



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۳
صفحه‌های ۴۸۷-۵۰۳

ارزیابی کودهای شیمیایی، آلی و زیستی نیتروژن بر خصوصیات زراعی اکوتیپ‌های مختلف بزرک (*Linum usitatissimum* L.)

فاطمه صادقی^۱ و علی تدین^{۲*}

۱. کارشناس ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهکرد، شهرکرد، ایران
۲. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۸/۲۹

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۲۷

چکیده

نظر به تأثیر مهم عنصر نیتروژن بر خصوصیات زراعی دانه روغنی بزرک، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهکرد در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. پنج تیمار مختلف کودی شامل اوره، آزومین، نیتروکسین، سوپرنیتروپلاس و شاهد (بدون نیتروژن) به عنوان فاکتور اول، و سه اکوتیپ مختلف بزرک ایرانی، فرانسوی و کانادایی به عنوان فاکتور دوم در این آزمایش بررسی شد. نتایج نشان داد که اکوتیپ‌ها و تیمارهای مختلف کودی اثر معناداری بر ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول، وزن خشک اندام هوایی در بوته و عملکرد دانه در متر مربع داشتند. بیشترین تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته و وزن اندام خشک اندام هوایی در بوته در اکوتیپ فرانسوی دیده شد، ولی در بقیه صفات، اکوتیپ ایرانی برتری داشت. صفات اندازه‌گیری شده در تیمار کود اوره عملکرد بیشتری را نسبت به بقیه نشان داد. واکنش گیاه بزرک به کود زیستی و آلی نیتروژن اگرچه نسبت به کود شیمیایی کمتر بود، نسبت به تیمار شاهد بدون کود به طور معناداری برتری داشت. از این رو با توجه به خطرهای کمتر آلودگی زیست محیطی کودهای زیستی و آلی نسبت به شیمیایی، کاربرد این کودها برای کشت این گیاه توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اکوتیپ، بزرک، کود آلی، کود زیستی، کود شیمیایی.

۱. مقدمه

یکی از نیازهای اساسی جمعیت کنونی جهان تأمین محصولات کشاورزی، به ویژه روغن‌های گیاهی است [۲۱]. ارزش و اهمیت غذایی دانه‌های روغنی از نظر تأمین کالری و انرژی مورد نیاز انسان و دام در بین محصولات کشاورزی جایگاه ویژه‌ای دارد. افزایش تقاضا برای روغن‌های نباتی در بازارهای جهانی و فشار ناشی از هزینه خرید روغن و واردات آن از عواملی است که اهمیت توسعه کشت دانه‌های روغنی و گسترش برنامه‌های علمی و تحقیقاتی را در این زمینه بیش از پیش مشخص می‌کند [۱۹]. بزرک با نام علمی *Linum usitatissimum* L. و نام انگلیسی flax (بزرک لیفی) یا Linseed (بزرک روغنی)، گیاهی یکساله و علفی از خانواده کتان (Linaceae) است [۴۲].

بزرک از گیاهان مهم روغنی است که برای استفاده از مواد مؤثره آن در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی کشت آن همواره مورد توجه بوده است [۳۵]. بزرک دارای ۴۱ درصد روغن، ۲۰ درصد پروتئین و ۲۸ درصد فیبر است. همچنین دارای درصد زیادی از اسیدهای چرب اشباع نشده شامل اسید چرب امگا ۳، لینولئیک اسید و اسید چرب امگا ۶ است [۳۴]. نقش این اسید چرب ضروری در کاهش کلسترول [۲۵]، تنظیم فشار خون [۲۲]، جلوگیری از سرطان سینه در زنان [۴۴] و مقاومت ایمنولوژیکی بدن در برابر آنتی‌ژن‌ها [۲۲] به اثبات رسیده است. دانه بزرک همچنین منبع خوبی از لیگنان، فیبر رژیمی [۳]، پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌ها است. به علاوه کنجاله دانه بزرک، منبع پروتئینی مناسبی برای تغذیه حیوانات اهلی است [۳۶].

مدیریت صحیح کاربرد عنصر نیتروژن به علت محدودیت منابع آن و نیز بودن آن به عنوان یک نهاده ورودی در کشاورزی، از عوامل بسیار مهم در موفقیت سیستم‌های تولید گیاه زراعی و نیز سیستم‌های مدیریت خاک است [۲۰]. نیتروژن به عنوان یکی از عناصر پرمصرف

و ضروری در تغذیه گیاهان، چهارمین عنصر اصلی تشکیل دهنده وزن خشک گیاه و یکی از اجزای تشکیل دهنده بسیاری از مولکول‌های مهم نظیر پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، برخی هورمون‌ها، کلروفیل و انواع دیگری از مواد سازنده اولیه و ثانویه گیاهان است [۲۹]. امروزه استفاده از کودهای شیمیایی به عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک گسترش چشمگیری یافته است [۱۰]. با وجود این کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی به کاهش حاصلخیزی خاک، صدمات اکولوژیکی و بروز خسارت‌های بهداشتی، آلودگی‌های محیطی و خسارات اقتصادی جبران‌ناپذیر منجر می‌شود [۲۷]. تحقیقات نشان داد که دوسوم نیتروژن معدنی مصرف شده در سیستم‌های کشاورزی از طریق آبشویی، تصعید، رواناب و فرسایش تلف می‌شود [۲۳]. این امر موجب تشدید اثرهای گلخانه‌ای، آلودگی آب‌های زیرزمینی به نترات و کاهش کارایی اقتصادی سیستم‌های کشاورزی می‌شود [۲۳].

کودهای بیولوژیکی از دیرباز در سیستم‌های کشاورزی استفاده می‌شده و به طور کلی موادی شامل سلول‌های زنده از گونه‌های مختلف ریزجانداران که توانایی تبدیل عناصر غذایی از شکل غیرقابل جذب به شکل قابل جذب برای استفاده گیاهان را دارند، کودهای بیولوژیکی محسوب می‌شوند [۳۰]. این ریزجانداران از طریق سازوکارهای مختلفی مانند تثبیت نیتروژن، تبدیل فسفات معدنی به آلی، افزایش جذب آب و مواد غذایی، تولید سیدروفور، آزاد کردن متابولیت‌ها و تولید هورمون‌های گیاهی مانند اکسین و جیبرلین موجب تحریک رشد گیاه می‌شوند [۳۷]. کود بیولوژیکی سوپرنیتروپلاس شامل باکتری‌های *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas*, *Azospirillum* است که در گیاهان مختلف افزایش عملکرد گیاه را به دنبال داشته است [۳۸]. این باکتری‌ها علاوه بر پتانسیل چشمگیر که برای

۲. مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه تأثیر کودهای زیستی، شیمیایی و آلی نیتروژن بر صفات زراعی گیاه بزرک روغنی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۰۶۱ متر از سطح دریا، در سال زراعی ۱۳۹۱ انجام گرفت. فاکتورهای مورد آزمایش پنج تیمار کودی نیتروژن شامل نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس (کود زیستی)، آزومین (کود آلی)، نیتروژن (کود شیمیایی اوره) و شاهد بدون کود به عنوان فاکتور اول، و سه اکوتیپ بزرک ایرانی، کانادایی و فرانسوی به عنوان فاکتور دوم بود. بذر بزرک ایرانی از شرکت پاکان بذر اصفهان و بذر بزرک فرانسوی و کانادایی از کشورهای مربوط تهیه شده است. تاریخ کاشت با توجه به شرایط آب‌وهوایی محل مورد آزمایش، پانزدهم اردیبهشت بود. مقدار بذر مصرفی برای هر کرت ۷۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد [۸]. کشت به صورت ردیفی در زمین مسطح انجام گرفت. فاصله ردیف‌ها ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین گیاه ابتدا یک سانتی‌متر بود که پس از استقرار گیاه (۳۰ روز پس از کاشت) این فاصله به سه سانتی‌متر تنظیم شد. ابعاد کرت‌ها دو متر در نظر گرفته شد. به منظور جلوگیری از هرگونه خطا، فاصله بین کرت‌ها ۵/۰ و فاصله بین بلوک‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه نمونه‌برداری و در آزمایشگاه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جدول ۱). کود اوره به عنوان منبع نیتروژن به مقدار ۸۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد [۸]. یک‌سوم کود نیتروژن اوره قبل از کاشت و بقیه به صورت سرک در دو مرحله ساقه رفتن و قبل از ظهور گلدهی به کرت‌ها اضافه شد.

