکرد قند ناخالص را در سطوح ۷ و ۱۵ درصد افت عملکرد قند ناخالص به ترتیب از ۲۷ و ۴۸ روز شروع و به ۱۰۵ و ۸۶ روز پس از سبز شدن گزارش کرده اند. دوره کنترل بحرانی علف‌های هرز چغندر قند برای مقادیر ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد کاهش مجاز عملکرد قند ناخالص و خالص به ترتیب ۸ تا ۱۱۲، ۱۴ تا ۹۵، ۲۲ تا ۸۲ و ۲۹ تا ۷۴ روز پس از کاشت گزارش شده است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۵).

این دلیل باشد که کشت چغندر قند اگر چه در اوایل فروردین انجام می‌شود، اما تا حدود یک ماه بعد از کاشت مزرعه به حال خود رها می‌شود و اولین آبیاری معمولاً بعد از ۳۰ تا ۴۰ روز انجام می‌گیرد در این زمان علف‌های هرز بستر شده به سرعت رشد خواهند کرد. اما در قبل از این دوره هیچ‌گونه رقابتی به دلیل رشد ضعیف هم گیاه و هم علف هرز وجود ندارد. واکنش تقریباً مشابه عملکرد قند ناخالص و عملکرد ریشه به نوع کاشت بیانگر این مطلب است که این جزء عملکرد که حاصلضرب عملکرد ریشه و درصد قند ناخالص است، بیشتر تحت تأثیر عملکرد ریشه قرار گرفته و درصد قند ناخالص تأثیر اندکی بر عملکرد قند در



شکل ۴- اثر متقابل روش کاشت و طول دوره تداخل بر عملکرد قند ناخالصی های ریشه

اثر روش کاشت بر ناخالصی‌های ریشه شامل درصد سدیم، درصد پتاسیم و قند ملاس اثر معنی‌داری داشت در حالی که سایر ناخالصی‌های ریشه تحت تأثیر روش کاشت قرار نگرفت. روش کشت نشایی منجر به افزایش مقدار برخی ناخالصی‌ها مانند سدیم، پتاسیم و آرت مضره نسبت به روش کشت مستقیم شد. همچنین، مقدار قند ملاس در این روش بیشتر بود.

از سوی دیگر، ضریب قلیالیت در روش کشت مستقیم کمی بیشتر بود که ممکن است از لحاظ کیفیت فرآوری قند، حائز اهمیت باشد. به نحوی که مقدار سدیم در روش کشت نشایی (۲/۶۸ میلی اک‌ی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) بیشتر از روش کشت مستقیم (۱/۷۵ میلی اک‌ی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) بود و درصد پتاسیم در روش کشت نشایی (۶/۴۷ میلی اک‌ی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) و درصد قند ملاس در روش کشت نشایی (۵/۷۰ میلی اک‌ی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) به دست آمد. مقدار آرت مضره نیز در روش کشت نشایی (۲/۷۵ میلی اک‌ی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) نسبت به روش کشت مستقیم (۲/۳۳ میلی اک‌ی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه) بیشتر بود و مقدار قند ملاس در روش کشت نشایی (۲/۲۴ درصد) بیشتر از روش کشت مستقیم (۱/۹۳ درصد) بود.

با افزایش طول دوره تداخل علف هرز میزان ناخالصی‌های ریشه روند یکسانی نشان نداد. شرایط کنترل کامل منجر به بالاتر بودن میزان سدیم، پتاسیم، آرت مضره و قند ملاس نسبت به شرایط عدم کنترل شد، در حالی که ضریب قلیالیت در شرایط عدم کنترل بالاتر بود. با افزایش طول دوره تداخل، میزان سدیم به‌طور کلی کاهش یافت و در شرایط تداخل ۷۵ روز بعد از سبز شدن به کمترین مقدار خود رسید. مقدار پتاسیم در شرایط کنترل کامل (۶/۲۸) بالاتر از شرایط عدم کنترل (۵/۰۸) بود. با افزایش طول دوره تداخل، مقدار پتاسیم در شرایط تداخل ۳۰ روز بعد از سبز شدن به حداکثر مقدار (۶/۶۹) رسیده و سپس با ادامه افزایش طول دوره تداخل، به‌طور کلی کاهش

یافت. مقدار آرت مضره در شرایط کنترل کامل ۷۳/۳ درصد بیشتر از شرایط عدم کنترل بود. کمترین مقدار آرت مضره در تداخل ۳۰ روز بعد از سبز شدن و کمترین آن در ۷۵ روز بعد از سبز شدن مشاهده شد. کنترل کامل علف‌های هرز بیشترین مقدار قند ملاس و عدم کنترل علف‌های هرز کمترین مقدار قند ملاس را تولید کرد. در مطالعه بندگی و آرمین (۱۳۹۳) کم‌ترین واکنش در میان ناخالصی‌های ریشه به طول دوره تداخل علف‌های هرز مربوط به ازت مضره و قلیائیت بود که تحت تأثیر دوره تداخل قرار نگرفت اما قند ملاس و درصد پتاسیم و سدیم با افزایش طول دوره تداخل کاهش پیدا کرد. عدم تأثیرپذیری ناخالصی‌ها ریشه از تداخل علف هرز توسط بسیاری از محققین نیز گزارش شده است (جهاد اکبر و همکاران، ۱۳۸۳).

جدول ۴- اثر طول دوره تداخل بر تراکم علف هرز بر ازت مضره، قند ملاس، میزان سدیم و پتاسیم

طول دوره تداخل (روز بعد از سبز شدن)	ازت مضره (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه)	قند ملاس (درصد)	سدیم (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه)	پتاسیم (میلی اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه)
۰	۳/۴۷ a	۲/۳۷ a	۲/۵۸ a	۶/۲۸ a
۳۰	۲/۹۵ ab	۲/۳۱ a	۲/۶۳ a	۶/۶۹ a
۴۵	۲/۳۲ b	۲/۰۷ b	۲/۳۲ ab	۶/۲۶ a
۶۰	۲/۳۳ b	۲/۰۶ b	۲/۱۶ bc	۶/۳۷ a
۷۵	۲/۲۰ b	۱/۹۴ bc	۱/۸۹ cd	۵/۸۵ ab
تداخل کامل	۲ b	۱/۷۸ c	۱/۷۵ d	۵/۰۸ b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ مشابه هستند.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج آزمایش نشان داد که کشت نشایی در مقایسه با کشت مستقیم، نقش مهمی در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز داشت. همچنین، با افزایش تأخیر در کشت علف‌های هرز، وزن خشک آن‌ها در هر دو روش کاشت افزایش یافت، به‌طوری که بیشترین وزن خشک در شرایط تداخل کامل فصل رشد و کشت مستقیم ثبت شد. در هر دو روش کاشت، افزایش مدت‌زمان تداخل علف‌های هرز باعث کاهش معنی‌دار عملکرد

ریشه شد. در شرایط تداخل کامل، کشت مستقیم منجر به کاهش ۲۸/۹ درصدی عملکرد ریشه نسبت به تیمار کنترل کامل شد، در حالی که در کشت نشایی، این کاهش در سال اول به ۲۳/۳ درصد رسید. در مقایسه بین روش‌های کشت، درصد قند در کشت نشایی کمتر از کشت مستقیم بود. در هر دو روش کاشت، با افزایش طول دوره تداخل، عملکرد قند به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری که در کشت نشایی عملکرد قند نسبت به تیمار کنترل کامل تا ۳۴/۶ درصد کاهش پیدا کرد. در بررسی اثر روش‌های کاشت بر ناخالصی‌های ریشه، مشخص شد که درصد سدیم، پتاسیم و قند ملاس تحت تأثیر روش کاشت قرار گرفتند، در حالی که سایر ناخالصی‌ها تغییر چندانی نداشتند. با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز، روند تغییرات ناخالصی‌های ریشه یکنواخت نبود. در شرایط کنترل کامل، میزان سدیم، پتاسیم، آزت مضره و قند ملاس بیشتر از شرایط بدون کنترل بود. با این حال، ضریب قلیائیت در شرایط عدم کنترل، بالاتر بود. در

مجموع، یافته‌های این پژوهش نشان داد که کشت نشایی می‌تواند در کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز مؤثر باشد و هم در شرایط رقابت و هم عدم رقابت علف‌های هرز عملکرد ریشه بیشتری نسبت به روش کاشت مستقیم دارد.

منابع

جهاد اکبر، م.ر.، ر. طباطبایی نیم آورد و ح.ر. ابراهیمیان. ۱۳۸۳. بررسی دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز چغندر قند در کبوترآباد اصفهان، مجله چغندر قند، ۲۰(۱): ۶۱-۷۳.

صادقی، ب.ا.، ر. برادران، و م.ح. صابری. ۱۳۹۵. تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز چغندر قند در منطقه نیمبلوک قاینات خراسان جنوبی، نشریه دانش علف‌های هرز، ۱۲(۱): ۳۱-۴۳.

علا، ا.، م. آقاعلیخانی، ب. امیری لاریجانی، و س. صوف زاده. ۱۳۹۴. مقایسه سیستم کشت مستقیم و نشایی برنج در استان مازندران: رقابت علف هرز، عملکرد و اجزای

نوبخت عزیزاده سبزواری، م.، م. آرمین، م. و جامی معینی. ۱۳۹۶. نقش دفعات وجین بر میزان کاهش مصرف علف کش در چغندر قند، فصلنامه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۱(۴۳)، ۶۶۷-۶۸۴.

Abd El Lateef, B.B., M.S. Mekki, A.B.D. El-Salam, and I.M. El-Metwally. 2021. Effect of different single herbicide doses on sugar beet yield, quality and associated weeds. Bulletin of the National Research Centre, 45: 1-9.

Guerra, N., É.S.B. Da Silva, A.M. Tavares, A. Carlet, and A.M. de Oliveira Neto. 2016. Weed interference in beet crop in direct sowing and transplanted [Interferência de plantas daninhas na cultura da beterraba em semeadura direta e transplantada.]. Agro@mbiente On-line, 10(3): 235-242 .

Karbalaeei, S., A. Mehraban, H.R. Mobasser, and Z. Bitarafan. 2012. Sowing date and transplant root size effects on transplanted sugar beet in spring planting. Annals of Biological Research, 3(7): 3474-3478.

عملکرد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۲(۳): ۴۶۳-۴۷۵.

قیناگی، پ.، میرمحمودی، ت. و خلیلی اقدم، ن. ۱۴۰۲. دوره بحرانی کنترل علف هرز و تاثیر آن بر خصوصیات زراعی چغندر قند. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهی، ۱۴(۱۴): ۱۷-۳۰.

لطفی کیوانلو، ع. و م. آرمین. ۱۳۹۶. تأثیر سن و تاریخ انتقال نشا بر ویژگی‌های کمی و کیفی چغندر قند. علوم گیاهان زراعی، ۴۸(۱): ۲۹۱-۳۰۱.

مهر اندیش، م.، م. گلوی، م. رمرودی، و م. آرمین. ۱۴۰۰. تاثیر نظام‌های مختلف تغذیه بر ویژگی‌های کمی و کیفی چغندر قند در شیوه‌های مختلف کشت. مجله به زراعی کشاورزی، ۲۳(۱): ۷۲-۵۹.

نصری، ر. کاشانی، ع.، س. صادقیان کلهر، و د. حبیبی. ۱۳۹۰. خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند پاییزه در دو روش کشت مستقیم و انتقال نشاء گلدانی در اراضی شور اهواز، فصلنامه زراعت و اصلاح نباتات، ۷(۴): ۲۵-۳۹.

and Canada. *Weed Technology*, 32(6): 749-753.

Tayyab, M., A. Wakeel, M.U, Mubarak, A. Artyszak, S. Ali, E.E. Hakki, K. Mahmood, B. Song, and M. Ishfaq . 2023. Sugar beet cultivation in the tropics and subtropics: challenges and opportunities. *Agronomy*, 13(5): 1213.

Khozaei, M., A.A. Kamgar Haghighi, S. Zand Parsa, A.R. Sepaskhah, F. Razzaghi, V. Yousefabadi, and Y. Emam. 2020. Evaluation of direct seeding and transplanting in sugar beet for water productivity, yield and quality under different irrigation regimes and planting densities. *Agricultural Water Management*, 238: 106230.

Kotlánová, B., P. Hledík, S. Hudec, P. Martínez Barroso, M.D. Vaverková, M. Jiroušek, and J. Winkler. 2024. The Influence of Sugar Beet Cultivation Technologies on the Intensity and Species Biodiversity of Weeds. *Agronomy*, 14(2): 390-405.

Kulan, E.G., and M.D. Kaya .2023. Effects of Weed-Control Treatments and Plant Density on Root Yield and Sugar Content of Sugar Beet. *Sugar Tech*, 25(4): 805-819.

Soltani, N., J.A. Dille, D.E. Robinson, C.L. Sprague, D.W. Morishita, N.C. Lawrence, A.R. Kniss, P. Jha, J. Felix, R.E. Nurse, and P.H. Sikkema. 2018. Potential yield loss in sugar beet due to weed interference in the United States



تأثیر مدت نگهداری بذور تولید شده تحت تنش خشکی بر قابلیت جوانه‌زنی ارقام سویا

[*Glycine max* (L.) Merr.] در منطقه کرج

آیت شیرود نجفی^۱، آیدین حمیدی^{۲*}، جهانفر دانشیان^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، 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: ۱۴۰۴/۳/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱/۱۹

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مدت نگهداری بذر و اعمال تنش خشکی در مدت تشکیل بذر بر قابلیت جوانه‌زنی و برخی ویژگی‌های مرتبط سه رقم تجاری سویا، پژوهشی در مزرعه ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و آزمایشگاه تجزیه بذر مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام شد. بدین منظور، آزمون جوانه‌زنی استاندارد برای بذرهای تازه برداشت شده و انبار شده به مدت یک سال سه سویای تجاری صبا (L17)، همیلتون و ویلیامز که تحت اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری به صورت آبیاری در مرحله پر شدن بذر پس از ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A تولید شده بودند، اجرا گردید. سپس درصد گیاهچه‌های عادی، متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی روزانه، شاخص‌های طولی و وزنی بنیه گیاهچه تعیین شدند. نتایج نشان داد که افزایش شدت تنش خشکی اعمال شده بر گیاه مادری در دوره تشکیل بذر و نیز نگهداری بذر به مدت یک سال سبب کاهش شاخص‌های ارزیابی شده قابلیت جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه شده و رقم صبا (L17) از توانایی حفظ بهتر قابلیت جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه در شرایط مورد بررسی برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: آزمون جوانه‌زنی استاندارد، انبار کردن، تنش خشکی، سویا

مقدمه

از زمانی که بشر به اهلی کردن گیاهان پرداخت نگهداری بذر از اهمیت خاصی برخوردار بود. از زمان آغاز کشاورزی، کشاورزان مجبور بودند بذره‌های خودشان را از یک فصل رشد برای فصل رشد بعدی (به عبارت دیگر انبارداری کوتاه مدت به‌طور معمول ۳ تا ۱۸ ماه) نگهداری کنند. همچنین برخی اوقات لازم بود بذرها برای چندین سال (تا ۶ سال) نگهداری شوند در مقایسه با آن، در بانک ژن لازم است که قوه‌نامیه^۱ (قابلیت حیات) بذر برای دوره‌های نامشخص (۱۰ تا ۱۰۰ سال یا بیشتر) حفظ شود (Kumar et al., 2024). در صنعت تولید بذر نیز، اغلب به دلیل تقاضای محدود برای کشت، وقوع شرایط غیرمنتظره نامناسب آب و هوایی و همچنین برای جلوگیری از عدم دسترسی به بذر ارقام موردنظر برای کشت، از بذرهایی که برای دو یا چند سال ذخیره شده‌اند، ممکن است استفاده شود (Matsue et al., 2005). حال با استفاده از آزمون‌های ارزیابی

کیفیت بذر می‌توان قبل از کاشت بذرها توسط کشاورزان تصویر نسبتاً روشنی از آنچه پس از کشت بذرها در مزرعه پیش خواهد آمد داشت. این آزمون‌ها اغلب برای ارزیابی قابلیت جوانه‌زنی، بنیه بذر^۲، چگونگی واکنش بذور به تنش‌های سرمایی و گرمایی و ارزیابی گیاهچه‌های حاصل از آن بذور مورد استفاده قرار می‌گیرند (Hamidi, 2022).

سویا [*Glycine max* (L.) Merril.] در میان گیاهان روغنی یک گیاه منحصر به فرد است چون علاوه بر دارا بودن روغن و پروتئین بالا در دانه، کنجاله آن نیز برای تغذیه طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد (Singh, 2010). استفاده از توده‌های بذر با کیفیت بالا یکی از عوامل مهم در موفقیت زراعت می‌باشد، زیرا سبز شدن یکنواخت و سریع گیاهچه شانس استقرار بیشتر گیاه و تراکم بالاتر را در پی دارد که در نتیجه منجر به افزایش عملکرد می‌شود. از این رو تولید بذره‌ای با کیفیت بالا و حفظ کیفیت آن امری بسیار مهم برای تولیدکنندگان بذر و

^۱ - Viability^۲ - Seed Vigor

همچنین کشاورزان می‌باشند. کیفیت بذر شامل ویژگی‌های فیزیکی، فیزیولوژیکی و سلامتی است. علاوه بر این، جنبه‌های قابل توجه کیفیت بذر شامل جوانه‌زنی و بنیه بذر می‌شود (Hamidi, 2022). کیفیت بذر سویا در دوره‌های قبل و بعد از برداشت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بذر با کیفیت جوانه‌زنی و بنیه بذر بالا که تعداد کافی را بوته در مزرعه را فراهم می‌کند، اساس رشد و نمو و تولید موفق محصول سویا است. نگهداری بذر یکی از عوامل مهم مؤثر بر کیفیت بذر است. زوال بذر بلافاصله پس از رسیدن محصول به مرحله بلوغ فیزیولوژیکی آغاز می‌شود. میزان زوال بذر در طول انبارداری به گونه، محتوای بذر، تیمار بذر، محیط انبار، مدت زمان انبارداری و کیفیت اولیه بذرهای انبار شده بستگی دارد (Dadlani et al., 2023). حفظ کیفیت بذر در طول انبارداری به دلیل مشکل از دست دادن سریع کیفیت بذر، مهم‌ترین چالش در این محصول است. در میان عوامل مؤثر بر زوال بذر، دما و رطوبت بذر از نظر از دست دادن قوه‌نامیه در طول انبارداری از همه مهم‌تر هستند و در نهایت بر

بنیه و پتانسیل جوانه‌زنی بذر تأثیر می‌گذارند. از همه مهم‌تر، زوال بذر یک فرآیند کاتابولیک برگشت‌ناپذیر است که پس از وقوع، قابل برگشت نیست. با این حال، عمر مفید بذر و همچنین میزان زوال آن تا حد زیادی به گونه و ژنوتیپ بستگی دارد (Del Bem Jr. et al., 2020). سویا عموماً به عنوان گونه‌ای با بنیه بذر ضعیف، عمر کوتاه مدت و مستعد آسیب مکانیکی در نظر گرفته می‌شود، بنابراین کیفیت آن تا حد زیادی به مرحله بلوغ بستگی دارد که با طول عمر آن در طول ذخیره‌سازی مرتبط است (Shelar et al., 2008).