بهبود رشد گیاهان میزبان از خود نشان می‌دهند، به دلایل دیگری مانند تعداد زیاد گیاهان میزبان، تنوع گونه‌ای و تعدیل اثرهای تنش‌های محیطی مورد توجه قرار گرفته است. آزوسپریلیوم علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن با تولید مواد محرک رشد، سبب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی می‌شود و از این طریق در افزایش عملکرد تأثیرگذار است [۴۳]. کود نیتروکسین حاوی مؤثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن شامل باکتری‌های *Pseudomonas fluorescens*, *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum* است. این باکتری‌ها جزو ریزموجودات همیار با ریشه‌اند و نیتروژن موجود در اتمسفر را که به طور مستقیم برای گیاهان قابل استفاده نیست، احیا می‌کنند و به صورت آمونیوم در اختیار گیاه قرار می‌دهند و انرژی مورد نیاز برای این فرایند را از ترشحات ریشه گیاه دریافت می‌کنند. این باکتری‌های همیار علاوه بر تثبیت نیتروژن با ترشح مواد محرک رشد، افزایش رشد گیاه را سبب می‌شوند [۱۵].

آزومین کود نیتروژنه آلی به حالت مایع است که قابلیت فراهم آوردن نیتروژن به شکل پروتئین و آمینو اسید، توسعه سطح شاخ‌وبرگ‌ها با افزایش تولید مواد قندی، انتشار غذایی از طریق کوتیکول و امکان جذب از طریق برگ‌ها و ریشه‌ها و آغاز رشد رویشی سریع بعد از شرایط نامناسب آب‌وهوایی از جمله خشکسالی و تگرگ را برای گیاه فراهم می‌کند و در نهایت موجب عملکرد زیاد محصول می‌شود [۳۱]. براساس بررسی منابع، تحقیقات کمی در مورد مقایسه کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیکی نیتروژن در گیاهان روغنی به‌ویژه در مورد گیاه بزرک انجام گرفته است.

پژوهش حاضر، با هدف بررسی آثار کودهای شیمیایی، آلی و زیستی نیتروژنه بر خصوصیات زراعی در اکوتیپ‌های مختلف بزرک به انجام رسید.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی قبل از شروع آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک

شوری	اسیدیته خاک	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاس
(dS/m)	(pH)	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)
۰/۵۷	۷/۶	۰/۵۷	۰/۸۱	۲۶/۷	۴۲۳

نهایی برداشت شد. برآزش داده‌ها در مدل رگرسیونی با استفاده از نرم‌افزار سیگما پلات^۲ انجام گرفت.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که ارتفاع بوته در اکوتیپ‌های مختلف و تیمارهای مختلف کودی معنادار بود. نظر به معنادار شدن تأثیرات متقابل اکوتیپ × نوع کود (جدول ۲) برای صفت ارتفاع بوته، نتایج تأثیرات اصلی در این بخش ارائه نشد. اختلاف ارتفاع بین اکوتیپ‌ها به نوع کود مصرف شده بستگی داشت، به‌صورتی که بلندترین ارتفاع بوته در اکوتیپ‌های بزرگ ایرانی و کانادایی بر اثر مصرف کود اوره، و کوتاه‌ترین آن در اکوتیپ‌های ایرانی، فرانسوی و کانادایی در شرایط بدون مصرف کود دیده شد (جدول ۴). این نشان می‌دهد که پاسخ هر سه اکوتیپ به کود اوره متفاوت است و ارتفاع اکوتیپ فرانسوی به اوره واکنش کمتری نشان می‌دهد. همچنین پاسخ گیاه به کودهای زیستی سوپرنیتروپلاس و نیتروکسین در اکوتیپ‌های مختلف متفاوت است و ارتفاع اکوتیپ ایرانی به سوپرنیتروپلاس و ارتفاع اکوتیپ فرانسوی به نیتروکسین واکنش بیشتری را نشان می‌دهد. پاسخ به کود آزومین نیز در اکوتیپ‌های مختلف متفاوت بود و اکوتیپ کانادایی بیشترین واکنش را به کود آزومین نشان داد (جدول ۴).

کودهای بیولوژیکی نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس در یک مرحله قبل از کاشت به مقدار دو لیتر در هکتار (مطابق دستورالعمل کارخانه سازنده) با بذور آغشته و سپس بذور در سایه خشک و بلافاصله کشت شد. برای اطمینان از اثربخشی این کودها، در دو مرحله ساقه رفتن و مرحله قبل از ظهور گل نیز روی گیاه محلول‌پاشی شد. در مرحله رسیدگی، دو ردیف کناری هر کرت به طول یک متر و ابتدا و انتهای سایر خطوط داخل کرت‌ها به طول ۱۰ سانتی متر به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و با قرار دادن دو کوادرات (۳/۳ × ۰/۳ مترمربع) در هر کرت نمونه‌برداری انجام گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه بود.

تجزیه آماری اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و Mstat انجام گرفت و میانگین‌های معنادار شده با استفاده از آزمون LSD (حداقل معناداری) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل^۱ استفاده شد. برای بررسی روند تغییرات جمع‌ی صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته و وزن خشک اندام‌های گیاه در اکوتیپ‌های مختلف و تیمارهای مختلف کودی در طول فصل رشد، هر ۱۵ روز یک نمونه ده‌تایی گیاه پس از مرحله ظهور گیاه در سطح خاک تا مرحله قبل از برداشت

2. Sigma Plot

1. Excel

ارزیابی کودهای شیمیایی، آلی و زیستی نیتروژن بر خصوصیات زراعی اکوتیپ‌های مختلف بزرک (*Linum usitatissimum L.*)

جدول ۲. نتایج آنالیز واریانس صفات بررسی شده در اکوتیپ‌های مختلف بزرک تحت تیمارهای مختلف کودی

میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد برگ	تعداد شاخه فرعی	تعداد کپسول در بوته	وزن خشک اندام هوایی	عملکرد دانه
بلوک	۲	۷/۴۸ ^{ns}	۲۴۸۲/۰۶ ^{ns}	۰/۳۵۵ ^{ns}	۲/۴۲ ^{ns}	۱/۴ ^{ns}	۵۲۹/۱۳ ^{ns}
اکوتیپ	۲	۳۷/۹۵ ^{**}	۱۶۸۹۷/۴ ^{**}	۲/۰۲ ^{**}	۶۵/۴۸ ^{**}	۲۳/۲۴ ^{**}	۲۸۰۲/۱۴ ^{**}
تیمار کودی	۴	۱۸۷/۳۸ ^{**}	۳۵۲۵۷/۹ ^{**}	۳/۹۷ ^{**}	۹۷/۷۷ ^{**}	۱۶۷/۸ ^{**}	۸۲۷/۵۶ ^{**}
اکوتیپ × تیمار کودی	۸	۱۹/۹۵ ^{**}	۶۵۵۸/۱ ^{**}	۰/۴۱ ^{ns}	۱۷۱/۰۲ ^{**}	۱۱/۲۶ ^{**}	۲۶۲/۴۷ ^{ns}
خطا	۲۸	۲/۷۰	۹۰۷/۷۳	۰/۲۶	۳/۵۸	۳/۰۸	۱۸۷/۱۲
ضریب تغییرات	-	۳/۴۸	۱۱/۲	۱۰/۳۸	۱۳/۴۲	۱۴/۴۹	۱۵/۹۹

ns و ** و * : به ترتیب غیرمعنادار، و معنادار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات تعداد شاخه فرعی در بوته و عملکرد دانه در اکوتیپ‌های مختلف بزرک و تیمارهای مختلف کودی

اکوتیپ	تعداد شاخه فرعی در بوته	عملکرد دانه (g/m ²)
ایرانی	۲/۳۳ ^b	۹۵/۶۹ ^a
فرانسوی	۲/۹۳ ^a	۷۶/۲۱ ^b
کانادایی	۲/۲۶ ^b	۷۴/۹۲ ^b
LSD	۰/۳۸	۹/۳۶
تیمارهای کودی		
سوپر نیتروپلاس	۲/۲ ^{bc}	۹۰/۰۷ ^{ab}
آزومین	۲/۶ ^b	۸۰/۳ ^b
شاهد	۱/۷ ^c	۶۳/۷۹ ^c
نیتروکسین	۲/۳ ^b	۹۰/۱۷ ^{ab}
اوره	۳/۵ ^a	۹۶/۲۸ ^a
LSD	۰/۳۸	۹/۳۶

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون و برای هر تیمار، تفاوت معناداری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ × سطوح کودی صفات بررسی شده

اکوتیپ	تیمارهای کودی	ارتفاع (cm)	تعداد برگ	تعداد کپسول در بوته	وزن خشک اندام هوایی (g/plant)
ایرانی	سوپر نیترو پلاس	۴۸/۶ ^b	۱۰۰/۶ ^c	۱۶ ^b	۹/۲۶ ^{defg}
	آزومین	۴۵/۶ ^{cde}	۱۰۷ ^c	۹ ^g	۱۱/۹ ^{cd}
	شاهد	۴۱/۶ ^f	۸۳/۶ ^c	۸/۶ ^g	۶/۵۲ ^g
	نیتروکسین	۴۵/۶ ^{cde}	۸۴/۶ ^c	۱۰/۳ ^f	۹/۱ ^{defg}
	اوره	۵۸ ^a	۱۹۲/۶ ^b	۱۵/۳ ^{bc}	۱۷/۶۹ ^b
فرانسوی	سوپر نیترو پلاس	۴۳/۶ ^{ef}	۹۴ ^c	۱۲/۶ ^{cdef}	۷/۶۳ ^{fg}
	آزومین	۴۴/۶ ^{ed}	۲۸۶/۳ ^a	۱۹/۶ ^a	۱۸/۲ ^{ab}
	شاهد	۴۱/۳ ^f	۹۹/۳ ^c	۱۱/۳ ^{defg}	۹/۸۳ ^{def}
	نیتروکسین	۴۸/۶ ^b	۱۰۴/۳ ^c	۱۴ ^{bcd}	۱۰/۰۸ ^{def}
	اوره	۴۸/۶ ^b	۳۱۱/۶ ^a	۲۲/۳ ^a	۲۱/۱۸ ^a
کانادایی	سوپر نیترو پلاس	۴۷/۳ ^{bcd}	۹۶ ^c	۱۳/۳ ^{bcddef}	۱۱/۲۶ ^{cde}
	آزومین	۴۹/۳ ^b	۱۹۶/۳ ^b	۱۴/۶ ^{bc}	۱۳/۵ ^c
	شاهد	۴۱/۳ ^f	۱۰۱ ^c	۱۰/۶ ^{efg}	۸/۴۶ ^{efg}
	نیتروکسین	۴۷/۶ ^{bcd}	۱۰۸/۳ ^c	۱۳/۶ ^{bcdde}	۱۰/۲۴ ^{def}
	اوره	۵۶ ^a	۱۶۵ ^b	۲۰ ^a	۱۶/۶۴ ^b

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معناداری در سطح ۵ درصد ندارند (LSD).

سانتی‌متر در تیمار کود شیمیایی نیتروژن به دست آمد که نسبت به کاربرد کود زیستی ۲۲/۶۶ درصد افزایش نشان داد [۴]. کود شیمیایی نیتروژن سبب رشد رویشی بیشتر گیاه و موجب تقسیم سلولی و طولی شده سلول‌های گیاهی گردیده و موجب طولی شدن ارتفاع گیاه می‌شود [۷]. پژوهش‌ها حاکی از آن است که استفاده از کودهای بیولوژیک به دلیل اینکه حاوی ازتوباکترند، سبب افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی می‌شود که به دنبال آن رشد رویشی گیاه و ارتفاع بوته‌های آفتابگردان افزایش می‌یابد [۴۰].

برای توجیه برآزش داده‌های مربوط به تغییرات تجمعی ارتفاع بوته نسبت به زمان در اکوتیپ‌های مختلف بزرگ

متفاوت بودن ارتفاع بوته در سایر گیاهان روغنی مانند کنجد تحت تیمارهای مختلف کودی نیز گزارش شده است [۱۳]. اختلاف ارتفاع ممکن است به ساختار ژنتیکی و توانایی اکوتیپ‌های مختلف در استفاده از منابع مختلف کودی مربوط باشد. در آزمایش‌های مختلف، کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن تأثیر متفاوتی را روی ارتفاع بوته در گیاهان مختلف نشان دادند. در آزمایشی بر روی گیاه کرچک کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۱۳۷/۴ سانتی‌متر، بلندترین، و تیمار عدم کاربرد نیتروژن (شاهد) با میانگین ۱۱۷/۱ سانتی‌متر، کوتاه‌ترین ارتفاع گیاه را به خود اختصاص دادند [۱۸]. در مطالعه‌ای دیگر، بلندترین ارتفاع در گیاه آفتابگردان با ۱۲۴/۵

تغییرات ارتفاع در اکوتیپ‌های مختلف، برآزش داده فقط در اکوتیپ بزرک فرانسوی انجام گرفت.