تغییرات شرایط محیطی مانند دوره نوری، آب، وضعیت مواد مغذی و تابش خورشیدی می‌تواند بر رشد و نمو گیاه تأثیر بگذارد. وامل متعددی از قبیل عوامل ژنتیکی، شرایط محیطی طی دوره تشکیل بذر، شرایط محیطی در فاصله بین رسیدگی فیزیولوژیک تا رسیدگی برداشت و شرایط انبارداری بر کیفیت بذر تأثیرگذار هستند (Pirredda et al., 2024). وقوع تنش خشکی^۱ در دوره

^۱ - Drought Stress

رشد گیاهان زراعی امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. عکس‌العمل گیاهان مختلف و حتی رقم‌های مختلف از یک گیاه نسبت به تنش خشکی متفاوت است. بنابراین ارزیابی خصوصیات بذر و رشد گیاهچه‌های حاصل از آن در مزرعه میزان مرغوبیت بذر را تعیین خواهد نمود (Yigit *et al.*, 2016). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که برخی از اثرات عوامل تنش‌زای محیطی قابل انتقال به نسل بعدی هستند. شرایط محیطی بر اندازه بذر، غلظت هورمون‌های تنش در بذر و سرعت جوانه‌زنی تأثیر می‌گذارند. غلظت بالای هورمون‌های تنش در بذر ممکن است از طریق فعال‌سازی ژن‌های کنترل‌شده توسط عنصر پاسخ‌دهنده به اسید آبسزیک، بر فیزیولوژی و بیان فنوتیپی تأثیر بگذارد. علاوه بر این، مکانیسم‌های اپی‌ژنتیکی که بدون تغییر توالی DNA اصلی، بر فعالیت ژن تأثیر می‌گذارند، به نسل‌های متوالی منتقل می‌شوند و منجر به تغییرات فنوتیپی در نتاج می‌شوند. (Wijewardana *et al* 2019) اثرات اعمال تنش خشکی تحت شرایط

کنترل‌شده به‌صورت رطوبت خاک، یعنی ۱۰۰، ۸۰، ۶۰، ۴۰ و ۲۰ درصد تبخیر و تعرق (ET) در طول رشد زایشی بر روی گیاه والد ارقام مختلف سویا بر جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه سویای نسل بعدی بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد، تنش رطوبت خاک بر روی گیاه والد باعث کاهش وزن بذر و دخایر غذایی آن و سرعت جوانه‌زنی بذر، حداکثر جوانه‌زنی بذر و کارکرد کلی گیاهچه-های بذرها در نسل بعدی شد و با افزایش سطح تنش خشکی این اثرات تشدید شد. بنابراین، تأمین بهینه آب در طول دوره تشکیل بذر سویا برای دستیابی تولیدکنندگان بذر به کیفیت جوانه‌زنی بذر و بنیه بذر و گیاهچه بهینه می‌گردد. مشخص شده که، بذرهای رقم ویلیامز در خلال مراحل فرآیند پس از برداشت نسبت به رقم صبا (L17) از قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بهتری برخوردار بودند (Hamidi *et al.*, 2020). شرایط نامساعد انبار منجر به زوال و کاهش کیفیت بذرها در طی انبارداری می‌گردند که شدت آن به شرایط محیطی در

دیگری را نیز به قوانین خود اضافه کرد و بیان داشت برای انبارداری مناسب بذرها، مجموع دما برحسب درجه فارنهایت و رطوبت نسبی انبار نباید بیشتر از ۱۰۰ باشد (Ehteshami *et al.*, 2016). اما این قوانین اطلاعات دقیقی از رابطه دما، رطوبت بذر و طول عمر بذر در اختیار ما قرار نمی‌دهد. درحالی‌که مشخص شدن قابلیت حیات یک توده بذر در شرایط انبارداری و در مدت معین دارای اهمیت می‌باشد (Nadarajan *et al.*, 2023). کاهش قوه‌نامیه و جوانه‌زنی بذرها در مدت انبارکردن و ذخیره‌سازی، خسارتی اتفاقی نیست و هر بذر به تدریج ضعیف می‌شود و جوانه‌زنی‌اش سرانجام از مقدار قبلی جوانه‌زنی‌های عادی در آزمون جوانه‌زنی، کمتر می‌شود.

ویژگی‌های رشد و نمو و تولید محصول سویا که از بذرهایی که برای دوره‌های مختلف در دمای ۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۰ درصد نگهداری شده بودند، اما جوانه‌زنی ۸۰ درصد یا بالاتر داشتند، در مقایسه با بذرهایی تازه برداشت شده (بذرهایی جدید) مورد بررسی قرار گرفت نشان داده شد که بذرهایی

طی انبارداری بستگی دارد (Kumar *et al.*, 2024). دما، رطوبت نسبی و متعاقباً رطوبت بذر و دوره انبارداری از مهم‌ترین عوامل موثر بر کیفیت بذر در طی انبارداری می‌باشند (Dadlani *et al.*, 2023). پیش‌بینی طول عمر بذر برای تولیدکنندگان بذر مهم است و پیش‌بینی آن در عمر (ماندگاری) بذر در انبار (انبارمانی) به درک روابط کمی بین زوال بذر، رطوبت بذر و دمای انبار بستگی دارد (Ranganathan and Groot, 2023). تلاش‌های متعددی برای کمی کردن رابطه بین شرایط انبار و قابلیت حیات بذر صورت گرفته است. هارینگتون^۱ برای پیش‌بینی قابلیت حیات بذرها قوانین ساده‌ای را ارائه داد وی بیان داشت که به ازای هر یک درصد کاهش رطوبت بذر، عمر بذر دو برابر می‌شود و همچنین بازای هر ۵ درجه سلسیوس کاهش دما، عمر بذر دو برابر می‌شود (Hamidi & Naderi Arefi, 2013). البته این قوانین تنها در رطوبت ۱۴-۵ درصد و دمای ۴۰-۰ درجه سلسیوس صادق است. همچنین هارینگتون قانون

^۱- Harington

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور مطالعه اثر مدت نگهداری (سن) بذر و اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری بر جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه سه رقم تجاری سویای: ۱- صبا (L17)، ۲- ویلیامز و ۳- همیلتون در سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و آزمایشگاه تجزیه بذر مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال در کرج اجرا شد. بدین منظور ابتدا در مزرعه تحقیقاتی ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج بذرهای طبقه مادری ۳ رقم تجاری مورد بررسی در شرایط اعمال تنش کم‌آبیاری بر گیاه مادری در دوره رشد زایشی (گل‌دهی و رسیدگی بذر) در سه سطح تیمار آبیاری گیاه مادری پس از ۵۰ (آبیاری مطلوب، تیمار شاهد)، ۱۰۰ (تنش خشکی خفیف) و ۱۵۰ (تنش خشکی شدید) میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A کشت شدند تا بذرهای طبقه گواهی‌شده این ارقام تولید شوند. همچنین

سویا که به مدت ۲ سال و ۷ ماه (بذرهای نسبتاً قدیمی) و ۷ سال و ۷ ماه (بذرهای قدیمی) با جوانه‌زنی بیش از ۸۰ درصد در انبار نگهداری شده بودند، عملاً قابل کشت بوده و رشد و نمو و تولید عملکرد و محصول مطلوبی برخوردار بودند. با این حال، بذرهای سویا که بیش از ۱۰ سال نگهداری شده بودند از قابلیت تولید عملکرد در مزرعه کمتری از بذرهای جدید برخوردار بودند (Matsue et al., 2005). نشان داده شده است که اثر اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری از مرحله ۶-۸ برگی تا انتهای دوره رشد زایشی و رسیدگی فیزیولوژیک بر جوانه‌زنی و بنیه بذر ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف سویا مؤثر است (Hamidi et al., 2016). بنابراین هدف این پژوهش بررسی اثر مدت نگهداری بر قابلیت جوانه‌زنی و برخی ویژگی‌های مرتبط بذرهای تولید شده تحت تنش خشکی سه رقم سویای تجاری با آزمون جوانه‌زنی استاندارد بود.

شدند. در پایان دوره اجرای آزمون گیاهچه-های ایجاد شده طبق معیارهای انجمن بین-المللی آزمون بذر (ISTA) مورد ارزیابی قرار گرفت (Don & Ducournau, 2018) و تعداد گیاهچه‌های عادی به‌عنوان جوانه‌زنی نهایی بذر تعیین گردیدند.

و همچنین با استفاده از داده‌های شمارش روزانه تعداد گیاهچه‌های جوانه‌زده شاخص-های مرتبط با جوانه‌زنی و بنیه بذر شامل متوسط زمان جوانه‌زنی^۲، ضریب سرعت جوانه‌زنی^۳، متوسط جوانه‌زنی روزانه^۴ و سرعت جوانه‌زنی روزانه^۵ به شرح زیر تعیین شدند:

متوسط زمان جوانه‌زنی که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی بذر در هر کرت آزمایشی محسوب می‌گردد از روی رابطه زیر محاسبه گردید:

$$MTG = \frac{\sum(nd)}{\sum n}$$

در این رابطه: n = تعداد بذرهای جوانه‌زده در d روز، d = تعداد روزها و n = کل تعداد

برای ارزیابی اثر مدت نگهداری (سن بذر) بر جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه، بذرهای تازه برداشت شده (سال ۱۴۰۱) و یک سال انبار شده (سال ۱۴۰۲) در انبار نگهداری نمونه-های بذر مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال در دمای اتاق (۲۰ درجه سلسیوس) تحت آزمون جوانه‌زنی استاندارد با آزمایش فاکتوریل ۳ عاملی (۳ رقم تجاری سویا ۳× سطح اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری ۲× مدت نگهداری) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار قرار گرفتند.

به‌منظور اجرای آزمون جوانه‌زنی استاندارد طبق استاندارد جوانه‌زنی انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA)^۱، تعداد ۱۰۰ بذر به-صورت ۴ تکرار ۲۵ بذری در بستر لابلای کاغذ جوانه‌زنی کشت شده و سپس درون جعبه-های پلاستیکی قرار داده شدند و بعد به-مدت ۷ روز درون ژرمیناتور تحت دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند (ISTA, 2023). در طی دوره آزمون به‌طور روزانه بذرهای کشت شده مورد بازدید قرار گرفته و تعداد بذرهای جوانه‌زده یادداشت برداری

^۲ - Final Germination Percent (FGP)

^۳ - Mean Time to Germination (MTG)

^۴ - Coefficient of Velocity of Germination (CVG)

^۵ - Mean Daily Germination (MDG)

^۶ - Daily Germination Speed (DGS)

^۱ - International Seed Testing Association (ISTA)

بذرهای جوانه‌زده می‌باشند (Ranal and De Santana, 2006).

ضریب سرعت جوانه زنی، مشخصه شتاب جوانه زنی بذرهای می‌باشد از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$CVG = \frac{G1+G2+...+Gn}{(1 \times G1) + (2 \times G2) + ... + (n \times Gn)}$$

که در رابطه اخیر $G1-Gn$ تعداد بذرهای جوانه‌زده از روز اول تا آخر آزمون می‌باشد (Ranal and De Santana, 2006).

متوسط جوانه‌زنی روزانه که شاخصی از تعداد بذر جوانه‌زده روزانه می‌باشد، از رابطه زیر تعیین گردید:

$$MDG = \frac{FGP}{D}$$

که در این رابطه FGP درصد جوانه‌زنی نهایی (قابلیت جوانه‌زنی) و d تعداد روزها تا رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی (طول دوره اجرای آزمون) می‌باشد (Ranal & De Santana, 2006).

سرعت جوانه‌زنی روزانه این شاخص عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه بوده، و مشخصه سرعت جوانه‌زنی روزانه می‌باشد که از رابطه زیر محاسبه گردید (Ranal & De Santana, 2006)

$$DGS = \frac{1}{MDG}$$

به‌منظور ارزیابی بنیه گیاهچه‌ها آزمون تجزیه و تحلیل رشد گیاهچه^۱ با اندازه‌گیری طول و وزن خشک گیاهچه و شاخص‌های طولی^۲ و وزنی^۳ بنیه گیاهچه انجام شد. بدین‌منظور در پایان دوره آزمون جوانه‌زنی استاندارد از هر تکرار مربوط به هر تیمار تعداد ۱۰ گیاهچه عادی به‌طور تصادفی انتخاب و جدا گردیدند و طول و وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری شده و شاخص‌های طولی و وزنی بنیه گیاهچه با استفاده از روابط زیر شاخص بنیه بذر تعیین گردیدند.

^۱- Seedling Growth Analyses and Evaluation Test

^۲- Seedling Length Vigor Index

^۳-Seedling Weight Vigor Index

شاخص طولی بنیه گیاهچه = (میانگین طول ساقه اولیه + میانگین طول ریشه اولیه) × قابلیت جوانه‌زنی

شاخص وزنی بنیه گیاهچه = وزن خشک گیاهچه × قابلیت جوانه‌زنی

برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد، و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون توکی در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های بررسی اثر مدت نگهداری (سن) بذور و اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری (تنش خشکی) مشخص نمود اثر متقابل سن بذور × تنش خشکی و رقم × تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی نهائی معنی‌دار بود. همچنین اثرات متقابل سن بذور × رقم و سن بذور × تنش خشکی بر متوسط زمان جوانه‌زنی معنی‌دار بود. اثر متقابل سن بذور × رقم × تنش خشکی برای ضریب سرعت جوانه‌زنی و متوسط جوانه‌زنی روزانه معنی‌دار شد و اثر متقابل سن بذور × تنش خشکی برای

سرعت جوانه‌زنی روزانه معنی‌دار بود. اثر سن (مدت نگهداری) بذور و تنش خشکی (اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری) نیز بر طول گیاهچه معنی‌دار بود. وزن خشک گیاهچه ارقام مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با یدیدگرد داشتند و اثر تنش خشکی بر وزن خشک گیاهچه نیز معنی‌دار بود. ارقام بررسی شده از نظر شاخص طولی بنیه گیاهچه معنی‌دار بود و اثر متقابل سن بذور × تنش خشکی بر شاخص طولی بنیه گیاهچه معنی‌دار شد. همچنین شاخص وزنی بنیه گیاهچه فقط تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۱).

درصد گیاهچه‌های عادی

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سن بذور × تنش خشکی و رقم × تنش خشکی مشخص نمود بذورهای تازه برداشت شده (سال اول) رقم صبا (L17) با درصد جوانه‌زنی نهایی ۸۵/۶۷۰ درصد و بذورهای رقم صبا (L17) تولید شده با آبیاری گیاه مادری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (آبیاری مطلوب به عنوان تیمار شاهد) با درصد جوانه‌زنی نهایی ۸۵/۵۰۰

درصد، دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی نهایی و بالاتر از استاندارد ملی قوه‌نامیه (درصد جوانه‌زنی) بذر سویا به میزان حداقل ۸۰ درصد (www.spcrri.ir) بودند. همچنین بذره‌های ارقام صبا (L17) و ویلیامز تولید شده با آبیاری گیاه مادری پس از ۱۰۰ میلی-متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (تنش خشکی خفیف) به ترتیب با ۸۳/۵۰۰ و ۸۱/۵۰۰ درصد جوانه‌زنی نهائی با بذره‌های رقم صبا (L17) تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۲). بیشترین قابلیت جوانه زنی بذره‌های ارقام سویای بررسی شده به میزان ۸۷/۲۵ درصد مربوط به بذره‌های تولید شده در شرایط آبیاری مطلوب (آبیاری گیاه مادری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) بود (Tajik et al., 2009). اجرای آزمون جوانه‌زنی استاندارد نشان داد، بذره‌های سویای تولید شده در شرایط آبیاری مطلوب (آبیاری گیاه مادری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) رقم منوکین و بذره‌های تولید شده در شرایط تنش خشکی متوسط و شدید

(به ترتیب آبیاری گیاه مادری پس از ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) رقم ویلیامز درصد گیاهچه عادی بیشتری داشتند (Hadi et al., 2010). با بررسی اثر تنش خشکی متوسط و شدید (به- ترتیب آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) در مقایسه با آبیاری مطلوب یا تنش خشکی ملایم (آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به عنوان شاهد) بر جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچه گیاه والد مادری شش رقم تجاری سویا شامل ویلیامز، صبا (L17)، M9، M11، کلارک و زان با آزمون جوانه‌زنی استاندارد مشخص شد، با افزایش شدت تنش خشکی بر گیاه مادری درصد گیاهچه‌های عادی کاهش یافت و بیشترین درصد گیاهچه‌های عادی مربوط به بذره‌های تولید شده رقم صبا (L17) تحت تنش خشکی ۱۰۰ میلی‌متر تشتک تبخیر کلاس A بود (Mortazavi et al., 2017). همچنین، شاخص ظهور گیاهچه در مزرعه با افزایش شدت تنش خشکی بر گیاه مادری

کاهش نشان داد. با افزایش زوال بذر سویای، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت کاهش یافته که نتیجه آن افزایش پراکسیداسیون لیپید و افزایش هدایت الکتریکی مواد نشت یافته از بذربوده و موجب کاهش شدید قوه‌نامیه و جوانه زنی بذور می‌گردد (Mehravari *et al.*, 2014).