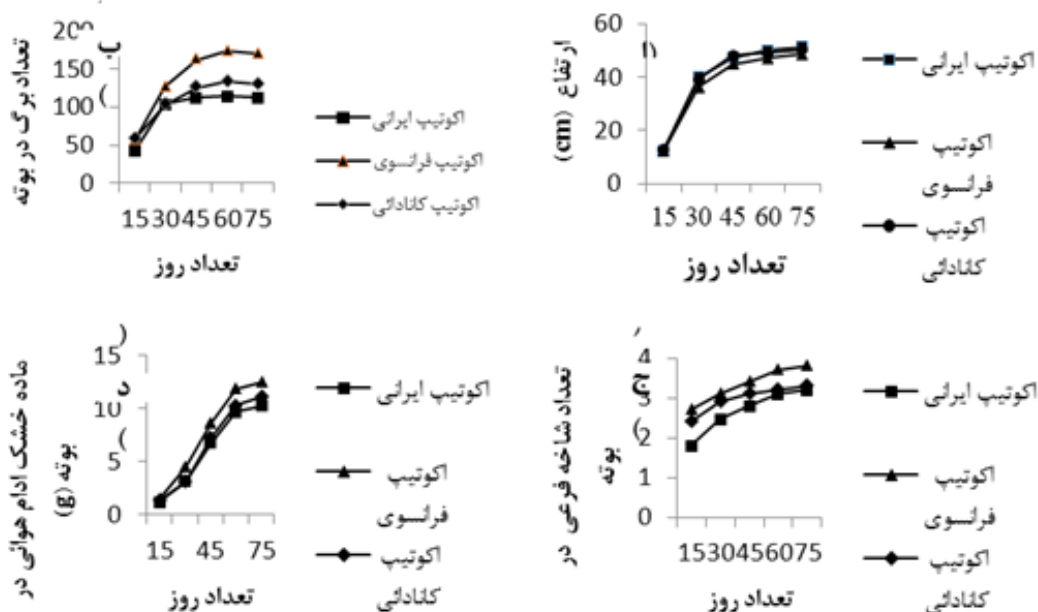
روند تغییرات ارتفاع بوته در در تیمارهای مختلف کودی و توصیف آن با استفاده از مدل رگرسیونی غیرخطی نمایی در شکل ۲ الف نشان داده شده است. مقادیر SEE و R^2 در مدل در حد قابل قبول بودند و مدل به خوبی توانست روند تغییرات ارتفاع بوته را توجیه کند (جدول ۵). مقدار کم SEE و R^2 بالا در این مدل نشان می‌دهد که مدل نمایی توصیف مناسب‌تری از روند ارتفاع بوته نسبت به سایر مدل‌های برآزش شده داشت. مفهوم استفاده از این مدل این است که برای دستیابی به ارتفاع مطلوب تا مرحله ۴۵ روزگی پس از ظهور گیاه در سطح خاک، تأمین نیازهای کودی گیاه ضروری است. تأمین این نیازها پس از این مدت، از نظر مدیریتی نه تنها موجب افزایش سرعت ارتفاع نمی‌شود، بلکه در حالت ثابتی قرار می‌گیرد.

براساس شکل ۲ الف، در تیمارهای مختلف کودی، ارتفاع گیاه با افزایش مراحل رشد افزایش می‌یابد. روند افزایش ارتفاع تا زمان ۴۵ روز پس ظهور گیاه در سطح خاک به صورت نمایی افزایش می‌یابد و از آن مرحله به بعد با حداقل تغییرات به وضعیت یکنواخت می‌رسد. تقلیل رشد ارتفاع در پایان مراحل رشد را می‌توان به زرد شدن برگ‌ها و تقلیل میزان فتوسنتز گیاه و ریزش برگ‌ها نسبت داد [۲۴]. روند تغییرات ارتفاع در تیمارهای مختلف کودی تقریباً یکسان است (شکل ۲ الف)، با این تفاوت که مقدار عددی ارتفاع در تیمار اوهر در نقاط مختلف نمونه‌برداری بیش از سایر تیمارها است. نظر به یکسان بودن روند تغییرات ارتفاع در تمامی تیمارهای کودی نسبت به زمان، برآزش داده روی تیمار کودی نیتروکسین انجام گرفت. مطابق شکل ۲ الف، تیمار کودی اوهر واکنش بیشتری نسبت به تغییرات ارتفاع در مقایسه با سایر تیمارهای کودی نشان داده است.

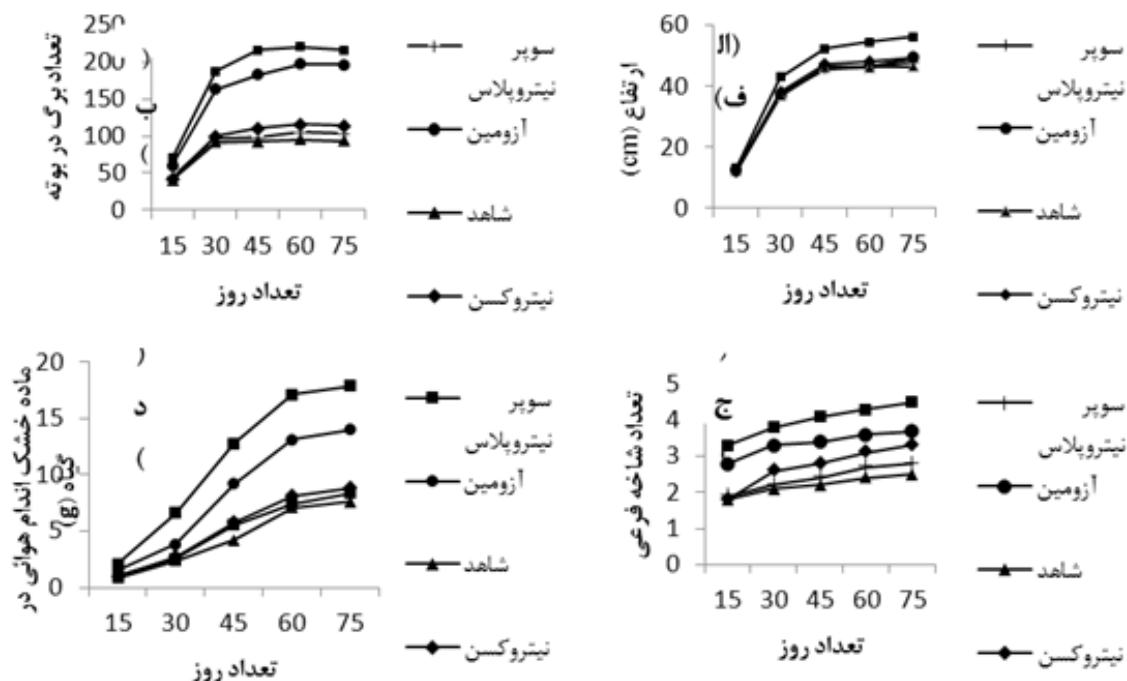
در این آزمایش از ویژگی‌های R^2 SEE مدل استفاده شده است. روند تغییرات ارتفاع بوته در سه اکوتیپ مختلف بزرک و توصیف آن با استفاده از مدل رگرسیونی غیرخطی نمایی در شکل ۱ الف نشان داده شده است. مقادیر SEE و R^2 در مدل در حد قابل قبول بود و مدل به خوبی توانست روند تغییرات ارتفاع بوته را توجیه کند (جدول ۵). مقدار کم SEE و R^2 بالا در این مدل نشان می‌دهد که مدل نمایی توصیف مناسب‌تری از روند ارتفاع بوته نسبت به سایر مدل‌های برآزش شده داشت. مشخصات سایر مدل‌ها که توصیف نامناسبی داشتند در این بخش از نتایج آورده نشده است. مفهوم استفاده از این مدل این است که بلندترین ارتفاع گیاه تا مرحله ۴۵ روزگی پس از ظهور گیاه در سطح خاک حاصل شده و تأمین نیازهای زراعی گیاه برای چنین افزایشی در این مرحله ضروری است. تأمین این نیازها پس از گذشت این مدت، از نظر مدیریتی نه تنها موجب افزایش ارتفاع نمی‌شود، بلکه در حالت ثابتی قرار می‌گیرد.