متوسط زمان جوانه‌زنی

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سن بذر × رقم برای متوسط زمان جوانه‌زنی نشان داد که به-جز بذرهای رقم همیلتون تولید شده در سال اول که از بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی (۲/۴۰۶ روز) برخوردار بود متوسط زمان جوانه‌زنی بقیه ارقام کمتر و در یک گروه آماری قرار گرفتند و بذرهای رقم ویلیام تولید شده در سال اول از کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی (۲/۱۹۱b روز) برخوردار بودند (جدول ۲). تفاوت معنی‌دار متوسط جوانه‌زنی بذرهای ارقام بررسی شده سویا مشاهده شد (Pasandideh *et al.*, 2014). بذرهای سویای رقم ویلیامز تولید شده با آبیاری گیاه مادری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک

تبخیر کلاس A دارای کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی بودند (Vaseei Kashani *et al.*, 2015). متوسط زمان جوانه‌زنی معیاری برای ارزیابی مدت و سرعت جوانه‌زنی برای ارزیابی بنیه بذر است و هرچه مقدار آن کمتر باشد بیانگر جوانه‌زنی بذر در مدت کوتاه‌تری است که سرعت بیشتر جوانه‌زنی بذر را نشان می‌دهد (Ranal *et al.*, 2006).

ضریب سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سن بذر × رقم × تنش خشکی برای ضریب سرعت جوانه‌زنی مشخص کرد بذرهای رقم همیلتون تولید شده در سال اول با آبیاری گیاه مادری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (شاهد) دارای بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی به میزان ۴/۹۴۳ بودند (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات انبارداری و تنش خشکی بر صفات مورد بررسی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد و تجزیه و تحلیل گیاهچه بذرهای سه رقم تجاری سویا در آزمایشگاه

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد	متوسط	ضریب	متوسط	سرعت	طول	وزن خشک	شاخص طولی	شاخص وزنی
SOV	df	گیاهچه‌های عادی	زمان	سرعت	جوانه‌زنی روزانه	جوانه‌زنی روزانه	گیاهچه	گیاهچه	بنیه	بنیه
میانگین مربعات (MS)										
سن بذر	۱	۲۴/۵ ^{n.s}	۰/۰۰۴ ^{n.s}	۰/۰۰۳ ^{n.s}	۱۹/۹۵ ^{n.s}	۰/۰۰۳ ^{n.s}	۱۹۰/۴۱۸ ^{**}	۵۱۳۴/۲۲۳ ^{n.s}	۱۶۰۸۴۴۶/۷۲۲ ^{**}	۰/۵۹۸ ^{n.s}
خطا	۶	۳۴/۲۰۴	۰/۰۳۹	۰/۱۷۱	۱۲۷/۶۲۱	۶/۳۶۸	۴/۵۵۵	۱۱۳۰۱/۸۸۸	۱۱۲۸۸۹/۹۵۳	۱۷۰/۵۲۲
رقم	۲	۱۷۷/۰۵۶ [*]	۰/۰۹۴ ^{**}	۰/۲۷۳ [*]	۳۱/۱ ^{n.s}	۰/۲۲۵ ^{n.s}	۱۰/۱۵۳ ^{n.s}	۲۴۳۶۷/۰۵۶ [*]	۳۷۹۹۳۲/۱۴۳ [*]	۲۰۶/۹۹۴ ^{n.s}
سن بذر × رقم	۲	۵۰/۱۶۷ ^{n.s}	۰/۰۸۱ [*]	۰/۲۴۵ [*]	۱۱/۰۳۱ ^{n.s}	۲/۱۱۷ ^{n.s}	۹/۴۵۳ ^{n.s}	۱۳۵۳۶/۰۵۶ ^{n.s}	۱۱۲۶۰۳/۵۵۳ ^{n.s}	۵۲/۵۴۶ ^{n.s}
تنش خشکی	۲	۱۵۸/۷۲۲ [*]	۰/۶۶۶ ^{**}	۲/۴۴۴ ^{**}	۵۱۵/۹۲۴ ^{**}	۳۱/۲۷ ^{**}	۱۵۵/۰۰۱ ^{**}	۲۳۳۸۲۳/۰۱۴ ^{**}	۴۳۵۵۵۰/۷۹۲ [*]	۷۸۶/۹۶۱ ^{**}
سن بذر × تنش خشکی	۲	۳۹۶/۵ ^{**}	۰/۱۷۴ ^{**}	۰/۵۵۹ ^{**}	۱۰۰/۶۴۱ ^{n.s}	۶/۷۶۵ [*]	۴/۴۸۷۱ ^{n.s}	۴۶۹۰/۸۴۸ ^{n.s}	۳۲۰۹۷۳/۱۹۴ [*]	۷۸۶/۰۰۱ ^{n.s}
رقم × تنش خشکی	۴	۱۶۰/۷۲۲ ^{**}	۰/۰۳۸ ^{n.s}	۰/۱۱۸ ^{n.s}	۴۲/۱۲۶ ^{n.s}	۱/۹۶۷ ^{n.s}	۵/۰۹۹ ^{n.s}	۷۰۲۵/۹۰۹ ^{n.s}	۱۳۴۹۴۵/۵۴۳ ^{n.s}	۸۱/۵۴۲ ^{n.s}
سن بذر × رقم × تنش خشکی	۴	۷۳/۱۶۷ ^{n.s}	۰/۰۸۱ ^{n.s}	۰/۲۳۵ [*]	۱۱۴/۲۸۶ [*]	۳/۲۴۶ ^{n.s}	۶/۹۸۷ ^{n.s}	۸۷۵۶/۸۶۸ ^{n.s}	۳۳۲۷۰/۳۰۸ ^{n.s}	۱۷۵/۷۲۶ ^{n.s}
خطای کل	۴۸	۳۴/۲۰۴	۰/۰۱۶	۰/۰۶۸	۳۳/۵۷۳	۱/۸۹۷	۴/۷۵۷	۵۶۶۱/۳۱۶	۹۱۵۶۸/۳۵۸	۷۱/۷۹۲
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۴۶	۵/۶۵	۵/۵۸	۵/۷۶	۲۶/۱۲	۷/۵۷	۱۴/۷۸	۱۳/۳۶	۲۱/۷۶

^{n.s} غیرمعنی‌دار* و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج و یک درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات مورد بررسی در آزمون تجزیه و تحلیل جوانه زنی گیاهچه در آزمایشگاه.

تیمار		صفات						تیمار		صفات	
سن	رقم	تنش	درصد	متوسط زمان	سرعت	شاخص طولی	سن	رقم	تنش	ضریب	متوسط
بذر		خشکی	گیاهچه‌های	جوانه زنی (روز)	جوانه زنی	بنیه	بذر		خشکی	سرعت	جوانه زنی
(سال)		(میلی متر)	عادی		روزانه (بذر/روز)	گیاهچه	(سال)		(میلی متر)	جوانه زنی	روزانه (بذر/روز)
۱	صبا (L17)	-	-	۲/۲۰۴b*	-	-	۱	صبا (L17)	۵۰	۴/۷۴۰abc	۲۵/۵۲۰abc
۱	ویلیامز	-	-	۲/۱۹۱b	-	-	۱	صبا (L17)	۱۰۰	۴/۸۸۰ab	۳۰/۸۳۰ab
۱	همیلتون	-	-	۲/۴۰۶a	-	-	۱	صبا (L17)	۱۵۰	۴/۱۶۰cd	۱۷/۰۵۰bc
۲	صبا (L17)	-	-	۲/۲۴۸b	-	-	۱	ویلیامز	۵۰	۴/۹۱۰ab	۲۵/۳۰۰abc
۲	ویلیامز	-	-	۲/۲۴۹b	-	-	۱	ویلیامز	۱۰۰	۴/۶۳۰abc	۲۳/۲۰۰abc
۲	همیلتون	-	-	۲/۲۵۰b	-	-	۱	ویلیامز	۱۵۰	۴/۱۹۳c	۱۶/۰۰۰bc
۱	-	۵۰	۸۵/۶۷۰a	۲/۰۰۷d	۶/۹۰۲a	۲۶۴۱/۰۰۰a	۱	همیلتون	۵۰	۴/۹۴۳a	۳۴/۶۵۰a
۱	-	۱۰۰	۸۳/۵۰۰bc	۲/۱۸۲cd	۴/۶۴۶bc	۲۴۵۳/۰۰۰ab	۱	همیلتون	۱۰۰	۴/۲۴۷bc	۲۰/۷۰۰abc
۱	-	۱۵۰	۷۶/۳۳۰c	۲/۵۴۹a	۴/۲۸۴bc	۲۱۴۹/۰۰۰bc	۱	همیلتون	۱۵۰	۴/۴۹۵d	۱۳/۹۳۰c
۲	-	۵۰	۷۵/۶۷۰c	۲/۱۷۰cd	۵/۶۹۰ab	۲۱۰۸/۰۰۰bc	۲	صبا (L17)	۵۰	۴/۷۱۰abc	۲۶/۷۵۰abc
۲	-	۱۰۰	۸۴/۳۰۰ab	۲/۲۴۶bc	۴/۶۰۴bc	۲۱۵۹/۰۰۰bc	۲	صبا (L17)	۱۰۰	۴/۴۶۰abc	۲۱/۸۵۰abc
۲	-	۱۵۰	۸۳/۷۶۰c	۲/۳۳۸b	۳/۷۹۴c	۲۰۸۰/۰۰۰c	۲	صبا (L17)	۱۵۰	۴/۱۹۰c	۱۷/۱۰۰bc
-	-	۵۰	۸۵/۵۰۰a	-	-	-	۲	ویلیامز	۵۰	۴/۵۵۰abc	۲۰/۹۵۰abc
-	-	۱۰۰	۸۳/۵۰۰a	-	-	-	۲	ویلیامز	۱۰۰	۴/۵۷۰abc	۲۵/۸۳۰abc
-	-	۱۵۰	۷۶/۲۰۰ab	-	-	-	۲	ویلیامز	۱۵۰	۴/۲۴۵bc	۱۵/۸۰۰bc
-	-	۵۰	۷۷/۵۰۰ab	-	-	-	۲	همیلتون	۵۰	۴/۶۰۰abc	۲۲/۶۵۰abc
-	-	۱۰۰	۸۱/۵۰۰a	-	-	-	۲	همیلتون	۱۰۰	۴/۳۲۰abc	۲۳/۲۷۰abc
-	-	۱۵۰	۷۰/۵۰۰b	-	-	-	۲	همیلتون	۱۵۰	۴/۴۱۰abc	۲۳/۵۰۰abc
-	-	۵۰	۷۹/۰۰۰ab	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	۱۰۰	۷۹/۰۰۰ab	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	۱۵۰	۸۳/۰۰۰a	-	-	-	-	-	-	-	-

* اعدادی که دارای حروف مشابه هستند با آزمون توکی در سطح احتمال آماری ۵ درصد، درگروه آماری مشابهی قرار دارند.

ضریب سرعت جوانه‌زنی به میزان ۴/۹۴۳ بودند (جدول از تشتک تبخیر کلاس A) و تنش خشکی (۲). ضریب سرعت جوانه‌زنی معیاری از سرعت جوانه - متوسط (آبیاری گیاه مادری پس از ۱۰۰ زنی بذر برای ارزیابی بنیه بذر می‌باشد (Ranal et al., 2006) میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و (al., 2006). ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر در ارقام رقم ویلیامز حاصل از شرایط مختلف آبیاری مختلف مورد بررسی سویا با افزایش شدت تنش متوسط جوانه‌زنی روزانه بیشتری داشتند و در خشکی، کاهش یافت و بیشترین ضریب سرعت نتیجه جوانه‌زنی نهایی بالاتری را نیز کسب جوانه‌زنی مربوط به تیمار آبیاری گیاه مادری پس نمودند (Hadi et al., 2010). متوسط از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بود جوانه‌زنی روزانه یکی از معیارهای ارزیابی سرعت جوانه‌زنی برای ارزیابی بنیه بذر می‌باشد (Tajik et al., 2009).

باشد (Ranal et al., 2006).

متوسط جوانه‌زنی روزانه

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سن بذر × تنش خشکی بر متوسط جوانه‌زنی روزانه نشان داد بذرهای رقم همیلتون تولید شده در سال اول با آبیاری گیاه مادری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (شاهد) دارای بیشترین متوسط جوانه‌زنی روزانه به مقدار ۳۴/۶۵۰ بذر در روز بود (جدول ۲). با اجرای آزمون جوانه‌زنی استاندارد، مشاهده شد بذرهای تولید شده سویای رقم منوکین در شرایط آبیاری مطلوب آبیاری گیاه مادری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر	مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سن بذر × تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی روزانه مشخص نمود بذرهای تولید شده در سال اول با آبیاری گیاه مادری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (شاهد) از بیشترین سرعت جوانه‌زنی روزانه (۶/۹۰۲ بذر/روز) برخوردار بودند و با افزایش شدت تنش خشکی سرعت جوانه‌زنی روزانه کاهش یافت و سرعت جوانه‌زنی روزانه بذرهای تولید شده در سال اول بیشتر بود (جدول ۲). با اجرای
--	--

آزمون جوانه‌زنی استاندارد، مشاهده گردید که بذره‌ای تولید شده سویای رقم منوکین در شرایط آبیاری مطلوب آبیاری گیاه مادری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و تنش خشکی متوسط (آبیاری گیاه مادری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و رقم ویلیامز حاصل از شرایط مختلف آبیاری سرعت جوانه‌زنی روزانه بیشتری داشتند و در نتیجه جوانه‌زنی نهایی بالاتری را نیز کسب نمودند (Hadi et al., 2010). مشاهده شده که بذره‌ای سویای رقم ویلیامز دارای بیشترین سرعت جوانه‌زنی روزانه بود (Vaseei et al., 2015). سرعت جوانه‌زنی روزانه یکی از معیارهای ارزیابی سرعت جوانه‌زنی برای ارزیابی بنیه بذر می‌باشد (Ranal et al., 2006).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد بررسی در آزمون تجزیه و تحلیل جوانه زنی گیاهچه در آزمایشگاه

تیما			صفات			
سن	رقم	تنش	طول	وزن خشک	شاخص طولی	شاخص وزنی
بذر		خشکی	گیاهچه	گیاهچه	بنیه	بنیه
(سال)		(میلی‌متر)	(سانتی‌متر)	(میلی گرم)	گیاهچه	گیاهچه
۱	-	-	۳۰/۴۲۰a	-	-	-
۲	-	-	۲۷/۱۷۰b	-	-	-
-	صبا (L17)	-	-	۴۷۲/۲۰۰c	۲۳۴۹/۰۰۰a	-
-	ویلیامز	-	-	۵۲۸/۳۰۰b	۲۱۲۰/۰۰۰۰b	-
-	همیلتون	-	-	۵۲۶/۴۰۰a	۲۳۲۶/۰۰۰ab	-
-	-	۵۰	۳۱/۴۱۰a	۴/۷۴۵a	-	۴۶/۴۰۰a
-	-	۱۰۰	۲۸/۶۵۰b	۴/۵۲۳b	-	۳۹/۴۲۰b
-	-	۱۵۰	۲۶/۳۴۰c	۴/۱۱۶c	-	۳۲/۹۸۰c

*در هر صفت اعدادی که دارای حروف مشابه هستند با آزمون توکی در سطح احتمال آماری ۵ درصد، در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

طول گیاهچه

از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

(شاهد) به ترتیب با طول گیاهچه ۳۰/۴۲۰

سانتی‌متر و ۳۱/۴۱۰ سانتی‌متر از بیشترین

بذره‌ای تازه برداشت شده در سال اول و

بذره‌ای تولید شده با آبیاری گیاه مادری پس

طول گیاهچه برخوردار بودند (جدول ۲). اخلاف معنی دار طول گیاهچه ارقام بررسی شده سویا گزارش گردیده است (Askari Dermanaki *et al.*, 2013). همچنین نشان داده شده است که بذره‌های سویای رقم ویلیامز تولید شده تحت تیمار آبیاری گیاه مادری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (تنش خشکی متوسط) دارای بیشترین طول گیاهچه بودند (Hadi *et al.*, 2008). طول گیاهچه معیاری برای ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه است (Basu & Groot, 2023).

وزن خشک گیاهچه

بذره‌های رقم همیلتون با ۵۲۶/۴۰۰ گرم از وزن خشک گیاهچه بیشتری برخوردار بودند و نیز بذره‌های تولید شده با آبیاری گیاه مادری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (شاهد) دارای وزن خشک گیاهچه بیشتری به میزان ۴/۷۴۵ گرم بودند (جدول ۲). تفاوت معنی دار وزن خشک گیاهچه ارقام مورد بررسی سویا را مشاهده شده است (Askari Dermanaki *et al.*, 2013). همچنین

بیشترین وزن خشک گیاهچه سویا در تیمار آبیاری کامل (شاهد) در مقایسه با تیمار اعمال تنش خشکی با قطع آبیاری در مراحل مختلف فنولوژیکی گزارش شده است (Bahrami *et al.*, 2018). وزن خشک گیاهچه شاخصی برای ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه است (Basu & Groot, 2023).

شاخص‌های طولی و وزنی بنیه گیاهچه

بذره‌های رقم صبا (L17) از بیشترین شاخص طولی گیاهچه به مقدار ۲۳۴۹/۰۰۰ برخوردار بوده و نیز بذره‌های تولید شده با آبیاری گیاه مادری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (شاهد) دارای بیشترین میزان وزنی بنیه گیاهچه به مقدار ۴۶/۴۰۰ بود (جدول ۲). (Yahoeyan & Arvin, 2019) تفاوت معنی دار شاخص طولی بنیه گیاهچه ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط تنش خشکی و عادی را معنی دار مشاهده کردند. یافته‌ها نشان داده شده است که شاخص وزنی بنیه گیاهچه دو رقم سویای ویلیامز و صبا (L17)، تفاوت معنی داری نداشت

(Sadeghi *et al.*, 2016). ولی تفاوت معنی دار شاخص وزنی بنیه گیاهچه دو رقم سویای ویلیامز و صبا (L17)، مشاهده شد و رقم ویلیامز از شاخص وزنی بنیه گیاهچه بیشتری نسبت به صبا (L17) برخوردار بود (Hamidi *et al.*, 2010). شاخص‌های طولی و وزنی بنیه گیاهچه معیارهای ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه هستند (Basu & Groot, 2023).