براساس شکل ۱ الف، ارتفاع گیاه بزرک با افزایش مراحل رشد افزایش می‌یابد. روند افزایش ارتفاع تا زمان ۴۵ روز پس ظهور در سطح گیاه در سطح خاک به صورت نمایی افزایش می‌یابد و از آن مرحله به بعد با حداقل تغییرات به وضعیت یکنواخت می‌رسد. تقلیل میزان افزایش ارتفاع در پایان مراحل رشد را می‌توان به زرد شدن برگ‌ها و تقلیل فتوسنتز گیاه و ریزش برگ‌ها نسبت داد [۲۴]. روند تغییرات ارتفاع در اکوتیپ‌های مختلف تقریباً یکسان است (شکل ۱ الف)، با این تفاوت که مقدار عددی ارتفاع در اکوتیپ بزرک ایرانی در نقاط مختلف نمونه‌برداری بیش از بزرک فرانسوی است ولی با بزرک کانادایی تقریباً یکسان است. نظر به یکسان بودن روند

1. Determinant Coefficient
2. Standard Error of Estimate



شکل ۱. روند تغییرات ارتفاع بوته (الف)، تعداد برگ در بوته (ب)، تعداد شاخه فرعی در بوته (ج) و مقدار ماده خشک اندام هوایی (د) در مراحل رشد از زمان ظهور گیاه در سطح خاک تا مرحله برداشت در اکتوب‌های مختلف بزرگ



شکل ۲. روند تغییرات ارتفاع بوته (الف)، تعداد برگ در بوته (ب)، تعداد شاخه فرعی در بوته (ج) و وزن ماده خشک اندام هوایی (د) در مراحل رشد از زمان ظهور گیاه در سطح خاک تا مرحله برداشت در تیمارهای مختلف کودی

ارزیابی کودهای شیمیایی، آلی و زیستی نیتروژن بر خصوصیات زراعی اکوتیپ‌های مختلف بزرک (*Linum usitatissimum L.*)

جدول ۵. تخمین خطای استاندارد (SEE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیونی (a , b , y_0) برای مدل رگرسیون غیرخطی نمایی (Exponential) در توصیف روند تغییرات صفات برازش شده در اکوتیپ‌ها و تیمارهای مختلف کودی

تیمار	صفات	ضریب تبیین (R^2)	SEE	$a \pm SE$	$b \pm SE$	$y_0 \pm SE$
۳۱	ارتفاع	۰/۹۹	۰/۴۲	۱۰۵/۶۴±۴/۳۴	۰/۰۷±/۰۰۲	-۵۶/۶۸±۴/۵۸
	تعداد برگ در بوته	۰/۹۹	۰/۶۲	۵۴۹/۶۳±۴۳/۳۰	۰/۱۴±/۰۰۵	-۴۳۶/۶۸±۴۳/۵
	تعداد شاخه فرعی در بوته	۰/۹۹	۰/۰۳	۲/۶۹±۰/۰۹	۰/۰۳±/۰۰۴	۰/۷۴±۰/۱۴
۳۲	ماده خشک اندام هوایی	۰/۹۹	۰/۲۷	۲۲/۳۳±۱/۶۶	۰/۰۲±/۰۰۳	-۳/۷۴±۰/۸
	ارتفاع	۰/۹۹	۰/۲۹	۱۲۴/۳۵±۰/۳۴	۰/۰۸±/۰۰۲	-۷۴/۹۹±۴/۲۱
	تعداد برگ در بوته	۰/۹۹	۳/۲	۸۲۶/۲۲±۱۰۵/۳۹	۰/۱۱±/۰۰۸	-۶۰۶/۷±۱۰۶/۶
۳۳	تعداد شاخه فرعی در بوته	۰/۹۹	۰/۰۲	۲/۲۰±۰/۰۳	۰/۰۲۵±/۰۰۳	۲/۶۲±۰/۰۹
	ماده خشک اندام هوایی	۰/۹۹	۰/۲۶	۳۰/۴۹±۱/۱۲	۰/۰۲±/۰۰۲	-۵/۶۹±۰/۸۲

۲.۳. تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اکوتیپ‌های مختلف بزرک و تیمارهای مختلف کودی بر تعداد برگ در بوته معنادار بود (جدول ۲). اختلاف تعداد برگ در بوته بین اکوتیپ‌های بزرک به نوع کود مصرف شده بستگی دارد. بیشترین تعداد برگ در بوته در اکوتیپ فرانسوی بر اثر مصرف کود اوره و کمترین آن در هر سه اکوتیپ بزرک ایرانی، فرانسوی و کانادایی در شرایط بدون مصرف کود دیده شد (جدول ۴). این امر نشان می‌دهد که پاسخ هر سه اکوتیپ به کود اوره متفاوت است و تعداد برگ در بوته اکوتیپ ایرانی و کانادایی به اوره واکنش کمتری نسبت به اکوتیپ فرانسوی نشان می‌دهد. همچنین پاسخ گیاه به کودهای زیستی سوپرنیتروپلاس و نیتروکسین در هر سه اکوتیپ یکسان است. پاسخ به کود آزومین نیز در اکوتیپ‌های مختلف متفاوت بود و اکوتیپ فرانسوی بیشترین واکنش را از نظر تعداد برگ در بوته به کود آزومین نشان داد (جدول ۴).

محققان با بررسی اثر کودهای بیولوژیک بر گره‌زایی و رشد گیاه سویا تحت تنش خشکی اظهار کردند اثر ارقام بر صفت تعداد برگ معنادار شد [۵]. رقم 'زالتالال' سویا بیشترین تعداد برگ در بوته را نسبت به سایر ارقام تولید کرد. تأثیر کود زیستی سودوموناس بر گیاه آفتابگردان نشان داد رشد رویشی گیاه در تیمار کود زیستی در مقایسه با تیمار کود شیمیایی به‌طور معناداری متفاوت بود و تعداد برگ گیاه در بوته در تیمار کود زیستی افزایش یافته است [۴۱]. این نتایج می‌تواند ناشی از اثر کاربرد باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن باشد که با تولید مقادیر مناسب مواد تنظیم‌کننده رشد گیاه مانند اکسین، جیبرلین، سیتوکینین و ویتامین‌های گروه B ظرفیت ریشه‌زایی گیاه و جذب مواد غذایی از خاک را بهبود بخشیده و در نتیجه مقدار نیتروژن و فسفر را در برگ‌ها افزایش داده است [۲۶]. بررسی مقایسه میانگین‌های اثرهای ساده مقادیر مختلف نیتروژن بر صفت تعداد برگ در گیاه کرچک مشخص کرد که مصرف مقدار

و ریزش برگ‌ها نسبت داد [۲۴]. روند تغییرات تعداد برگ در بوته در تیمارهای مختلف کودی تقریباً یکسان بود (شکل ۲ ب)، با این تفاوت که مقدار عددی تعداد برگ در بوته در تیمار کودی اوره و آزومین در نقاط مختلف نمونه‌برداری بیش از سایر تیمارها بود. تیمار شاهد بدون نیتروژن نسبت به سایر تیمارها حداقل تغییرات را نشان داد (شکل ۲). مطابق همین شکل تیمارهای سوپرنیتروپلاس و نیتروکسین تغییرات بیشتری نسبت به شاهد نشان دادند. نظر به یکسان بودن روند تغییرات تعداد برگ در تمامی تیمارهای کودی، برازش داده روی تیمار کودی اوره انجام گرفت. از این رو مطابق شکل ۲-ب، تیمار کودی اوره واکنش بیشتری نسبت به تعداد برگ در بوته در مقایسه با سایر تیمارهای کودی نشان داده است.

۳.۳. تعداد شاخه فرعی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد شاخه فرعی در اکوتیپ‌های بزرگ اختلاف معناداری دارند (جدول ۲). اکوتیپ فرانسوی بیشترین تعداد شاخه فرعی را داشت و بین اکوتیپ ایرانی و کانادایی اختلاف معناداری دیده نشد (جدول ۳). تیمارهای مختلف کودی تأثیر معناداری بر تعداد شاخه فرعی داشت (جدول ۲). کود نیتروژنه (اوره) بیشترین تعداد شاخه فرعی و تیمار شاهد کمترین اثر را در افزایش تعداد شاخه فرعی داشت (جدول ۳). تعداد شاخه فرعی در تیمارهای کود بیولوژیک نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس و کود آلی آزومین تفاوت آماری نشان نداد. بین تیمار سوپرنیتروپلاس و شاهد نیز تفاوت معناداری از نظر تعداد شاخه فرعی مشاهده نشد (جدول ۳).

کود زیستی و شیمیایی نیتروژنه در مطالعات مختلف اثرهای متفاوتی را بر تعداد شاخه فرعی گیاهان مختلف داشتند. در آزمایشی با هدف بررسی تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی بابونه آلمانی مشاهده

۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با میانگین ۳۰/۱ عدد بیشترین تعداد برگ را به خود اختصاص داد [۱۸].

روند تغییرات تعداد برگ گیاه بزرگ در بوته در مراحل مختلف رشد از زمان پس از ظهور گیاه در سطح خاک تا مرحله برداشت در اکوتیپ‌های مختلف بزرگ در شکل ۱ ب نشان داده شده است. براساس این شکل، تعداد برگ در بوته با افزایش مراحل رشد افزایش می‌یابد. روند افزایش تعداد برگ گیاه در بوته بین زمان ۴۵ تا ۶۰ روز پس از ظهور گیاه در سطح خاک افزایش و از آن مرحله به بعد سیر نزولی می‌گیرد. تقلیل تعداد برگ در بوته در پایان مراحل رشد را می‌توان به زرد شدن برگ‌ها و تقلیل میزان فتوسنتز گیاه و ریزش برگ‌ها نسبت داد [۲۴]. روند تغییرات تعداد برگ در بوته در اکوتیپ‌های مختلف تقریباً یکسان است (شکل ۱ب)، با این تفاوت که مقدار عددی تعداد برگ در بوته در اکوتیپ بزرگ فرانسوی در نقاط مختلف نمونه‌برداری بیش از بزرگ کانادایی است. مطابق همین شکل، تغییرات تعداد برگ در بوته در بزرگ ایرانی نسبت به سایر بزرگ‌ها کمتر است. نظر به یکسان بودن روند تغییرات تعداد برگ در بوته در مراحل رشد، برازش داده فقط در اکوتیپ بزرگ ایرانی انجام گرفت. تخمین خطای استاندارد (SEE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیونی (y_0, b, a) برای مدل رگرسیون غیرخطی نمایی در توصیف روند تغییرات تعداد برگ در بوته در اکوتیپ‌ها و تیمارهای مختلف کودی در جدول ۵ آورده شده است.

براساس شکل ۲-ب، تعداد برگ در بوته با افزایش مراحل رشد افزایش می‌یابد. روند افزایش تعداد برگ در بوته تا زمان ۴۵ روز پس از ظهور گیاه در سطح خاک به صورت نمایی افزایش و از آن مرحله به بعد با حداقل تغییرات به وضعیت یکنواخت و در مواردی با نقصان تعداد برگ می‌رسد. تقلیل تعداد برگ در پایان مراحل رشد را می‌توان به زرد شدن برگ‌ها و تقلیل میزان فتوسنتز گیاه

افزایش مراحل رشد افزایش می‌یابد. روند افزایش تعداد شاخه فرعی تا زمان ۴۵ روز پس ظهور در سطح گیاه در سطح خاک افزایش می‌یابد و از آن مرحله به بعد با حداقل تغییرات به وضعیت یکنواخت و ثابتی می‌رسد. روند تغییرات تعداد شاخه فرعی در بوته در تیمارهای مختلف کودی به نسبت یکسان بود (شکل ۲ ج)، با این تفاوت که مقدار عددی تعداد شاخه فرعی در بوته در تیمار کودی اوره در نقاط مختلف نمونه برداری بیش از آزمون بود. تیمار شاهد بدون نیتروژن نسبت به سایر تیمارها حداقل تغییرات را نشان داد (شکل ۲ ج). مطابق همین شکل تیمارهای سوپر نیتروپلاس و نیتروکسین تغییرات بیشتری نسبت به شاهد نشان دادند. این میزان تغییرات در تیمار کودی نیتروکسین بیش از سوپرنیتروپلاس است (شکل ۲ ج). نظر به یکسان بودن روند تغییرات تعداد شاخه فرعی در تمامی تیمارهای کودی، برازش داده، روی تیمار کودی اوره انجام گرفت.

۳.۴. وزن خشک اندام هوایی

اکوتیپ‌های مختلف بزرک و تیمارهای مختلف کودی اختلاف معناداری را بر صفت ماده خشک اندام هوایی بوته نشان دادند (جدول ۲). نتایج نشان داد اثر متقابل بین اکوتیپ و نوع کود بر ماده خشک اندام هوایی معنادار بود (جدول ۲). اختلاف ماده خشک اندام هوایی، بین اکوتیپ‌ها به نوع کود مصرف شده بستگی دارد. بیشترین مقدار ماده خشک اندام هوایی بوته در اکوتیپ بزرک فرانسوی، ایرانی و کانادایی بر اثر مصرف کود اوره و کمترین آن در اکوتیپ ایرانی در شرایط بدون مصرف کود دیده شد (جدول ۴). این امر نشان می‌دهد که پاسخ اکوتیپ‌ها به کود اوره متفاوت است و ماده خشک اندام هوایی اکوتیپ ایرانی و کانادایی به اوره واکنش کمتری نشان می‌دهد. از نظر ماده خشک تولیدی، پاسخ گیاه به

شد که تعداد شاخه فرعی تحت اثر تیمارهای کودی قرار نگرفت و بین تیمار شیمیایی نیتروژنه (اوره) و کود زیستی نیتروکسین با تیمار شاهد اختلاف معناداری وجود نداشت [۱۶]. کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم با افزایش تعداد شاخه فرعی سبب افزایش عملکرد کنگد نسبت به تیمار شاهد شدند [۴۵]. در گیاه کنگد با افزایش کود نیتروژنه (اوره) تعداد شاخه فرعی افزایش معناداری یافت، همچنین تلقیح کود بیولوژیک نیتروکسین تعداد شاخه فرعی را به‌طور معناداری افزایش داد [۱۳]. اثر متقابل اکوتیپ و سطوح کودی بر تعداد شاخه فرعی گیاه معنادار نبود (جدول ۲).