نتیجه‌گیری

اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری برای متوسط زمان جوانه‌زنی، شاخص سرعت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی روزانه معنی دار بودند. شاخص طولی بنیه گیاهچه ارقام با یکدیگر تفاوت معنی دار داشتند و اثر متقابل مدت نگهداری بذر و اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری بر این ویژگی معنی دار بود و شاخص وزنی بنیه گیاهچه تنها تحت تأثیر اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین قابلیت جوانه‌زنی بذر با ۸۵/۷ درصد مربوط به بذره‌های تازه برداشت شده‌ای بود که گیاه مادری آن‌ها

تحت تنش ۵۰ میلی‌متر قرار داشته و نیز قابلیت جوانه‌زنی بذر ۸۵/۵ درصد به رقم صبا (L17) و سطح تنش خشکی ۵۰ میلی‌متر تعلق داشت. همچنین مشخص شد که با افزایش شدت تنش خشکی اعمال شده بر گیاه مادری و افزایش مدت نگهداری بذر، متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش یافته و شاخص سرعت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی روزانه کاهش یافتند. کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی ۲/۰۴۸ روز مربوط به بذره‌های تازه برداشت شده رقم صبا (L17) بود که تحت تنش ۱۰۰ میلی‌متر تولید شده بودند. بیشترین شاخص سرعت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی روزانه به ترتیب به میزان ۴/۹۴۹ و ۳۴/۶۴ بذر در روز نیز به بذره‌های تازه برداشت شده رقم ویلیامز تولید شده با تنش ۵۰ میلی‌متر تعلق داشتند. بیشترین شاخص طولی بنیه گیاهچه (۲۶۴۱) مربوط به بذره‌های تازه برداشت شده و تولید شده با تنش ۵۰ میلی‌متر و کمترین مقدار آن (۲۰۸۰) به بذره‌های نگهداری شده به مدت یک سال و تحت تنش ۱۵۰ میلی‌متر تولید شده مربوط بوده و رقم صبا (L17) دارای شاخص طولی و وزنی

https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5_4.

Dadlani, M., A. Gupta, S.N. Sinha, and R. Kavali, R. 2023. Seed Storage and Packaging. In: M. Dadlani, D.K. Yadava (eds.), Seed Science and Technology, Biology, Production and Quality, pp 239–266, Springer Singapore, https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5_11

Del Bem Jr., L., J.L. Ferrari, G. Dario, and C.G. Raetano. 2020. Impact of storage on the physiological quality of soybean seeds after treatment with fungicides and insecticides. Journal of Seed Science, 42(e202042037): 1-10, <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42236236>

Divsalar, M., Z. Tahmasbi Sarvestani, S.A.M. Modares Sanavi, and A. Hamidi, 2016. The evaluation of drought stress impact as irrigation withholding at reproductive stages on quantitative and qualitative performance of soybean cultivars. Journal of Crop Improvement, 18(4): 481-493. <https://doi.org/10.22059/jci.2016.56583>

Don, R. and S. Ducournau. 2018. Hand book for seedling evaluation (4th. Ed.).

بنیه گیاهچه بیشتری بود. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش شدت تنش خشکی اعمال شده بر گیاه مادری در دوره تشکیل بذر و نیز نگهداری بذر به مدت یک سال سبب کاهش قابلیت جوانه زنی بذر و بنیه گیاهچه شده و ارقام مورد بررسی از لحاظ واکنش به این عوامل متفاوت بوده و رقم صبا (L17) از توانایی حفظ بهتر قابلیت جوانه زنی بذر و بنیه گیاهچه در این شرایط برخوردار بود.

منابع

- Askari Dermanaki, V, A., Hamidi, G. Tohidloo, and H.R. Gazor.** 2013. Effect of fluidized-bed drying method on seed vigor of two Soybean cultivars by cold test. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 2(2): 219-228.
- Bahrami, F., N. Latifi, and A. Tabasi.** 2018. Effect of Drought Stress on soybean Germination Indices. Journal of Seed Research, 8(1): 30-46.
- Basu, S. and S.P.C. Groot.** 2023. Seed Vigour and Invigoration. In: M. Dadlani, and D.K. Yadava (eds.), Seed Science and Technology, pp: 67-89.

Seed Science and Research, 3(2):109-124.
<https://doi.org/20.1001.1.24763780.1395.3.2.10.6>

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): (pp: 271-288)
<https://doi.org/10.22034/ijssst.2019.124315.1243>

Hamidi, A. and A. Naderi Arefi. 2013. Seed Development, Dormancy and Germination. By: Kenet J. Bradford and Hiroyuki Nanogaki, University of Tehran Press.

Hay, F.R., R.M. Davies, J.B. Dickie, D.J. Merritt, and D.M. Wolkis. 2022. More on seed longevity phenotyping. Seed Science Research, 32, 144–149.
<https://doi.org/10.1017/S0960258522000034>

ISTA, 2023. International Seed Testing Association (ISTA). International rules for seed testing. Zürichstr. Bassersdorf, Switzerland.

International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland.

Ehteshami, S.M.R., A. Hamidi, and M. Ramezani. 2016. Seeds Biology, Development and Ecology. By: S.W. Adkins, Ashmore, S. and Sheldon, N.C., Gorgan Agriculture and Natural Resources University Press.

Hadi, H., J. Daneshian, R. Zarghami, A. Hamidi, and A. Asgharzadeh. 2008. Effect of *Azotobacter chroococcum* and *Bradyrhizobium Japonicum* on soybean produced under water deficit conditions. Iranian Journal of Biological Sciences, 3(2): 9-18.

Hadi, H., J. Daneshian, A. Hamidi, and P. Jonoubi. 2010. Relationship between laboratory seed characteristics and seedling emergence of soybean cultivar seeds produced under limited irrigation. Electronic Journal of Crop Production, 3 (1): 199-208.

Hamidi, A. 2022. Principles and Methods of Seed Technology (2nd. Vol.). Iran University Press.

Hamidi, A., J. Daneshian, and A. Asgharzadeh. 2016. A review of drought stress on mother plant effect on soybean seed germination and vigour improvement by some beneficial soil microorganisms treatment assessment Iranian Journal of

soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] cultivars on seed germination and seedling field emergence. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*, 1(2): 143-158. <https://doi.org/csrar.01.02.02.0.22034>

Nadarajan, J., C. Walters, H.W. Pritchard, D. Ballesteros, and L. Colville. 2023. Seed Longevity—The Evolution of Knowledge and a Conceptual Framework. *Plants*, 12, 471. <https://doi.org/10.3390/plants12030471>

Parimala, K., K. Subramanian, S. Mahalinga Kannan, and K. Vijayalakshmi. 2013. Seed Storage Techniques - A Primer. Centre for Indian Knowledge Systems, Chennai Revitalising Rainfed Agriculture Network.

Pasandideh, H., R. Seyed Sharifi, A. Hamidi, S. Mobasser, and M. Sedghi. 2014. Relationship of seed germination and vigour indices of commercial soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] Cultivars with seedling emergence in field. *Iranian of Seed Sciences and Research*, 1(1): 28-50.

Pirredda, M., I. FañanásPueyo, I. Oñate-Sánchez, S. Mira. 2024. Seed Longevity and Ageing: A Review on Physiological and Genetic Factors with an Emphasis on Hormonal Regulation. *Plants*, 13, 41. <https://doi.org/10.3390/plants13010041>

Koskosidis, A., E.M. Khah, O.I. Pavli, and D.N. Vlachostergios. 2022. Effect of storage conditions on seed quality of soybean (*Glycine max* L.) germplasm. *AIMS Agriculture and Food*, 7(2): 387–402. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2022025>

Kumar, P., M. Meena, N. Tanveer, S. Dhiman, R. Sonam, M. Rajput, Y. Rajput, and N. Pandey. 2024. A Review on Seed Storage Technology: Recent Trends and Advances in Sustainable Techniques for Global Food Security. *AgroEnvironmental Sustainability*, 2(1), 34-50. <https://doi.org/10.59983/s2024020105>

Matsue, Y., O. Uchikawa, H. Sato, and K. Tanaka. 2005. Productivity of the Soybean Seeds Stored for Various Periods. *Plant Production Science*, 8(4): 393 - 396.

Mehravar, M., A. Sateai, A. Hamidi, M. Ahmadi, and M. Salehi. 2014. Accelerated aging effect on lipid peroxidation and antioxidant enzymes activity of two soybean cultivars. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, 3(5): 17-30.

Mortazavi, S.M., J. Daneshian, A. Hamid, and S.M.J. Mir Hadi.. 2017. Effect of drought level in plant parent of

peroxidation, soluble sugars, protein, electrical conductivity, quality characteristics and seedling emergence Iranian Journal of Seed Science and Research, 5(4): 47-58.
<https://doi.org/10.22124/jms.2018.2945>

(b) **Sheidaei, S., H. Heidari Sharifabad, A. Hamidi, G. Noor Mohammadi, and A. Moghadam.** 2016. Effect of Storage Condition, Initial Seed Moisture Content and Germination on Soybean Seed Deterioration. Iranian Journal of Seed Research, 2(2): 29-45.
<https://doi.org/10.29252/yujs.2.2.29>

Shelar, V.R., R.S. Shaikh, and A.S. Nikam. 2008. Soybean Seed Quality During Storage: A Review. Agricultural Review, 29 (2): 125–131.

Singh, G. 2010. The Soybean Botany, Production and Uses. CAB International.

Tajik, M., I. Alahdadi, J. Daneshian, H. Iran Nezhad, A. Hamidi, G.H. Akbari, and M. Naeemi. 2009. Effect of biofertilizer on soybean field seedling emergence and seed vigour measured under laboratory conditions. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, Vol. 15(6), 83-94.

Tajik, M., I. Alahdadi, J. Daneshian, H. Iran nezhad, A. Hamidi, and H. Jabbari. 2008. Consequence of

Ranganathan, U. and S.P.C. Groot. 2023. Seed Longevity and Deterioration. In: M. Dadlani, D.K. Yadava (eds.), Seed Science and Technology, Biology, Production and Quality, pp 91–108, Springer Singapore,
https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5_11.

Ranal, M. and D.G. De Santana. 2006. How and why to measure the germination process? Revista Brazilian Botanique, 29(1): 1-11.

(a) **Sadeghi, H., H. Heidari Sharifabad, A. Hamidi, G. Nourmohammadi, and H. Madani.** 2016. Effect of Harvesting Time and Drying Temperature on Soybean Seed Quality. Iranian Journal of Seed Research, 2(2): 85-97.
<https://doi.org/10.29252/yujs.2.2.85>

Sheidaei, S., A. Hamidi, H. Sadeghi, and B. Oskouei. 2020. Evaluation of initial seed quality and storage conditions on biochemical and physiological changes of soybean seeds. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 9(2): 101-118.
<https://doi.org/10.22034/ijssst.2019.123739.1232>

Sheidaei, S., H. Heidari Sharifabad, A. Hamidi, G. Noor Mohammadi, and A. Moghadam. 2019. Impact of storage period of soybean seed on lipids

Drought stress has transgenerational effects on soybean seed germination and seedling vigor. PLoS ONE 14(9): e0214977. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214977>

Yahoeyan, S.H. and P. Arvin. 2019. Evaluation of Soybean (*Glycin max* L.) Genotypes under Drought Stress using Total Ranking Index (TRI). Journal of Crop Breeding, 10(28): 83-92. <https://doi.org/10.29252/jcb.10.28.83>.

Yigit, N., H. Sevik, M. Cetin, and N. Kaya. 2016. Determination of the Effect of Drought Stress on the Seed Germination in Some Plant Species. In: Water stress in plants. Pp: <http://dx.doi.org/10.5772/63197> By: I.M.M. Rahman, Z. Ara Begum and H. Hasegawa

application some of biofertilizers on improvement of the soybean *Glycine max* (L.) Merr. seed vigour produced under Water Deficit Condition. Agriculptural Research. (Water, Soil & Plant in Agriculture). A Quarterly Publication of Universities in the West of Iran, 7(4): 13-27.

Vaseei Kashani, S.M., A. Hamidi, H. Heidari Sharifabad, and J. Daneshian. 2015. Effect of matrix priming on some germination traits improvement of three commercial soybeans [*Glycine max* (L.) Merrill] cultivars seeds grew by limited irrigation conditions. Iranian Journal of Seed Science and Research, 2(1): 1-14, <https://doi.org/20.1001.1.24763780.1394.2.1.1.8>.

Wijewardana C., K.R. Reddy, L.J. Krutz, W. Gao, and N. Bellaloui. 2019.



مستندسازی فرآیند تولید و برآورد خلاء عملکرد برنج با استفاده از روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) در منطقه ساری

روژین شیخی^۱، هرمز فلاح^{۱*}، یوسف نیک‌نژاد^۱، سلمان دستان^۲، داوود براری تازی^۱

۱- گروه زراعت، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

۲- پژوهشگر، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، کرج

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱/۲۱

چکیده

مستندسازی فرآیند تولید در کشاورزی شامل تهیه کلیه اطلاعات و فعالیت‌هایی است که سیر تولید یک محصول زراعی را از مرحله تهیه بستر بذر تا برداشت نشان می‌دهد. اولین قدم برای کاهش خلاء عملکرد، مشخص کردن متغیرهای مهم محدودکننده عملکرد است. لذا هدف از مطالعه حاضر مستندسازی فرآیند تولید و برآورد خلاء عملکرد ارقام محلی برنج با استفاده از روش تحلیل مقایسه کارکرد (CPA) بود. در این پژوهش کلیه عملیات مدیریتی انجام شده از مرحله تهیه بستر بذر تا برداشت برای ارقام محلی برنج از طریق مطالعات میدانی در منطقه ساری در ۱۰۰ مزرعه شالیزاری واقع در استان مازندران طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ با استفاده از پرسشنامه ثبت شد. جهت تعیین مدل عملکرد (تولید)، رابطه بین تمامی متغیرها و عملکرد شلتوک از طریق رگرسیون گام به گام بررسی شد. خلاء عملکرد نیز از تفاضل عملکرد پتانسیل و عملکرد واقعی به دست آمد. نتایج نشان داد که از حدود ۱۵۵ متغیر مورد بررسی، مدل نهایی با هشت متغیر مستقل انتخاب شد. متوسط عملکرد واقعی ثبت شده برابر ۴۲۲۱ کیلوگرم در هکتار بود. در معادله تولید، متوسط و حداکثر عملکرد به ترتیب ۴۴۳۷ و ۶۶۹۰ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شد که کل خلاء عملکرد تخمین زده شده برابر ۲۲۵۳ کیلوگرم در هکتار بود. سهم متغیرهای سن گیاهچه، تاریخ نشاکاری، تعداد نشا در کپه و برداشت توسط کمباین به ترتیب برابر ۱۰۴، ۲۲۴، ۵۳۴ و ۲۴ کیلوگرم در هکتار سهمی، معادل ۵، ۱۰، ۲۴ و ۱ درصد از کل خلاء عملکرد را شامل شدند. همچنین، متغیرهای تناوب زراعی، مصرف کود پتاسیم و کود نیتروژن بعد از گلدهی و تعداد دفعات استفاده از کود به صورت سرک به ترتیب با ۲۶۲، ۴۰۸، ۴۰۵ و ۲۹۲ کیلوگرم در هکتار خلاء عملکرد سهمی معادل ۱۲، ۱۸، ۱۸ و ۱۳ درصد از کل را نشان دادند. بنابراین، بر اساس برازش رابطه بین عملکرد مشاهده شده و عملکرد پیش‌بینی شده می‌توان بیان کرد که دقت مدل رگرسیونی گام به گام ($R^2=61$) مناسب بوده و می‌تواند برای برآورد میزان خلاء عملکرد و تعیین سهم هر یک از متغیرهای محدودکننده عملکرد به کار گرفته شود. اگرچه هدف از این پژوهش برآورد میزان خلاء عملکرد برنج در منطقه ساری بوده است و دلایل به وجود آمدن این میزان خلاء عملکرد نیازمند بررسی و مطالعه بیشتر است، اما محتمل‌ترین راه کار که می‌تواند منجر به افزایش عملکرد و کاهش خلاء عملکرد شود، بهبود مدیریت زراعی در مزارع کشاورزان است.