روند تغییرات تعداد شاخه فرعی در بوته اکوتیپ‌های مختلف بزرک در مراحل مختلف رشد در شکل ۱ ج نشان داده شده است. براساس این شکل، تعداد شاخه فرعی در بوته با افزایش مراحل رشد افزایش می‌یابد. روند افزایش تعداد شاخه فرعی تا زمان ۴۵ روز پس ظهور در سطح گیاه در سطح خاک افزایش و از آن مرحله به بعد ثابت خواهد ماند. روند تغییرات تعداد شاخه فرعی در بوته در اکوتیپ‌های مختلف تقریباً یکسان بود (شکل ۱ ج)، با این تفاوت که مقدار عددی شاخه فرعی در بوته در اکوتیپ بزرک فرانسوی در نقاط مختلف نمونه برداری بیش از بزرک کانادایی بود. مطابق همین شکل، تغییرات تعداد شاخه فرعی در بوته در بزرک ایرانی نسبت به سایر بزرک‌ها کمتر بود. نظر به یکسان بودن روند تغییرات تعداد شاخه فرعی در بوته در مراحل رشد، برازش داده، فقط در اکوتیپ بزرک ایرانی انجام گرفت. تخمین خطای استاندارد (SEE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیونی (y_0, b, a) برای مدل رگرسیون غیرخطی نمایشی در توصیف روند تغییرات تعداد شاخه فرعی در بوته در اکوتیپ‌ها و تیمارهای مختلف کودی در جدول ۵ آورده شده است. براساس شکل ۲ ج، تعداد شاخه فرعی در بوته با

افزایش می‌یابد و از آن مرحله به بعد افزایش چندانی نشان نمی‌دهد (شکل ۱). الگوی تغییرات مقدار ماده خشک اندام هوایی گیاه در بوته در اکوتیپ‌های مختلف، به نسبت یکسان بود (شکل ۱ د). با این تفاوت که میزان عددی مقدار ماده خشک اندام هوایی گیاه در بوته در اکوتیپ بزرگ فرانسوی در نقاط مختلف نمونه برداری بیش از بزرگ کانادایی بود. مطابق همین شکل، تغییرات مقدار ماده خشک اندام هوایی گیاه در بزرگ ایرانی نسبت به بزرگ کانادایی کمتر است. نظر به یکسان بودن الگوی تغییرات مقدار ماده خشک اندام هوایی گیاه در بوته در مراحل رشد، برازش داده فقط در اکوتیپ بزرگ فرانسوی انجام گرفت. تخمین خطای استاندارد (SEE)، ضریب تبیین (R^2) و ضرایب رگرسیونی (a , b , y_0) برای مدل رگرسیون غیرخطی نمایی در توصیف روند تغییرات مقدار ماده خشک هوایی در بوته در اکوتیپ‌ها و تیمارهای مختلف کودی در جدول ۵ آورده شده است.

براساس نتایج موجود، مقدار ماده خشک اندام هوایی در بوته با افزایش مراحل رشد افزایش می‌یابد (شکل ۲ د). روند افزایش ارتفاع تا زمان ۶۰ روز پس ظهور در سطح گیاه در سطح خاک به صورت نمایی افزایش و از آن مرحله به بعد افزایش مختصری را نشان می‌دهد. تقلیل ماده خشک در پایان مراحل رشد را می‌توان به زرد شدن برگ‌ها و تقلیل فتوسنتز گیاه و ریزش برگ‌ها نسبت داد [۲۴]. روند تغییرات مقدار ماده خشک اندام هوایی در بوته در تیمارهای مختلف کودی به نسبت یکسان بود (شکل ۲ د)، با این تفاوت که مقدار عددی میزان ماده خشک اندام هوایی در بوته در تیمار کودی اوره در نقاط مختلف نمونه برداری بیش از تیمار کودی آزومین بود. تیمار شاهد بدون نیتروژن نسبت به سایر تیمارها حداقل تغییرات را نشان داد (شکل ۲ د). مطابق همین شکل تیمارهای سوپرنیتروپلاس و نیتروکسین به صورت مساوی تغییرات

کود زیستی سوپرنیتروپلاس در اکوتیپ‌های مختلف متفاوت بود و اکوتیپ کانادایی واکنش بیشتری به سوپرنیتروپلاس نشان داد، ولی پاسخ گیاه به نیتروکسین در هر سه اکوتیپ یکسان بود. پاسخ به کود آزومین نیز در اکوتیپ‌های مختلف متفاوت بود و اکوتیپ فرانسوی بیشترین و اکوتیپ ایرانی کمترین واکنش را به کود آزومین نشان داد (جدول ۴).

کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه تأثیرات متفاوتی در گیاهان مختلف دارند. اثر کودهای بیولوژیک بر تجمع ماده خشک سیاهدانه معنادار شد [۱۰]. روند تغییرات ماده خشک در پاسخ به کودهای بیولوژیک در طول فصل رشد از الگوی به نسبت یکسانی برای تمامی تیمارها تبعیت کرد. حداکثر و حداقل مقدار ماده خشک در ۸۹ روز پس از سبز شدن به ترتیب برای تیمار دوگانه آزوسپرلیوم و قارچ ۶۶ گرم بر متر مربع و برای شاهد ۳۸/۳ گرم بر متر مربع به دست آمد [۱۰]. در زوفا تأثیر کودهای بیولوژیک نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس وزن خشک اندام هوایی را تحت تأثیر قرار داد [۱۷]. ریزموجودات موجود در کودهای بیولوژیک به افزایش وزن خشک اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد منجر شدند. کود سوپرنیتروپلاس ۵۰ درصد افزایش وزن خشک اندام هوایی را نسبت به تیمار شاهد داشت [۱۷]. تلقیح بذور سویا با سودوموناس و برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم، جوانه‌زنی بذور و ایستادگی گیاهیچه را بهبود بخشید و موجب تجمع ماده خشک در اندام‌های هوایی و ریشه و جذب بیشتر عناصر غذایی نسبت به شرایط بدون تلقیح شد [۴۶].

روند تغییرات مقدار ماده خشک اندام هوایی گیاه در مراحل مختلف رشد در اکوتیپ‌های مختلف بزرگ در شکل ۱ د نشان داده شده است. براساس این شکل، مقدار ماده خشک اندام هوایی گیاه با افزایش مراحل رشد افزایش می‌یابد. ارتفاع گیاه تا ۶۰ روز پس از رشد در سطح خاک

بیشتری نسبت به شاهد نشان دادند. نظر به یکسان بودن روند تغییرات مقدار ماده خشک اندام هوایی در بوته در تمامی تیمارهای کودی، برآزش داده روی تیمار کودی اوره انجام گرفت. از این رو مطابق شکل ۲-د، تیمار کودی اوره واکنش بیشتری نسبت به مقدار ماده خشک اندام هوایی در بوته در مقایسه با سایر تیمارهای کودی نشان داده است.

۳.۵. تعداد کپسول در بوته

اکوتیپ‌های مختلف بزرک و تیمارهای مختلف کودی اختلاف معناداری را بر صفت تعداد کپسول در بوته نشان دادند (جدول ۲). نتایج نشان داد اثر متقابل بین اکوتیپ و نوع کود بر تعداد کپسول در بوته معنادار بود (جدول ۲). اختلاف تعداد کپسول در بوته، بین اکوتیپ‌ها به نوع کود مصرف شده بستگی دارد. بیشترین تعداد کپسول در بوته در اکوتیپ‌های بزرک فرانسوی و کانادایی بر اثر مصرف کود اوره و کمترین آن در اکوتیپ ایرانی بزرک در شرایط بدون مصرف کود دیده شد (جدول ۴). این مطلب نشان می‌دهد که پاسخ اکوتیپ‌ها به کود اوره متفاوت است و تعداد کپسول در بوته اکوتیپ ایرانی به اوره واکنش کمتری نشان می‌دهد. همچنین پاسخ گیاه به کودهای زیستی سوپرنیتروپلاس و نیتروکسین در اکوتیپ‌های مختلف متفاوت بود و تعداد کپسول در بوته اکوتیپ ایرانی به سوپرنیتروپلاس و تعداد کپسول در بوته اکوتیپ فرانسوی و کانادایی به نیتروکسین واکنش بیشتری را نشان می‌دهد. پاسخ به کود آزمون نیز در اکوتیپ‌های مختلف متفاوت بود و اکوتیپ فرانسوی بیشترین و اکوتیپ ایرانی کمترین واکنش را به کود آزمون نشان داد (جدول ۴).