واژه‌های کلیدی: برنج، پتانسیل عملکرد، رگرسیون گام به گام، عملکرد واقعی، مدیریت مزرعه

مقدمه

برنج از قدیمی‌ترین گیاهانی است که پس از گندم بیشترین سطح زیر کشت اراضی کشاورزی را در جهان به خود اختصاص داده است و به‌عنوان غذای اصلی میلیون‌ها نفر در جهان بوده و نقش بارزی در تغذیه، درآمد و اشتغال‌زایی مردم جهان از جمله ایران دارد (FAO, 2016). کشور ایران نیز با حدود ۵۵۰ هزار هکتار سطح زیر کشت و تولید دو میلیون تن برنج سفید سهمی معادل ۰/۴ درصد از سطح زیر کشت و تولید برنج دنیا را به خود اختصاص می‌دهد که حدود ۷۵ درصد در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان و نزدیک به ۲۵ درصد از اراضی شالیزاری باقی‌مانده در ۱۳ استان دیگر با شرایط آب و هوایی متفاوت قرار دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۵). یکی از مشکلات اساسی تولید گیاهان زراعی در کشور ایران، اختلاف زیاد بین عملکرد واقعی کشاورزان و عملکرد قابل‌حصول است. آنالیز خلاء عملکرد یک تخمین کمی از امکان افزایش ظرفیت تولید را فراهم می‌کند که یک جزء مهم در طراحی راهبردهای تأمین غذا در مقیاس منطقه‌ای، ملی

و در سطح جهانی است (Van Wart *et al.*, 2013). خلاء عملکرد اختلاف بین عملکرد پتانسیل با عملکرد واقعی به‌دست آمده از مزرعه تحت شرایط مطلوب مدیریتی تعریف می‌شود (Lobell *et al.*, 2009; Van Ittersum *et al.*, 2013). تحلیل مقایسه کارکرد* (CPA) یکی از روش‌هایی است که برای کمی کردن خلاء عملکرد استفاده می‌شود. با استفاده از این روش محدودیت‌های اصلی عملکرد و توابع کمی‌شده برای خلاء عملکرد تعیین می‌شود. در روش CPA با استفاده از رگرسیون چندگانه و با روش گام‌به‌گام (Soltani *et al.*, 2016)، محدودیت‌های عملکرد و مدل تولید تعیین می‌شود. با استفاده از معادله تولید و مقادیر مؤلفه‌های مدل سهم هر یک از محدودیت‌ها در ایجاد خلاء عملکرد مشخص می‌شود (De Bie, 2000). در سال‌های اخیر، آنالیز خلاء عملکرد گیاهان زراعی به صورت گسترده‌ای در جهان مورد بررسی قرار گرفته که از نظر وسعت می‌توان آن‌ها را در سطوح جهانی (Van Ittersum *et al.*, 2013)، ملی (Hochman

*Comparative Performance Analysis

- (Liu et al., 2013) و منطقه‌ای (et al., 2013) قرار داد که بیشتر این پژوهش‌ها روی سه غله اصلی گندم، برنج و ذرت که تأمین کننده بخش زیادی از غذای بشر هستند، متمرکز بود (Beza et al., 2017). دیگر محققان نیز از طریق مطالعه مروری تحقیقات انجام شده در جهان به آنالیز نظام‌های کاشت گیاهان زراعی برای افزایش پایداری پرداختند (Reidsma & Jeuffroy, 2017). از دیگر مطالعات در این زمینه برای گیاه برنج می‌توان به آنالیز خلاء عملکرد برنج در نظام‌های کاشت رایج و ارگانیک در مدیترانه به روش رگرسیون چندگانه (Delmotte et al., 2011)؛ تعیین عوامل مؤثر بر تنوع عملکرد برنج غرقابی در Southern-central Benin به روش رگرسیون چندگانه (Tanaka et al., 2013)، تعیین عوامل رکود عملکرد برنج در نظام‌های کاشت غرقابی در Senegal River Valley به روش رگرسیون چندگانه (Tanaka et al., 2015)، آنالیز خلاء عملکرد نظام‌های کاشت برنج در آمریکا با استفاده از مدل ORYZA (Espe et al., 2016a, b)، شبیه‌سازی خلاء عملکرد برنج در دنیا به روش مقیاس جهانی (Mueller et al., 2012)؛ تعیین خلاء عملکرد برنج غرقابی در کشور چین به روش تجزیه همبستگی پیرسون (Xu et al., 2016) و آنالیز خلاء عملکرد برنج با استفاده از مدل‌سازی در فیلیپین به روش آنالیز مرز تصادفی و مدل گیاهی (Silva et al., 2017) اشاره کرد. کاییرانگا (Kayiranga, 2006) در مطالعه دیگر نیز خلاء عملکرد برنج را در هلند برابر ۱۸۵۵ کیلوگرم در هکتار برآورد کرد. در ایران آنالیز خلاء عملکرد به صورت پراکنده و برای گیاهان زراعی محدود انجام شد. حلالخور و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی ۱۱۰ مزرعه ارقام محلی برنج در منطقه بابل گزارش دادند میزان پتانسیل عملکرد برابر با ۶۴۸۹ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شد که خلاء عملکرد برنج نیز برابر با ۱۹۷۷ کیلوگرم در هکتار بود. گرجی‌زاد و همکاران (۱۳۹۸) نیز با مطالعه ۱۰۰ مزرعه ارقام اصلاح‌شده برنج در منطقه نکا گزارش دادند که متوسط و حداکثر عملکرد محاسبه شده با مدل به‌ترتیب ۷۱۹۴ و ۹۲۴۱ کیلوگرم در هکتار و کل خلاء عملکرد تخمین زده شده بر اساس روش CPA برابر ۲۰۴۷ کیلوگرم در هکتار بود مطالعات انجام شده نشان می‌دهد اولین قدم

برای کاهش خلاء عملکرد، مشخص کردن متغیرهای مهم محدودکننده عملکرد است. شناخت صفات محدودکننده عملکرد می‌تواند محققان را در تلاش برای کاهش خلاء عملکرد یاری دهد. کاهش خلاء عملکرد نه تنها به افزایش عملکرد و تولید کمک می‌کند، بلکه کارایی استفاده از زمین و نیروی انسانی را بهبود می‌بخشد که در نتیجه هزینه تولید را کاهش و پایداری عملکرد را افزایش می‌دهد. لذا، با توجه به اینکه استان مازندران بیش‌ترین سطح زیر کشت و تولید برنج در کشور را دارا است، مستندسازی فرآیند تولید و برآورد خلاء عملکرد مرتبط با مدیریت زراعی برنج در این استان در منطقه ساری انجام شد تا امکان بهبود فرآیندهای تولید برنج ارزیابی شود.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و اقلیم منطقه

شهرستان ساری در استان مازندران در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵ دقیقه شرقی قرار دارد که از شمال به دریای مازندران، از جنوب به

سلسله جبال البرز، از مشرق به نکا و از غرب به قائمشهر منتهی می‌شود. آب و هوای قسمت جلگه‌ای ساری معتدل و هوای قسمت کوهستانی آن سردسیری است.

جمع‌آوری داده‌ها

مستندسازی فرآیند تولید در کشاورزی شامل تهیه کلیه اطلاعات و فعالیت‌هایی است که سیر تولید یک محصول از مرحله تهیه بستر بذر تا برداشت را نشان می‌دهد. به این منظور در این پژوهش کلیه عملیات‌های مدیریتی از مرحله شخم اولیه و تهیه خزانه تا برداشت مربوط به ۱۰۰ مزرعه جمعا به مساحت ۱۲۲ هکتار در منطقه ساری واقع در استان مازندران به‌صورت پیمایشی و از طریق مطالعات میدانی برای برآورد خلاء عملکرد ثبت شد. برای تعیین تعداد مزارع (نمونه) از فرمول کوکران استفاده شده است. تمامی مزارع مورد مطالعه متعلق به ارقام محلی مثل طارم هاشمی، سنگ طارم، طارم دیلمانی و طارم لنگرودی بود. هر سال، ۵۰ مزرعه در منطقه مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام این تحقیق ابتدا مزارع به‌طور تصادفی شناسایی و انتخاب شدند. شیوه شناسایی مزارع

به شکلی بود که کلیه روش‌های عمده تولید را در منطقه پوشش داده و از لحاظ مدیریتی نیز دارای تنوع باشد که اطلاعات کلی پرسشنامه در جدول ۱ ارائه شده است. سپس، برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مدیریت مزرعه، ابتدا کلیه اعمال زراعی تفکیک شدند. با شروع هر عملیات، با توجه به نوسانات دمایی، تنوع روش‌های تولید و مقادیر مختلف کاربرد نهاده‌ها (ورودی‌ها) توسط کشاورزان منطقه و به‌منظور تهیه اطلاعات جامع‌تر، اطلاعات بارز عملیات زراعی از قبیل تاریخ شروع هر عملیات و میزان ورودی‌ها در هر مرحله از اجرا (کاشت تا برداشت) از مزارع جمع‌آوری و ثبت شد. در این بررسی‌ها شیوه انجام هر عملیات مدیریتی در هر یک از مراحل کاشت، داشت و برداشت و همچنین نسبتی از کشاورزان که از شیوه‌های مختلف هر یک از این عملیات مدیریتی استفاده کردند، مشخص شد. کلیه اطلاعات مربوط به مدیریت زراعی شامل عملیات تهیه بستر بذر (نوع، تعداد و زمان شخم، دیسک و غیره)، رقم مورد استفاده و محل تهیه بذر آن، زمان کاشت، کود (نوع کود، میزان کود و زمان مصرف)، مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، آبیاری (تعداد و زمان آبیاری) و

مسایل مربوط به برداشت (زمان برداشت و میزان عملکرد) جمع‌آوری شد. این اطلاعات در قالب پرسش‌نامه با ۱۰۰ کشاورز جمع‌آوری و تکمیل شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تعیین مدل عملکرد (تولید)، رابطه بین تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده (کمی و کیفی؛ متغیرهای کیفی به صورت صفر و یک کدگذاری شد) و عملکرد از طریق روش رگرسیون گام به گام مورد بررسی قرار گرفت. مدل نهایی با استفاده از روش آزمون و خطای کنترل شده تعیین شد که می‌تواند اثر محدودیت‌های عملکرد را کمی کند. با قرار دادن متوسط مشاهده شده متغیرها (X ها) در مزارع مورد بررسی در مدل عملکرد، عملکرد متوسط با مدل محاسبه شد. سپس، با قرار دادن بهترین مقدار مشاهده شده متغیرها در مدل عملکرد، حداکثر عملکرد قابل‌حصول محاسبه گردید. اختلاف این دو، برابر خلاء عملکرد بود. اختلاف حاصل‌ضرب مقدار متوسط مشاهده شده برای هر متغیر در ضریب آن با حاصل‌ضرب مقدار بهترین مشاهده شده برای همان متغیر در ضریب همان متغیر نشان دهنده مقدار خلاء عملکرد ایجاد شده برای

آن متغیر است. نسبت خلاء عملکرد برای هر نشان داده شد. برای تجزیه و تحلیل از رویه‌های متغیر به کل خلاء عملکرد، نشان‌دهنده سهم آن مختلف نرم‌افزار SAS استفاده شد. در ایجاد خلاء عملکرد بوده و به صورت درصد

جدول ۱- عوامل مدیریت زراعی (متغیر) ثبت شده در مزارع مورد بررسی

نام و نوع متغیر
۱- متغیرهای مرتبط با مشخصات کشاورز: نام، سن، جنسیت، سابقه تولید و تحصیلات.
۲- متغیرهای مرتبط با اطلاعات کلی مزرعه: نام روستا، موقعیت جغرافیایی، مساحت مزرعه، محصول قبلی، نام بقوله قبلی، آخرین سال از بقوله قبلی، موقعیت مزرعه، جهت شیب مزرعه، مشکل زه‌کشی مزرعه، مشکل آب‌گرفتگی مزرعه، وضعیت تسطیح، تاریخ تسطیح و ...
۳- متغیرهای مرتبط با عملیات تهیه بستر بذر: نام و نوع ادوات و ماشین‌آلات، تاریخ و تعداد دفعات کاربرد ماشین‌آلات، شیوه خاک‌ورزی، وضعیت بستر در زمان کاشت، رطوبت بستر در زمان کاشت، مشکل سله و ...
۴- متغیرهای مرتبط با تغذیه گیاه: نام کود، مصرف پایه و سرک، تاریخ مصرف، مرحله رشدی گیاه در زمان مصرف، مقدار مصرف، شیوه مصرف، تعداد دفعات سرک، نوع کود دامی، مقدار کود دامی و غیره
۵- متغیرهای مرتبط با عملیات کاشت: میزان بذر، وضعیت ضدعفونی بذر، ماده ضدعفونی بذر، نام رقم، نوع رقم، منبع تهیه بذر، درجه رضایت از بذر، تراکم بوته، روش کاشت، تاریخ کاشت و غیره
۶- متغیرهای مرتبط با حفاظت گیاه: نام و نوع سموم مصرفی، تاریخ و مرحله رشدی گیاه در زمان مصرف هر سم، مقدار و واحد مصرف سموم، شیوه مصرف سموم، تعداد دفعات مصرف علف‌کش، حشره‌کش، قارچ‌کش و غیره
۷- متغیرهای مرتبط با وجین و سایر عملیات زراعی: نام عملیات زراعی، تاریخ انجام، وسیله مورد استفاده و غیره
۸- متغیرهای مرتبط با برداشت: تراکم بوته در زمان برداشت، تاریخ برداشت، نام ادوات و ماشین‌آلات برداشت، میزان عملکرد بذر، متوسط عملکرد سال‌های قبل، شیوه مدیریت بقایای محصول، مشکل خوابیدگی بوته، مشکل آفات، مشکل بیماری‌ها، مشکل علف‌های هرز، مشکل برداشت، آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مهم و خسارت‌زای سال جاری و سال‌های قبل و غیره

نتایج و بحث

دامنه ۲۷ الی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با میانگین

مستندسازی فرآیند تولید

۴۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). در منطقه

ارزیابی داده‌های مزرعه‌ای در زمینه سابقه تولید

نکا میزان بذر مصرفی در ۱۰۰ مزرعه مورد

کشاورز نشان داد که بین یک الی ۵۵ سال

مطالعه ارقام اصلاح شده برنج بین ۳۰ تا ۱۲۰

سابقه تولید داشتند که میانگین سابقه تولید

کیلوگرم در هکتار گزارش شد که در ۲۹ درصد

برابر ۲۶ سال بود. طبق یافته‌ها بذر مصرفی در

از مزارع مصرف بذر کمتر از ۵۰ کیلوگرم در

هکتار و ۲۴ درصد از کشاورزان مصرف بذر بین ۵۰ الی ۶۰ کیلوگرم در هکتار داشتند (گرجی‌زاد و همکاران، ۱۳۹۸). دیگر محققان گزارش کردند که مصرف بذر توسط کشاورزان منطقه بابل بین ۳۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود که حد ایده‌ال مصرف بذر ۴۰-۵۰ کیلوگرم در هکتار است (حلالخور و همکاران، ۱۳۹۷). کشاورزان در کاشت رایج به‌طور معمول نشاهای مسن و بالغ گیاه برنج را با تراکم‌های بالا، به‌صورت دسته‌ای و با تعداد بسیار زیاد گیاهچه در کپه نشاکاری می‌کنند که باعث افزایش مصرف بذر و کاهش پتانسیل رشد اندام هوایی و ریشه گیاه برنج در اثر افزایش رقابت درون بوته‌ای می‌شود (دستان و همکاران، ۱۳۹۴).

جدول ۲- میانگین، حداقل، حداکثر، اشتباه استاندارد و ضریب تغییرات متغیرهای مورد بررسی در ۱۰۰ مزرعه برنج

متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر	اشتباه معیار	ضریب تغییرات (%)
سابقه تولید (سال)	۲۵/۸۴	۱	۵۵	۱/۲	۴۶/۶۸
میزان بذر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	۴۸/۴۹	۲۷	۱۰۰	۱/۳۹	۲۸/۸۱
تاریخ نشاکاری (روز از ۱ فروردین)	۴۴/۰۴	۲۸	۷۰	۰/۸۸	۲۰/۰۶
سن گیاهچه (روز)	۳۸/۰۱	۲۵	۵۷	۰/۶۶	۱۷/۲۸
تعداد گیاهچه در کپه	۵	۲	۸	۰/۱۱	۲۱/۲۷
تراکم کاشت (در متر مربع)	۲۰/۱۸	۹	۴۰	۰/۶۹	۳۴/۳۵
فسفر (کیلوگرم در هکتار)	۴۳/۸۷	۰	۱۴۴	۳/۰۲	۶۸/۸۳
پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	۳۵/۱	۰	۱۳۶/۸	۳/۱۸	۹۰/۷۳
نیتروژن قبل از نشا (کیلوگرم در هکتار)	۳۱	۰	۱۱۵	۳/۱۶	۱۰/۱۸
نیتروژن مرحله رویشی (کیلوگرم در هکتار)	۳۵/۶۷	۰	۱۱۵	۳/۲۲	۹۰/۳۲
نیتروژن بعد از گلدهی (کیلوگرم در هکتار)	۱۰/۰۲	۴۶	۰	۰/۹۵	۹۴/۶۱
مصرف روی در هکتار (کیلوگرم در هکتار)	۰/۹۲	۱۷/۰۴	۰	۰/۲۶	۲۸/۱۵
مصرف گوگرد در هکتار (کیلوگرم در هکتار)	۰/۷۳	۴۰	۰	۰/۴۴	۵/۹۴
دفعات مصرف حشره کش	۱/۲	۳	۰	۰/۰۷	۵۴/۲۸
دفعات مصرف علف کش	۱/۸۶	۳	۰	۰/۰۵	۲۵/۳۷
دفعات مصرف قارچ کش	۰/۶۲	۲	۰	۰/۰۶	۱۰/۴۵
تاریخ برداشت (روز از ۱ فروردین)	۱۳۵	۱۶۰	۱۲۱	۰/۷	۵/۲
عملکرد شلتوک (کیلوگرم در هکتار)	۴۷۲۱	۵۹۵۰	۳۳۵۰	۶۳/۴۶	۱۳/۴۴

تاریخ نشاکاری در منطقه از نیمه دوم فروردین شروع شده و تا نیمه اول خرداد ماه ادامه داشت (جدول ۲)، که نتایج مشابهی توسط دیگر محققان برای تاریخ نشاکاری برنج در منطقه نکا و بابل گزارش شد (حلالخور و همکاران، ۱۳۹۷؛ گرجی‌زاد و همکاران، ۱۳۹۸). سن گیاهچه نیز

در دامنه ۲۵ الی ۵۷ روز بود که میانگین سن گیاهچه در ۱۰۰ مزرعه برابر ۳۸ روز ثبت شد. نتایج مشابهی توسط دیگر محققان از نظر تعداد نشا در کپه برای نشاکاری برنج در منطقه نکا و بابل گزارش شد (حلالخور و همکاران، ۱۳۹۷؛ گرجی‌زاد و همکاران، ۱۳۹۸).

از نظر تراکم کاشت نیز مزارع مورد بررسی در منطقه دارای تراکم ۹ الی ۴۰ بوته در متر مربع با میانگین ۲۰ بوته در متر مربع بودند. مزارع مورد بررسی از نظر تعداد نشا در کپه نیز بین دو الی هشت نشا با میانگین پنج نشا در کپه نشاکاری شدند (جدول ۲). بر اساس یافته‌ها تراکم کاشت در ۱۰۰ مزرعه مورد بررسی ارقام پرمحصول برنج در منطقه نکا بین ۱۶ الی ۴۰ بوته در متر مربع بود (گرجی‌زاد و همکاران، ۱۳۹۸). علاوه بر این، تراکم کاشت در ۱۱۰ مزرعه مورد بررسی ارقام محلی برنج در منطقه بابل بین ۱۷ الی ۴۰ بوته در متر مربع حاصل شد (حلالخور و همکاران، ۱۳۹۷).

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به متغیر نیتروژن مصرفی در ۱۰۰ مزرعه واقع منطقه آمل نشان داد که از نیتروژن مصرفی قبل از نشاکاری

در دامنه صفر الی ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۳۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. بر اساس میانگین کل نیتروژن مصرفی در مرحله رویشی مشاهده می‌شود که دامنه تغییرات مصرف نیتروژن بین صفر الی ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۳۶ کیلوگرم در هکتار گزارش شد. همچنین، بر اساس میانگین نیتروژن مصرفی در مرحله بعد از گلدهی، دامنه مصرف بین صفر الی ۴۶ کیلوگرم با میانگین ۱۰ کیلوگرم در هکتار ثبت شد. دامنه تغییرات فسفر مصرفی بین صفر الی ۱۴۴ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۴۴ کیلوگرم بود. از نظر مصرف پتاسیم نیز دامنه تغییرات بین صفر الی ۱۳۶/۸ کیلوگرم در هکتار با میانگین ۳۵ کیلوگرم حاصل شد. با توجه به یافته‌های جدول ۲ مشاهده می‌شود که مصرف کود روی و گوگرد در منطقه پایین بوده که میانگین مصرف کود روی برابر ۰/۹۲ کیلوگرم در هکتار و میانگین مصرف گوگرد برابر ۰/۷۳ کیلوگرم در هکتار بود که سهم ناچیز را در ۱۰۰ مزرعه نشان می‌دهد (جدول ۲).

معمولاً مصرف کود سرک توسط کشاورزان در دو الی سه مرحله انجام می‌شود که بیش‌تر

نکا برای ارقام اصلاح شده و محلی حدود صفر الی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شد (جدول ۱). به‌طور کلی ارزیابی اراضی شالیزاری در شمال ایران نشان می‌دهد که مصرف کود روی در منطقه ناچیز است. طبق یافته‌ها در منطقه نکا با بررسی ۱۰۰ مزرعه گزارش شد که در ۸۸ درصد از مزارع مصرف روی گزارش نشد و تنها در هشت درصد از مزارع مصرف روی بین دو الی ۱۵ کیلوگرم در هکتار بود (گرچی‌زاد و همکاران، ۱۳۹۸).

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که برداشت محصول در منطقه ساری از ۱۲۱ الی ۱۶۰ بعد از اول فروردین انجام شده بود که میانگین آن برابر ۱۳۵ روز بود (جدول ۲). نتایج مشابهی توسط دیگر محققان با بررسی تاریخ برداشت ارقام محلی و اصلاح شده برنج در منطقه نکا و بابل گزارش شد (حلالخور و همکاران، ۱۳۹۷؛ گرچی‌زاد و همکاران، ۱۳۹۸). با توجه به یافته‌های جدول ۱ مشاهده می‌شود که دامنه تغییرات عملکرد شلتوک در ۱۰۰ مزرعه مورد بررسی بین ۳۳۵۰ الی ۵۹۵۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. میانگین عملکرد در ۱۰۰ مزرعه منطقه برابر ۴۷۲۱ کیلوگرم در هکتار به دست

کشاورزان در مراحل شروع پنجه‌دهی و ظهور خوشه آغازین انجام می‌دهند و برخی از کشاورزان نیز در مرحله خوشه‌دهی کامل کود سرک مصرف می‌کنند. کشت و کار رایج منطقه به‌علاوه عدم درک صحیح از نیازمندی‌های گیاه برنج، با مشکلات زیادی روبه‌رو است. به‌طوری‌که مصرف بی‌رویه آب، کودها و سموم شیمیایی نه تنها به افزایش هزینه تولید منجر شده، بلکه موجب کاهش عملکرد شده و باعث تخریب منابع و محیط زیست در دراز مدت می‌گردد (حق‌شناس و همکاران، ۱۳۹۷). یافته‌های ۱۰۰ مزرعه مورد بررسی ارقام اصلاح شده برنج در منطقه نکا نشان داد که میزان کل کود نیتروژن مصرفی در منطقه بین ۱۰/۸ الی ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود (گرچی‌زاد و همکاران، ۱۳۹۸). در منطقه بابل میزان کل کود نیتروژن مصرفی در ۱۰۰ مزرعه برای ارقام محلی برنج بین صفر الی ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار متغیر بود که حدود ۱۹ درصد از کشاورزان کمتر از ۵۰ کیلوگرم و حدود ۵۰ درصد از کشاورزان نیز بین ۵۰ الی ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار مصرف کردند (حلالخور و همکاران، ۱۳۹۷). مصرف کود فسفر و پتاسیم در دو منطقه بابل و

آمد. دیگر محققان با بررسی عملکرد ۱۱۰ مزرعه از رقام محلی برنج در منطقه بابل گزارش کردند که دامنه تغییرات عملکرد شلتوک در ۱۱۰ مزرعه بین ۳۲۰۰ الی ۶۱۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. طبق یافته‌های آن‌ها، عملکرد حدود ۲۰ درصد از مزارع بین ۳۸۰۰ الی ۴۲۲۵ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. همچنین، در ۳۰ درصد از مزارع مورد بررسی عملکرد بین ۴۲۲۵ الی ۴۶۹۰ کیلوگرم در هکتار و حدود ۳۰ درصد از مزارع عملکرد بین ۴۶۹۰ الی ۵۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (حلالخور و همکاران، ۱۳۹۷).

تخمین خلاء عملکرد بر اساس روش CPA

مدل تولید

یافته‌های مربوط به رگرسیون گام به گام برای تعیین مهم‌ترین متغیرهای مدیریتی مؤثر بر عملکرد و مدل عملکرد در جدول ۳ ارائه شده است. در این مدل رگرسیونی در منطقه ساری عملکرد شلتوک در واحد سطح به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد و سایر متغیرها از قبیل

سن گیاهچه، تناوب زراعی (پیش‌کاشت گیاهانی مثل کلزا، گندم، شبدر برسيم، باقلا و غیره)، تاریخ نشاکاری، تعداد گیاهچه در کپه، مصرف پتاسیم، نیتروژن بعد از گلدهی، دفعات مصرف سرک و برداشت با کمباین به‌عنوان متغیرهای مستقل لحاظ شدند که نتیجه آن در معادله نهایی ارائه شد. در نهایت با استفاده از این معادله تولید، میزان عملکرد واقعی، عملکرد قابل‌حصول و سهم هر کدام از متغیرها بر کاهش عملکرد تعیین شد. بنابراین، از حدود ۱۵۵ متغیر مورد بررسی، مدل (معادله رگرسیون نهایی) با هشت متغیر مستقل انتخاب شد (جدول ۳). انتخاب هشت متغیر از طریق رگرسیون گام‌به‌گام با استفاده از نرم‌افزار SAS بود. معادله نهایی عملکرد به‌صورت زیر بود:

$$Y \text{ (kg h}^{-1}\text{)} = 4885 - 8 X_1 + 654 X_2 - 14 X_3 - 178 X_4 + 4 X_5 + 27 X_6 + 292 X_7 - 29 X_8$$

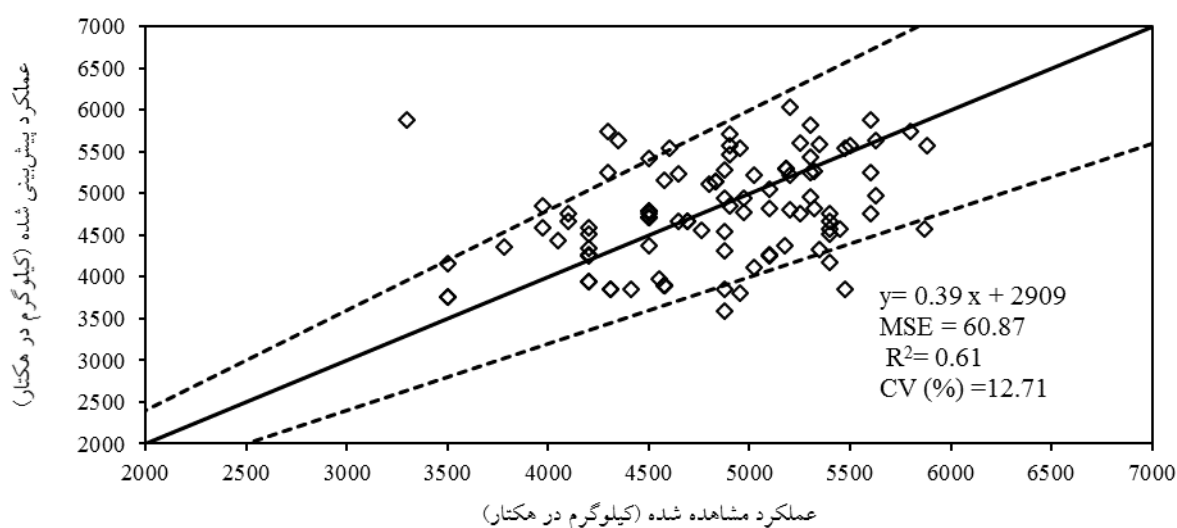
که در آن Y: عملکرد شلتوک بر حسب کیلوگرم در هکتار، X_1 : سن گیاهچه، X_2 : تناوب زراعی، X_3 : تاریخ نشاکاری، X_4 : تعداد نشا در کپه، X_5 : مصرف پتاسیم، X_6 : نیتروژن بعد از گلدهی، X_7 : دفعات مصرف سرک و X_8 : برداشت محصول

توسط کمباین است، که در ادامه به بررسی تک تک عوامل مؤثر بر عملکرد پرداخته شده است. در جدول ۳ متغیرهای وارد شده در معادله تولید به همراه میانگین، حداقل و حداکثر مقادیر مشاهده شده آن‌ها در مزارع ارایه شده است. مشخصات متغیرهای وارد شده در مدل به صورت مقادیر متوسط، حداقل، حداکثر و بهترین مقداری که می‌تواند در مدل رگرسیونی عملکرد قرار بگیرد در جدول ۳ ارایه شد. میزان فلاء عملکرد مربوط به هفت متغیر وارد شده در معادله تولید برابر ۲۲۵۳ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. بهترین حالت برای متغیرهای تناوب زراعی، مصرف پتاسیم، مصرف نیتروژن بعد از زراعی، دفعات مصرف سرک با اثر مثبت، مقدار حداکثر آن‌ها انتخاب شد. متغیرهای سن گیاهچه، تاریخ نشاکاری، تعداد گیاهچه در کپه و برداشت با کمباین به عنوان متغیر منفی بوده و مقادیر اندک آن‌ها انتخاب شد. بنابراین، مقدار بهینه معادل مقدار حداقل این سه متغیر بود (جدول ۳). میزان افزایش عملکرد ناشی از تفاضل عملکرد حالت بهترین و متوسط سه متغیر سن نشاء، تاریخ نشاکاری، تعداد نشاء در کپه و برداشت با کمباین به ترتیب برابر ۱۰۴، ۲۲۴، ۵۳۴ و ۲۴ کیلوگرم در هکتار معادل ۵، ۱۰، ۲۴ و ۱ درصد بود. میزان افزایش عملکرد مربوط به اثر متغیر تناوب زراعی برابر ۲۶۲ کیلوگرم در هکتار معادل ۱۲ درصد از کل افزایش عملکرد بود که ضریب آن در مدل برابر ۶۵۴ و ضریب تبیین برابر ۰/۶۱ بود. مقدار افزایش عملکرد مربوط به اثر مصرف پتاسیم، نیتروژن بعد از گلدهی و دفعات مصرف سرک نیز به ترتیب برابر ۴۰۸، ۴۰۵ و ۲۹۲ کیلوگرم در هکتار معادل ۱۸، ۱۸ و ۱۳ درصد از کل تغییر عملکرد بود (جدول ۳). در بین هشت متغیر وارد شده در مدل اثر متغیرهای تاریخ نشاکاری، تعداد گیاهچه در کپه و مصرف پتاسیم قابل توجه بوده که می‌توان بخش قابل توجهی از فلاء عملکردی در مزارع کشاورزان را با مدیریت این سه متغیر جبران کرد. جدول ۳ کل فلاء عملکرد و سهم هر یک از عوامل محدود کننده عملکرد نسبت به آن را نشان می‌دهد. در مدل عملکرد، متوسط و حداکثر عملکرد (پتانسیل عملکرد) به ترتیب ۴۴۳۷ و ۶۶۹۰ کیلوگرم در هکتار تخمین زده شد که با متوسط و حداکثر عملکرد مشاهده شده (۴۷۲۱ و ۵۹۵۰ کیلوگرم در هکتار) قابل مقایسه هستند (جدول ۳). کل

خلاء عملکرد تخمین زده شده برابر ۲۲۵۳ کیلوگرم در هکتار بود که دیگر محققان در منطقه بابل نیز میزان خلاء عملکرد ارقام محلی برنج به روش CPA را برابر ۱۹۷۷ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند (حلالخور و همکاران، ۱۳۹۷). این بدان معنی است که بین عملکرد واقعی کشاورزان و آنچه می‌توانند برداشت کنند ۱۷۰۷ کیلوگرم در هکتار فاصله وجود دارد که با مدیریت مناسب‌تر قابل حذف یا کاهش خواهد بود (جدول ۳). شکل ۲ الف سهم هر یک از صفات در خلاء عملکرد را به همراه عملکرد واقعی مزرعه و پتانسیل عملکرد را نشان می‌دهد. بنابراین، عملکرد واقعی مزرعه و پتانسیل عملکرد محاسبه شده با مدل به‌ترتیب برابر ۴۴۳۷ و ۶۶۹۰ کیلوگرم در هکتار و میزان خلاء عملکرد ۲۲۵۳ کیلوگرم در هکتار برآورد شد که این نتیجه نشان می‌دهد که این خلاء عملکرد قابل جبران می‌باشد (شکل ۱).

جدول ۳- کمی کردن خلاء عملکرد برنج و سهم هر یک از متغیرهای وارد شده در معادله تولید در منطقه ساری

متغیرها	ضریب در مدل	شکل متغیر در مدل						خلاء عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	درصد خلاء عملکرد
		حداقل	متوسط	حداکثر	بهترین	متوسط	بهترین		
عرض از مبدأ	۴۸۸۵	۲۵	-	-	-	۴۸۸۵	۴۸۸۵	-	-
سن گیاهچه (X1)	-۸	۰	۳۸	۵۷	۲۵	-۳۰۴	-۲۰۰	۱۰۴	۵
تناوب زراعی (X2)	۶۵۴	۲۸	۰/۶	۱	۱	۳۹۲	۶۵۴	۲۶۲	۱۲
تاریخ نشاکاری (X3)	-۱۴	۲	۴۴	۷۰	۲۸	-۶۱۶	-۳۹۲	۲۲۴	۱۰
تعداد گیاهچه در کپه (X4)	-۱۷۸	۰	۵	۸	۲	-۸۹۰	-۳۵۶	۵۳۴	۲۴
مصرف پتاسیم (X5)	۴	۰	۳۵	۱۳۷	۱۳۷	۱۴۰	۵۴۸	۴۰۸	۱۸
نیترژن بعد از گلدهی (X6)	۲۷	۰	۱۰	۲۵	۲۵	۲۷۰	۶۷۵	۴۰۵	۱۸
دفعات مصرف سرک (X7)	۲۹۲	۰	۲	۳	۳	۵۸۴	۸۷۶	۲۹۲	۱۳
برداشت با کمباین (X8)	-۲۹	۰	۰/۸۳	۱	۰	-۲۴	۰	۲۴	۱
عملکرد شلتوک (kg ha ⁻¹)	-	۴۷۲۱	۴۲۲۱	۵۹۵۰	-	۴۴۳۷	۶۶۹۰	۲۲۵۳	۱۰۰



شکل ۱- رابطه بین عملکرد مشاهده شده و پیش‌بینی شده. دامنه ۲۰ درصد از اختلاف بین پیش‌بینی شده و مشاهده شده توسط خطوط منقطع نشان داده شد. خط ممتد خط ۱:۱ است.

تجزیه علیت

برای تعیین سهم اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای وارد شده در مدل رگرسیون گام به گام از تجزیه علیت استفاده شده است (جدول ۴). بنابراین، از ضریب همبستگی متغیرها برای برآورد اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها بر عملکرد شلتوک استفاده شد. بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد شلتوک مربوط به

تعداد دفعات مصرف سرک، نیتروژن پس از گلدهی و مصرف پتاسیم بود. مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم این متغیرها بر عملکرد شلتوک (همبستگی با عملکرد شلتوک) به ترتیب برابر ۰/۲۱، ۰/۱۶ و ۰/۱۲ بود. اثرات غیرمستقیم این سه متغیر از طریق تناوب زراعی به ترتیب برابر ۰/۱۱، ۰/۲۸ و ۰/۰۴ بود (جدول ۴).

جدول ۴- میزان اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات وارد شده در معادله تولید در ارقام برنج بر اساس همبستگی ژنتیکی

صفات	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم ناشی از صفات مستقل								همبستگی با صفت وابسته
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	
سن گیاهچه (X1)	۰/۰۲۵		۰/۰۰۳	-۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۳	۰	-۰/۰۰۱
تناوب زراعی (X2)	-۰/۱۰۵	-۰/۰۱۳		۰/۰۲۹	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۱	-۰/۰۱۹	-۰/۰۰۴	-۰/۰۱۲	-۰/۰۰۶
تاریخ نشاکاری (X3)	۰/۰۴۷	-۰/۰۰۸	-۰/۰۱۴		-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸
تعداد گیاهچه در کپه (X4)	۰	۰	۰	-۰/۰۰۱		-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۸
مصرف پتاسیم (X5)	۰/۱۲۹	۰	۰/۰۱۱	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۶		-۰/۰۰۶	۰/۰۰۹	۰	۰/۱۲
نیتروژن بعد از گلدهی (X6)	۰/۱۵۵	-۰/۰۰۵	۰/۰۲۸	-۰/۰۰۲	-۰/۰۱۸	-۰/۰۰۷		۰/۰۲۳	۰	۰/۱۶
دفعات مصرف سرک (X7)	۰/۱۵۷	-۰/۰۱۳	۰/۰۰۴	۰/۰۱۷	-۰/۰۲۳	۰/۰۱۱	۰/۰۲۳		۰/۰۰۸	۰/۲۱*
برداشت با کمباین (X8)	۰/۰۹۵	۰	۰/۰۱	۰/۰۰۵	-۰/۰۱۸	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲		۰/۱۳
اثرات باقیمانده										۰/۹۵۲

بسیاری از محققان نیز افزایش عملکرد تا حد قابل قبولی برای نگهداری قیمت مواد غذایی در حدی است که هم برای مصرف‌کننده مطلوب باشد و هم قیمت تمام شده محصول بتواند هزینه‌ها را برای کشاورز پوشش دهد. به نظر می‌رسد عملکردی معادل ۸۰ درصد عملکرد پتانسیل یک آستانه تقریبی مطلوب از نظر

طبق یافته‌های این پژوهش، میزان بالای خلاء عملکرد و سهم هر یک از عوامل مؤثر بر آن نشان می‌دهد که با مدیریت مناسب می‌توان بخش قابل توجهی از این خلاء را جبران کرد و به پتانسیل عملکرد رسید. دستیابی به پتانسیل عملکرد به ندرت در محصولات زراعی حاصل می‌شود و در عمل تنها بخشی از آن به‌عنوان محصول واقعی از مزرعه برداشت می‌شود. هدف

اقتصادی در بیشتر نظام‌های کاشت گیاهان زراعی باشد (Lobell et al., 2009).

شناخت پتانسیل‌ها و همچنین میزان و نحوه تأثیر هر یک از عوامل محدودکننده عملکرد به صورت جداگانه، نقش مهمی در تعیین راهبردهای مدیریتی جایگزین برای رسیدن به حداکثر عملکرد دارد. دستیابی به عملکرد بالاتر از ۸۰ درصد عملکرد پتانسیل اگرچه امکان‌پذیر است، اما شاید با توجه به قیمت ادوات، کود، سم و همچنین هم‌پوشانی فصل کاشت، از نظر اقتصادی برای کشاورزان منطقه مقرون به صرفه نباشد. علاوه بر این، مشاهده‌های تجربی نشان می‌دهد که مهم‌ترین مشکل خلاء عملکردهای بالا در گیاهان زراعی در ایران شیوه‌های مدیریتی ناکارآمد در مزارع کشاورزان است (ترابی و همکاران، ۱۳۹۲). اگرچه هدف از این پژوهش برآورد میزان خلاء عملکرد برنج بوده و عوامل به وجود آمدن این میزان خلاء عملکرد نیازمند بررسی و مطالعه بیشتر است، اما محتمل‌ترین راه‌کار که می‌تواند منجر به افزایش عملکرد و کاهش خلاء عملکرد شود، بهبود مدیریت زراعی در مزارع کشاورزان است. هدف بسیاری از محققان نیز افزایش عملکرد تا حد

قابل قبولی برای نگهداری قیمت مواد غذایی در حدی است که هم برای مصرف‌کننده مطلوب باشد و هم قیمت تمام شده محصول بتواند هزینه‌ها را برای کشاورز پوشش دهد.

نتیجه‌گیری

طبق یافته‌ها، خلاء عملکرد تخمین زده شده در معادله تولید برابر ۲۲۵۳ کیلوگرم در هکتار بود. سهم متغیرهای سن گیاهچه، تاریخ نشاکاری، تعداد گیاهچه در کپه و برداشت توسط کمباین به ترتیب برابر ۱۰۴، ۲۲۴، ۵۳۴ و ۲۴ کیلوگرم در هکتار سهمی معادل معادل ۵، ۱۰، ۲۴ و یک درصد از کل خلاء عملکرد را شامل شدند. همچنین، متغیرهای تناوب زراعی، مصرف پتاسیم، نیتروژن بعد از گلدهی و تعداد دفعات مصرف کود سرک به ترتیب با ۲۶۲، ۴۰۸، ۴۰۵ و ۲۹۲ کیلوگرم در هکتار خلاء عملکرد سهمی معادل ۱۲، ۱۸، ۱۸ و ۱۳ درصد از کل را نشان دادند. اگرچه هدف از این پژوهش برآورد میزان خلاء عملکرد برنج در منطقه ساری بوده است و دلایل به وجود آمدن این میزان خلاء عملکرد نیازمند بررسی و مطالعه بیشتر است، اما محتمل‌ترین راه‌کار که می‌تواند منجر به افزایش

عملکرد و کاهش خلاء عملکرد شود، بهبود مدیریت زراعی در مزارع کشاورزان است.

منابع

- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۵. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. جلد اول: محصولات زراعی، ۱۶۳ صفحه.
- ترابی، ب.، ا. سلطانی، س. گالشی، ا. زینلی، و م. کاظمی کرگهی. ۱۳۹۲. اولویت‌بندی عوامل ایجاد کننده خلاء عملکرد گندم در منطقه گرگان. مجله تولید گیاهان زراعی، ۶ (۱): ۱۷۱-۱۸۹.
- حق‌شناس، ح.، ا. سلطانی، ع. قنبری، ح. عجم نوروزی، و س. دستان. ۱۳۹۷. شناسایی صفات زراعی مؤثر بر عملکرد ارقام بومی برنج با استفاده از مدل‌های رگرسیون چندگانه. مجله کشاورزی بوم‌شناختی، ۸ (۲): ۱۳-۲۸.
- حلالخور، س.، س. دستان، ا. سلطانی، و ح. عجم نوروزی. ۱۳۹۷. مستندسازی فرآیند تولید و برآورد خلاء عملکرد مرتبط با مدیریت زراعی ارقام بومی برنج (مطالعه موردی: استان مازندران - منطقه بابل). مجله به‌زراعی کشاورزی، ۲۰ (۲): ۳۹۷-۴۱۴.
- گرچی‌زاد، ا.، س. دستان، ا. سلطانی، و ح. عجم نوروزی. ۱۳۹۸. مستندسازی فرآیند تولید و تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد ارقام اصلاح‌شده برنج (*Oryza sativa* L.) به روش CPA در منطقه نکا. مجله بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۱ (۱): ۲۷۷-۲۹۴.
- Beza, E., J. Vasco Silva, L. Kooistra, and P. Reidsma. 2017. Review of yield gap explaining factors and opportunities for alternative data collection approaches. Eur. J. Agron, 82: 206-222.
- De Bie, C.A.J.M. 2000. Yield gap studies through comparative performance analysis of agro-ecosystems. International Institute for Aerospace and Earth Science (ITC), Enschede. The Netherlands, 234 p.

A case study of wheat in Australia. *Field Crops Res*, 143: 65-75.

Kayiranga, D. 2006. The effects of land factors and management practices on rice yields. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enscheda (ITC). The Netherlands. 72 p.

Lobell, D.B., K.G. Cassman, and C.B. Field. 2009. Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and causes. *Annu. Rev. Environ. Resour*, 34: 179-204.

Liu, Z., X. Yang, X. Lin, K.G. Hubbard, S. Lv, and J. Wang. 2016. Narrowing the agronomic yield gaps of maize by improved soil, cultivar, and agricultural management practices in different climate zones of northeast China. *Earth Interact*, 20: 1-18.

Mueller, N.D., J.S. Gerber, M. Johnston, D.K. Ray, N. Ramankutty, and J.A. Foley. 2012. Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature*, 490: 254-257.

Reidsma, P., and H. Jeuffroy. 2017. Farming systems analysis and design for sustainable intensification: new methods and assessments. *Eur. J. Agron*, 82: 203-205.

Delmotte, S., P. Titttonell, J.C. Moureta, R. Hammonda, and S. Lopez-Ridaaura. 2011. On farm assessment of rice yield variability and productivity gaps between organic and conventional cropping systems under Mediterranean climate. *Eur. J. Agron*, 35: 223-236.

Espe, M.B., H. Yang, K.G. Cassman, N. Guilpart, H. Sharifi, and B.A. Linquist. 2016a. Estimating yield potential in temperate high-yielding, direct-seeded US rice production systems. *Field Crops Res*, 193: 123-132.

Espe, M.B., K.G. Cassman, H. Yang, N. Guilpart, P. Grassini, J. Van Wart, M. Anders, D. Beighley, D. Harrell, S. Linscombe, K. McKenzie, R. Mutters, L.T. Wilson, and B.A. Linquist. 2016b. Yield gap analysis of US rice production systems shows opportunities for improvement Matthew. *Field Crops Res*, 196: 276-283.

FAO. 2016. Faostat-Trade/Crops and livestock products, available in <http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/E> [15 April 2016].

Hochman, Z., D. Gobbett, D. Holzworth, T. McClelland, H. Van Rees, O. Marinoni, K.N. Garcia, and H. Horan. 2013. Reprint of Quantifying yield gaps in rain-fed cropping systems:

dichotomous decision tree analysis. *Field Crops Res*, 176: 99-107.

Van Ittersum, M.K., K.G. Cassman, P. Grassini, J. Wolf, P. Tittonell, and Z. Hochman. 2013. Yield gap analysis with local to global relevance-A review. *Field Crops Res*, 143: 4-17.

Van Wart, J., K.C. Kersebaum, S. Peng, M. Milner, and K.G. Cassman. 2013. Estimating crop yield potential at regional to national scales. *Field Crops Res*, 143: 34-43.

Xu, X., P. He, S. Zhaoa, S. Qiua, A.M. Johnstond, and W. Zhou. 2016. Quantification of yield gap and nutrient use efficiency of irrigated rice in China. *Field Crops Res*, 186: 58-65.

Silva, J.V., P. Reidsma, A.G. Laborte, and M.K. Van Ittersum. 2017. Explaining rice yields and yield gaps in Central Luzon, Philippines: An application of stochastic frontier analysis and crop modeling. *Eur. J. Agron*, 82: 223-241.

Soltani, A., A. Hajjarpoor, and V. Vadez. 2016. Analysis of chickpea yield gap and water-limited potential yield in Iran. *Field Crops Res*, 185: 21-30.

Tanaka, A., K. Saito, K. Azoma, and K. Kobayashi. 2013. Factors affecting variation in farm yields of irrigated lowland rice in southern-central Benin. *European J. Agron*, 44: 46-53.

Tanaka, A., M. Diagne, and K. Saito. 2015. Causes of yield stagnation in irrigated lowland rice systems in the Senegal River Valley: Application of

Documenting production process and estimating the yield gap of Rice by comparative performance analysis (CPA) in Sari region

Rozhin Sheykhei¹, Hormoz Fallah^{1*}, Yousof Niknejad¹, Salman Dastan²,

Davood Barari Tari¹

1. Department of Agronomy, Am.C., Islamic Azad University, Amol, Iran

2. Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), Karaj, Iran

Received: 2025.4.10

Accepted: 2025.6.12

Abstract

Documenting the production process in agriculture includes providing all information and activities that show the course of production from the seedbed preparation stage to the harvest stage. Research indicates that the initial stage in decreasing the yield gap is to recognize the significant factors that restrict yield. Therefore, the purpose of this study was to document the production process and estimate the yield gap of local rice cultivars using the Comparative Performance Analysis (CPA) method. In this research, all management operations performed from seedbed preparation stage to harvest stage for local cultivars in 100 paddy fields were recorded. Research was done in 100 paddy fields in the Sari region of Mazandaran province in 2016 and 2017. In order to determine the yield model (production), the relationship between all variables and paddy yield was investigated through step-by-step regression. Yield gap was also obtained from the difference between potential yield and actual yield. The results revealed that of the 155 variables under study, the final model with eight independent variables was chosen. In the yield model, an average and maximum yield were 4437 and 6690 kg ha⁻¹, respectively, and the estimated yield gap was 2253 kg ha⁻¹. The amount of increased yield has been related to seedling age, transplanting date, seedling number per hill, and harvesting by combining variables equals 104, 224, 534, and 24 kg ha⁻¹ includes 5, 10, 24, and 1% of the total yield increase. Moreover, the yield increases related to the effects of crop rotation, potassium usage, nitrogen after flowering, and top-dressing frequency was 262, 408, 405 and 292 kg ha⁻¹ equals 12, 18, 18, and 13%. According to the finding, it is expressed that the model precision is appropriate and can be applied for both estimation of the quantity of the yield gap and determining the portion of each constraint's yield variables. Furthermore, regarding the fact that calculated yield potential is reached through actual data in each paddy field, it has been stated that this yield potential is attainable. While the primary objective of this study was to assess the extent of the rice yield gap in the Sari region, it is important to conduct further investigations and research to understand the underlying causes of this yield gap. However, the most plausible solution for increasing yield and minimizing the yield gap appears to be enhancing crop management practices in farmers' fields.

Keywords: Actual yield, Field management, Potential yield, Rice, Stepwise regression

* Corresponding author (hormoz.fallah@iau.ac.ir)

The effect of storage duration of seeds produced under drought stress on germination ability of Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivars in Karaj region

Ayat Shirood Najafi¹, Aidin Hamidi^{2*}, Jahanfar Daneshian³

1. M.Sc. Graduate student, Department of Agronomy, 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, Karaj, Iran.

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

Received: 2025.4.8

Accepted: 2025.6.12

Abstract

In order to investigate the effect of seed storage period and drought stress during seed formation on germination and some related characteristics of three commercial soybean cultivars, a research was conducted in the 400-hectare field of the Seed and Plant Improvement Institute (SPII) in Karaj and the Seed Analysis Laboratory of the Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI) in Karaj. For this purpose, a standard germination test was performed on freshly harvested and stored seeds for one year of three commercial soybean cultivars, Saba (L17), Hamilton, and Williams, which were produced under drought stress exertion on the mother plant by irrigation at the seed filling stage after 50, 100, and 150 mm of evaporation from a class A evaporation pan. Then, the percentage of normal seedlings, mean germination time, coefficient of velocity of germination, mean daily germination, daily germination speed, and length and weight seedling vigor indices were determined. The results showed that increasing the intensity of drought stress applied to the mother plant during the seed formation period and storing the seeds for one year reduced the evaluated indices of seed germination and seedling vigor, and the Saba (L17) cultivar had the ability to better maintain seed germination and seedling vigor under the conditions studied.

Keywords: Drought stress, Soybeans, Standard germination test, Storage

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

Effect of weed interference duration on quantitative and qualitative yield of Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under direct Seeding and transplanting methods in Neyshabur region

Karim Sharifan¹, Mohammad Armin^{2*}, Matin Jamimoeini³

1. Ph.D Student Department of Agrotechnology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

2. Professor, Department of Agrotechnology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Agrotechnology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

Received: 2025.4.6

Accepted: 2025.6.12

Abstract

This study aimed to evaluate the impact of weed interference duration on the quantitative and qualitative yield of sugar beet under two planting methods: direct seeding and transplanting. The experiment was conducted as a split-plot design based on a randomized complete block design with three replications at a private farm in Neyshabur during the 2022–2023 growing season. The main plot factor was planting method (Direct seeding vs. transplanting), and the subplot factor was weed interference duration, which included weed competition from crop emergence up to 30, 45, 60, and 75 days after emergence, along with full-season interference and full weed control. Results indicated that under full-season interference, weed density in the transplanting method was 5.97% lower than in direct seeding. As the interference period increased, both weed dry weight and root and sugar yield declined in both planting methods. The highest reduction in root yield under full-season interference was observed in direct seeding (28.9%) and transplanting (23.3%) compared to the full control treatment. Sugar yield was significantly affected by weed interference duration, with up to a 34.6% reduction in the transplanting method under full-season interference. Planting method also had a significant effect on some root impurities: sodium, potassium, harmful nitrogen, and sugar molasses content were higher in the transplanting method, whereas alkalinity coefficient was higher in direct seeding. Overall, the results demonstrated that under weed interference conditions, transplanting produced higher root and sugar yields compared to direct seeding.

Keywords: Interference duration, Planting method, Sugar beet, Transplanting, Weed management

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

Land suitability evaluation of Razavi Khorasan province for Black cumin (*Nigella sativa* L.) cultivation using a combined parametric factor analysis approach

Amir doostari¹, Ali Eftekhari², Ali Bagherzadeh Chaharjouei^{3*}, Seyed Amir Abbas Mousavi²,
Morteza Moballeghi²

1. Department of Agrotechnology, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalus, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Agriculture. Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalus, Iran.

3. Associate Professor, Department of Agriculture. Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.

Received: 2025.3.16

Accepted: 2025.6.12

Abstract

The identification of optimal zones for productive agricultural activities must simultaneously achieve three critical objectives: comprehensive conservation of water and soil resources, maintenance of crop health standards, and economic viability for producers. This study, conducted in 2024, evaluated land suitability for cultivating the medicinal plant *Nigella sativa* L. (black cumin) across 189,220 georeferenced points in Razavi Khorasan Province, northeastern Iran. In this study, factor analysis (FA) using principal component analysis (PCA) was employed as a multivariate statistical method to assess land suitability for black cumin cultivation in the study region. For this purpose, 17 soil and climatic factors were extracted and processed, resulting in five factors that explained over 78% of the total variance. The findings revealed that five principal factors with eigenvalues greater than 1 accounted for more than 78% of the total variance. The explained variance of these factors after varimax rotation ranged from 26.021% for the first factor to 7.111% for the fifth factor. Additionally, each factor exhibited different loadings for the variables. The land suitability map of the province indicated that 0.96% (1,127.95 km²) of the northern regions were highly suitable for black cumin cultivation, 92.43% (108,851.10 km²), covering large parts of the north, center, and some southern areas, were moderately suitable, and 6.61% (7,789.95 km²) in the western-central and southern parts were unsuitable for black cumin production. The most significant limiting factors for black cumin cultivation in Razavi Khorasan Province were climatic components and soil organic carbon.

Keywords: Black cumin (*Nigella sativa* L.), GIS, Land suitability evaluation, Parametric factor analysis, Principal component analysis

* Cooresponding outhor (ali.bagherzadeh1966@iau.ac.ir)

The effect of deficit irrigation and different levels of nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.)

Abed Vahedi¹, Davood Akbari Nodehi^{2*}

1- Assistant Professor and Academic Member, Department of Agriculture, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.

2- Assistant Professor and Academic Member, Department of Irrigation, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.

Received: 2025.3.15

Accepted: 2025.6.12

Abstract

In order to investigate the effect of drought stress and different levels of nitrogen on rosemary plant an experiment was conducted based on factorial in a randomized complete block design with three replications in a pot in 2015. Different level of drought stress Contains (100, 75, 50 and 35% FC) and nitrogen in three levels (0, 50 and 100 mg kg⁻¹) were applied on morphological and some secondary metabolites of rosemary. In this experiment, measured parameters was includ plant height, number of branches, fresh and dry weight, total phenols, flavonoids, Cineol antioxidants percent. The results showed that drought stress and nitrogen treatments had a significant effect on all studied parameters. The results showed that drought stress and nitrogen treatments had a significant effect on all traits. With increase drought stress, morphological and growth characteristics decreased. However, with the increasing drought stress total phenolics, flavonoids, antioxidants and Cineol percent increased. Also with increasing amount of nitrogen to 100 mg kg⁻¹, growth and morphological parameters of rosemary increased. The highest total phenolics, flavonoids, antioxidants and percent Cineol was related to 50 mg kg⁻¹ of nitrogen treatment. The maximum height (105.8 cm), the largest number of branches (127.7) and the highest weight (185.3 gr) and shoot dry weight (70.66 g) was related interactions 100% FC and 100 mg kg⁻¹ nitrogen. Greatest amount of total phenol (0.66 mg of gallic acid per gram of dry weight), the highest amount of flavonoids (0.229 mg per g dry weight) and the highest antioxidant (free radical scavenging 37.5%) was related to the interaction of 35 % FC and 50 mg kg⁻¹ of nitrogen fertilizer. The highest cineole in the essential oil of rosemary (29%) was related to interaction of 50% FC and nitrogen 50 mg kg⁻¹.

Keywords: Drought stress, Morphological Characteristics, Secondary metabolites,

* Corresponding author (d.akbarin@qaemiau.ac.ir)

Investigation of water stress and salicylic acid effects on grain yield and fatty acids composition of some new Rapeseed genotypes in Karaj region

Mohsen Yousefi^{1*}, Amirhossein Shirani Rad²

1. Ph.D graduated, Department of Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.

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

Received: 2025.3.13

Accepted: 2025.6.12

Abstract:

We investigated the physiological changes of new rapeseed genotypes influenced by salicylic acid under water stress in Karaj, Iran during 2019 and 2020. The experiment was arranged as factorial split-plot based on RCBD with three replications. Irrigation in 2 levels (normal irrigation and cut off irrigation after flowering stage) and salicylic acid in 2 levels (Control and 2 mg/l of salicylic acid foliar application) as factorial in main plots and 6 genotypes (FJL425, FJL153, FJL330, FJL424, FJL290 and Okapi) in sub plots were considered. The results of ANOVA showed that effect of irrigation regime, genotype and irrigation regimes $\times$ genotype interaction was significant on grain yield. Result of and irrigation regimes $\times$ genotype interaction revealed that *FJL330* with mean of 6524 kg/ha had the highest grain yield under normal irrigation, but the same genotype had the lowest grain yield under water stress. Results also demonstrated that *FJL330* and *FJL290* genotypes had the lowest glucosinolate content under normal irrigation. *Okapi* had the lowest glucosinolate under water stress.

Keywords: Oleic acid, rapeseed, genotype, drought stress, erucic acid

* Corresponding author (miryousefi70@gmail.com)



مجله پژوهش‌های به‌زراعی

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

م صندوق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۴۰ تلفن: ۰۲۱ - ۵۵۵۲۲۹۳۶۰۰ نماینده: ۰۲۱ - ۵۵۵۲۲۹۳۶۰۰ پست الکترونیک: jesps@iausr.ac.ir

راهنمای تهیه مقاله برای مجله پژوهش‌های به‌زراعی

مجله پژوهش‌های به‌زراعی، مقاله‌های پژوهشی مقاله‌های پژوهشی تهیه شده در زمینه تنش‌های محیطی غیر زنده و زنده در علوم زراعت و اصلاح نباتات (زراعت، اصلاح نباتات، ژنتیک، فیزیولوژی، اکولوژی، بیوتکنولوژی گیاهان زراعی و رشته‌های مرتبط با این علوم) را که به زبان فارسی نوشته شده و به هیچ مجله‌ای جهت چاپ ارسال نشده و قبلاً نیز در هیچ مجله‌ای انتشار نیافته باشند را با رعایت نکات زیر جهت چاپ می‌پذیرد. در این رابطه مقالاتی که چکیده آن‌ها در همایش‌های علمی داخلی یا خارجی ارائه و چاپ شده باشد مشتمل هستند.

روش نگارش

تمام مقاله باید روی کاغذ سفید بدون آرم به قطع ۲۸×۲۱ سانتی‌متر (A4)، با فاصله سطور (1.5 lines) و رعایت سه سانتی‌متر حاشیه در چهار طرف تایپ شده باشد. تا حد امکان از به کار بردن کلمات خارجی در متن خودداری شود.

اسامی علمی (لاتین) بایستی به صورت ایتالیک در پراکنش نوشته شوند.

اسامی نگارنده (گان) که مقالات خود را در نشریات داخلی به چاپ می‌رسانند، باید به صورت فارسی و نگارنده (گان) خارجی باید به زبان انگلیسی باشد و به دنبال آن سال ذکر گردد.

مراجع با ذکر تاریخ بعد از فارسی آن به لاتین در متن قید گردند.

تا حد امکان از نوشتن پاورقی اجتناب گردد، مگر در مواردی مثل مرتبه علمی و محل کار نگارنده (گان) که با اعداد ۱، ۲ و ... در پاورقی مشخص می‌شوند.

قبل از نقطه (.) و کاما (،) فاصله لازم نیست، ولی بعد از آن‌ها یک فاصله باید رعایت شود.

محتوای مقاله نباید از ۱۵ صفحه تجاوز کند.

از هر مقاله باید سه نسخه کامل تایپ شده با برنامه (Word 2003) به همراه CD فایل کامل مقاله مربوطه و فایل شکلها در محیط Excell جهت بررسی به نشانی دفتر مجله ارسال و یا به آدرس پست الکترونیکی آن Email گردد.

پس از داوری و در صورتی که مقاله پذیرفته شود، نتیجه به نحو مقتضی به اطلاع نگارنده (گان) می‌رسد.

نوع قلم فارسی B Nazanin با سایز ۱۳ و نوع قلم لاتین Times New Roman با سایز ۱۱ انتخاب شود. عنوان‌ها به صورت Bold ذکر شوند.

توصیه می‌شود قبل از تهیه مقاله ضمن مطالعه کامل راهنمای تهیه مقاله، مقالات چاپ شده در شماره‌های قبلی از نظر فرمت تهیه ملاحظه گردد تا آماده‌سازی مقاله با صرف وقت کم‌تر و دقت بیش‌تری صورت پذیرد.

برگ‌شناسه

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.



مجله پژوهش های به زراعی

مذوق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۴ تلفن: ۵۵۲۲۹۳۶۰ - ۵۵۲۲۹۳۶۰ - ۵۵۲۲۹۳۶۰
پست الکترونیک: resps@iausr.ac.ir - ۵۵۲۲۹۳۶۰ - ۵۵۲۲۹۳۶۰ - ۵۵۲۲۹۳۶۰

ترتیب بخش‌ها

عنوان مقاله

چکیده

مقدمه

مواد و روش‌ها

نتایج و بحث



جلد هفتم، شماره اول - زمستان ۱۳۹۵

آدرس: تهران، بزرگراه ولیعصر، (بروی مره مطهر امام خمینی^(۵))، مجتمع دانشگاهی یادگار امام^(۵)، حوزه معاونت پژوهشی

م صندوق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۴۰ تلفن: ۵۵۲۲۶۳۶۰ - ۵۵۲۲۶۳۶۰ شماره: ۵۵۲۲۶۳۶۰ - ۵۵۲۲۶۳۶۰ پست الکترونیک: jesps@iausr.ac.ir

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

جدول به صورت اعداد یا حروف انگلیسی در بالا و سمت راست جملات و اعداد مشخص می‌گردد. نتایج و بررسی‌های آماری باید به یکی از روش‌های علمی در جدول منعکس شود. چنانچه محاسبات آماری منجر به اختلاف معنی‌دار شده باشد در سطوح ۵٪ و ۱٪ به ترتیب با یک و دو ستاره نشان داد، ه شود و در صورتی که اختلاف معنی‌دار نباشد با علامت "ns" مشخص گردد. عنوان جداول و اعداد داخل آن‌ها باید به زبان فارسی و از راست به چپ باشد. معمولاً به ازای چهار صفحه متن یک جدول یا شکل کافی است. شکلها و کارهای ترسیمی باید روی کاغذ سفید و یا کالک، خوانا و با مرکب مشکی تهیه شوند. اندازه جدول تا حد امکان از ۲۰×۱۲ سانتی‌متر بیشتر نباشد. درخصوص رسم شکلها ترجیحاً از علائم ♦ ▲ ▼ ● ○ به صورت توپر و توخالی استفاده شود. در مورد شکل و شکل، نوشتار بایستی

در زیرشکل یا شکل باشد. عکس‌ها معمولاً باید به صورت سیاه و سفید و باکیفیت 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.

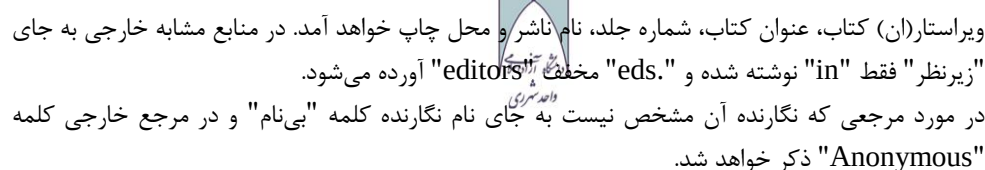
در این قسمت، نتایج حاصل تجزیه و تحلیل می‌شوند و با توجه به هدف تحقیق بحث و نتیجه‌گیری به عمل می‌آید. مقایسه نتایج حاصل از تحقیق با نتایج تحقیقات مشابه در منابع داخلی و خارجی در این قسمت ضروری است. نگارنده (گان) می‌توانند در صورت لزوم نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد خود را برای انجام تحقیق‌های بعدی در پایان بحث ارائه نمایند.

سپاسگزاری

در این بخش که حداکثر در چهار سطر تنظیم می‌شود، می‌توان از اشخاص حقیقی و حقوقی که در راهنمایی و یا انجام تحقیق مساعدت نموده و یا در تأمین بودجه، امکانات و لوازم کار نقش مؤثری داشته‌اند، سپاسگزاری نمود.

منابع مورد استفاده

فهرست منابع مورد استفاده در انتهای مقاله به صورت پیوسته ابتدا منابع فارسی و سپس منابع خارجی تنظیم می‌گردد. منابع مورد استفاده بر حسب حروف الفبای نام خانوادگی نگارنده، (یا اولین نگارنده برای منابعی که بیش از یک نگارنده دارند) زیر هم آورده می‌شوند. در مورد مقاله یا کتاب‌هایی که بیش از یک نگارنده دارند به ترتیب نام خانوادگی و حرف اول نام اولین نگارنده سپس حرف اول نام دومین نگارنده و به دنبال آن نام خانوادگی دومین نگارنده و ... ذکر می‌گردد. چنانچه از یک نگارنده چندین منبع مورد مراجعه قرار گرفته باشد، ترتیب درج آن‌ها بر حسب سال انتشار، از قدیم به جدید خواهد بود. اگر از نگارنده‌ای چندین منبع همسال وجود داشته باشد، با گذاشتن حروف a, b و c در جلو سال انتشار از یکدیگر متمایز خواهند شد. در صورتی که مقالات منفرد و مشترک از یک نگارنده ارائه شود، ابتدا مقالات منفرد و سپس مقاله‌های مشترک به ترتیب حروف الفبای نام نگارندگان بعدی مرتب می‌شوند. در مورد مقاله به ترتیب نام خانوادگی نگارنده، حرف اول نام کوچک نگارنده، تاریخ انتشار مقاله، عنوان مقاله، عنوان اختصاری یا کامل مجله، شماره جلد، و اولین و آخرین صفحه مقاله خواهد آمد. در مورد کتاب به ترتیب نام خانوادگی و سپس حرف اول نام کوچک نگارنده، تاریخ انتشار، عنوان کامل کتاب، شماره جلد، نام ناشر، محل انتشار و تعداد کل صفحات کتاب خواهد آمد. در مورد مقاله‌ای که از یک مجموعه استخراج شده است، بعد از ذکر نام نگارنده (گان) و سال انتشار کتاب، عنوان مقاله نوشته می‌شود و پس از قراردادن یک نقطه و حرف "ص" و یا "PP" شماره صفحه‌های آغاز و پایان آن قسمت باخط فاصله میان این دو، یک نقطه گذاشته می‌شود. سپس بانوشتن عبارت "زیرنظر" و گذاشتن نقطه، نام



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 مثال‌هایی ارائه می‌گردد:

- **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.

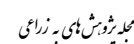
از شماره گذاری منابع اجتناب نموده و نام نگارنده (گان) به صورت توپر (Bold) قید شود.

چکیده به زبان انگلیسی

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

سام نکات

- به مقالاتی که مسئول مکاتبات (Corresponding author) آن مشخص نباشد، ترتیب اثر داده نخواهد شد.
- نگارندگان مسئول مطالبی هستند که در مقاله‌های خود بیان می‌کنند.
- گروه دبیران از پذیرش مقاله‌هایی که قبلاً به صورت تک نگاشت و یا در سایر انتشارات چاپ و توزیع شده‌اند، معذور می‌باشد. بدیهی است مقاله‌های ارائه شده درکنگره‌ها، سمپوزیوم‌ها و یا سمینارهای داخلی و خارجی که فقط چکیده آن‌ها چاپ و منتشر شده باشد مستثنی هستند.
- گروه دبیران حق قبول، رد و ویرایش مقاله‌ها را دارد.
- مقاله‌های رسیده توسط گروه دبیران مجله با همکاری متخصصان، داوری شده و در صورت تأیید با رعایت نوبت به چاپ می‌رسند.
- مقاله‌ها، بذرفته نشده، برگشت داده نخواهد شد.



آدرس: تهران، بزرگراه خلیج فارس، (وبروی مرصه مطهر امام خمینی^(۵))، مجتمع دانشگاهی یادگار امام^(۵)، حوزه معاونت پژوهشی

صندوق پستی: ۱۸۵۵/۱۴۴ تلفن: ۰۲۶ - ۵۷۳۹۳۳۳۳۳۳۳۳
پست الکترونیک: iausr.ac.ir@iesps ۰۲۶ - ۵۷۳۹۳۳۳۳۳۳۳۳



مجله پژوهش‌های زراعی

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

مستودق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۴۰ تلفن: ۰۲۱-۵۵۲۲۹۳۶۰۰ شماره: ۰۲۱-۵۵۲۲۹۳۶۰۰ پست الکترونیک: jesps@iausr.ac.ir

- مقاله‌هایی که بر اساس راهنمای تهیه مقاله برای مجله پژوهش‌های زراعی تهیه نگردیده و با فرمت استاندارد مجله مطابقت نداشته باشند، مورد بررسی قرار نمی‌گیرند.

فرم تمد متقابل مجله پژوهش‌های زراعی واحد نشری و نویسندگان مقاله‌ها

عنوان مقاله :

نویسنده اصلی (Corresponding Author) :

نویسنده (گان) همکار :

نشانی محل کار و منزل نویسنده اصلی :

شماره تلفن :

شماره فکس :

نشانی پست الکترونی :

اینجانب نویسنده اصلی مقاله بالا، متعهد می‌شوم این مقاله تاکنون در مجله یا سمینار داخلی و خارجی دیگری ارائه نشده است و تا زمان تأیید نتیجه در هیأت تحریریه مجله پژوهش‌های زراعی آن را به مجله دیگری ارائه نخواهم داد.

امضاء	تاریخ	مسئولیت در مقاله
-------	-------	------------------

اینجانب، سردبیر مجله پژوهش‌های زراعی متعهد می‌شوم حداکثر ظرف مدت دو ماه از زمان دریافت مقاله نسبت به اعلام نتیجه اقدام نمایم. بدیهی است پس از گذشت این زمان، تعهد دو طرف منتفی است.

چنانچه نویسنده محترم در مدت تعیین شده، مقاله را به نشریه یا سمینار دیگری ارائه دهد، مقاله ایشان از روند کاری فصلنامه خارج خواهد شد.

امضای سردبیر

تاریخ



فرم اشتراک مجله پژوهش‌های زراعی واحد یادگار امام خمینی^(ه) شهری



مجله پژوهش‌های زراعی

نکات ذیل را در اشتراک مجله پژوهش‌های به زراعی 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 به زراعی 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: ۵۵۲۶۴۳۲۸۰۰۸ - ۵۵۲۶۴۳۲۸۰۰۸ شماره: ۵۵۲۶۴۳۲۸۰۰۸ پست الکترونیک: jesps@iausr.ac.ir



مجله پژوهش های به زراعی

آدرس: تهران، بزرگراه خلیج فارس، (بروی مره مطهر امام خمینی^(۵))، مجتمع دانشگاهی یادگار امام^(۵)، حوزه معاونت پژوهشی

م صندوق پستی: ۱۸۱۵۵/۱۴۴۰ تلفن: ۰۲۱-۵۵۲۲۹۶۳۶۰ شماره: ۰۲۱-۵۵۲۲۹۶۳۶۰۰ پست الکترونیک: jesps@iausr.ac.ir

فرم تعهدنامه نگارنده (گان) مقاله جهت چاپ

در مجله پژوهش های به زراعی

دبیرخانه مجله پژوهش های به زراعی

با سلام

بازگشت به نامه شماره مورخ آن دبیرخانه به اطلاع می -

رساند:

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.

۲- اسامی نگارنده (گان) و ترتیب آنها همان گونه است که در مقاله نوشته شده است.

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

نام و نام خانوادگی مسئول مکاتبات امضاء و تاریخ

نام و نام خانوادگی نگارنده اول امضاء و تاریخ

نام و نام خانوادگی نگارنده دوم امضاء و تاریخ

نام و نام خانوادگی نگارنده سوم امضاء و تاریخ

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

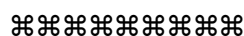


Contents	page
■ Investigation of water stress and salicylic acid effects on grain yield and fatty acids composition of some new Rapeseed genotypes in Karaj region Mohsen Yousefi, Amirhossein Shirani Rad	1
■ The effect of defficit irrigation and different levels of nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of rosemary (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) Abed Vahedi, Davood Akbari Nodehi	2
■ Land suitability evaluation of Razavi Khorasan province for Black cumin (<i>Nigella sativa</i> L.) cultivation using a combined parametric factor analysis approach Amir doostari, Ali Eftekhari, Ali Bagherzadeh Chaharjouei, Seyed Amir Abbas Mousavi, Morteza Moballeghi	3
■ Effect of weed interference duration on quantitative and qualitative yield of Sugar beet (<i>Beta vulgaris</i> L.) under direct Seeding and transplanting methods in Neyshabur region Karim Sharifan, Mohammad Armin, Matin Jamimoeini	4
■ The effect of storage duration of seeds produced under drought stress on germination ability of Soybean [<i>Glycine max</i> (L.) Merr.] cultivars in Karaj region Ayat Shirood Najafi, Aidin Hamidi, Jahanfar Daneshian	5
■ Documenting production process and estimating the yield gap of Rice by comparative performance analysis (CPA) in Sari region Rozhin Sheykhei, Hormoz Fallah, Yousof Niknejad, Salman Dastan, Davood Barari Tari	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

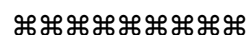
Technical Staff : Akbari, M

✎ **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)

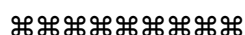
Rahnama, A (Prof, Seed and Plant Improvement Institute)

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