اثر ارقام بر تعداد کپسول در بوته در گیاهان مختلف بررسی شده است. در آزمایشی بر روی کنجد اثر ارقام بر تعداد کپسول در بوته معنادار شد [۱۳]. در این بررسی، تأثیر کودهای شیمیایی و بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد

ارقام کنجد مشاهده شد که با افزایش نیتروژن مصرفی تعداد کپسول در بوته به صورت معناداری افزایش می‌یابد. این روند تغییرات با نتایج سایر پژوهشگران همخوانی دارد [۱، ۳۳]. افزایش تعداد کپسول در دانه کنجد در اثر تلقیح با کود بیولوژیکی نیتروکسین می‌تواند ناشی از تولید و ترشح ترکیبات تحریک‌کننده رشد گیاه یا برخی هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد توسط ریزجانداران در خاک باشد [۴۵]. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروکسین بر تعداد کپسول در بوته کنجد نشان داد که با افزایش کود ورمی کمپوست و تلقیح کود زیستی نیتروکسین، تعداد کپسول در بوته کنجد افزایش می‌یابد، به طوری که بیشترین تعداد کپسول در بوته مربوط به کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست به همراه تلقیح با کود زیستی نیتروکسین بوده و کمترین تعداد کپسول در تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست و عدم تلقیح حاصل شده است [۴۵].

۳.۶. عملکرد دانه

اکوتیپ‌های مختلف بزرک از نظر عملکرد دانه اختلاف معناداری داشتند (جدول ۲). اکوتیپ ایرانی بیشترین میزان عملکرد دانه را داشت (جدول ۳). بین اکوتیپ بزرک فرانسوی و کانادایی اختلاف معناداری دیده نشد (جدول ۳). متفاوت بودن عملکرد دانه در اکوتیپ‌های مختلف بیانگر متفاوت بودن خصوصیات ژنتیکی و محیطی است. اثر ارقام بر عملکرد دانه کنجد در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود، به طوری که بیشترین عملکرد دانه در رقم 'داراب ۱۴' به دست آمد [۱۳]. این رقم نسبت به رقم 'جیرفت' توانایی بیشتری در اختصاص مواد فتوسنتزی به عملکرد اقتصادی داشت. در پژوهشی بر روی آفتابگردان اثر رقم بر عملکرد دانه معنادار شد و رقم 'هایسان ۳۳' بیشترین عملکرد دانه را داشت [۱۱]. بین ارقام مختلف کتان روغنی از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معناداری وجود

کودی بررسی شده، کاربرد نیتروژن به فرم شیمیایی (اوره) بیشترین اثر را در مقایسه با شاهد بدون کود نشان داد. اگرچه کودهای زیستی و آلی نیتروژن در مقایسه با کود اوره واکنش کمتری نشان داد، این واکنش به طور معناداری بیشتر از تیمار شاهد بود. بنابراین با توجه به آلودگی کمتر زیست محیطی در کاربرد کودهای زیستی، استفاده از کودهای بیولوژیک نسبت به کودهای شیمیایی در سیستم کشاورزی ایران توجیه پذیرتر است.

منابع

۱. احمدی م و بحرانی م ج (۱۳۸۸) تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد و میزان روغن دانه ارقام کنجد در منطقه بوشهر. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۸: ۱۲۳-۱۳۱.
۲. ایران‌نژاد ح، پشتکوهی م، جوانمردی ز و امیری ر (۱۳۸۸) بررسی عملکرد ارقام کتان روغنی در منطقه ورامین. به‌زراعی کشاورزی. ۱۱(۲): ۱۱-۱۷.
۳. پارسایی مهر ح، علیزاده ا و جعفری حقیقی ب (۱۳۸۷) اثر کودهای بیولوژیک ازتوباکتر و آزوسپریلیوم در کاهش میزان نیتروژن مصرفی و اثر متقابل آنها با استرپتوماسیس در زراعت پایدار گندم. ۶۶ ص.
۴. پیراسته‌انوشه ه، امام ی و جمالی‌رامین ف (۱۳۸۹) مقایسه اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان در سطوح مختلف تنش خشکی. بوم‌شناسی کشاورزی. ۲(۳): ۴۹۲-۵۰۱.
۵. تاجیک خاوه م، اله‌دادی ا، دانشیان ج و آرمند پیشه ا (۱۳۹۰) بررسی اثر کودهای بیولوژیک بر گره‌زایی و رشد سویا تحت تنش کم‌آبی. بوم‌شناسی کشاورزی. ۳(۳): ۳۳۷-۳۴۶.

داشت و بیشترین عملکرد دانه در رقم 'لجینا' دیده شد [۲].

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمارهای کودی مختلف تأثیر معناداری بر عملکرد دانه داشتند (جدول ۲). کود اوره بیشترین عملکرد دانه را در مقایسه با سایر تیمارهای کودی داشت. کودهای بیولوژیکی سوپرنیتروپلاس و نیتروکسین و کود آلی آزومین نیز سبب افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شدند. در بین تیمارهای مختلف در این آزمایش، تیمار شاهد بدون نیتروژن کمترین میزان عملکرد دانه را داشت (جدول ۳). سایر محققان تأثیر کاربرد کودهای نیتروژنه زیستی و شیمیایی را بر عملکرد دانه در گیاهان مختلف بررسی کرده‌اند. در آزمایشی ضمن بررسی اثر کودهای بیولوژیک در کاهش مقدار نیتروژن مصرفی در زراعت گندم نتیجه گرفتند که باکتری‌های آزوسپریلیوم همراه با ازتوباکتر تأثیر مثبت و معناداری روی عملکرد دانه داشتند [۳]. محققان بیشترین عملکرد دانه سویا را بر اثر تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک همراه با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۱۵ کیلوگرم در هکتار اوره به‌دست آوردند [۶]. کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین نیز بر عملکرد دانه کنجد معنادار بود [۱۲]. در این آزمایش عملکرد دانه در متر مربع در تیمار اثر متقابل بین اکوتیپ و تیمار کودی معنادار نبود (جدول ۲).

۴. نتیجه‌گیری

از نظر خصوصیات زراعی بررسی شده در این آزمایش اکوتیپ‌های مختلف بزرگ واکنش متفاوتی را در منطقه مورد کشت نشان دادند که این موضوع ممکن است مربوط به متفاوت بودن ساختار ژنتیکی اکوتیپ‌ها و شرایط محیطی عنصر نیتروژن در دسترس باشد. از نظر خصوصیات زراعی اندازه‌گیری شده در تمامی تیمارهای

ارزیابی کودهای شیمیایی، آلی و زیستی نیتروژن بر خصوصیات زراعی اکوتیپ‌های مختلف بزرک (*Linum usitatissimum L.*)

۶. توحیدی مقدم ح، قوشچی رف، حمیدی ا و کسرای پ (۱۳۸۶) تاثیر کاربرد کودهای بیولوژیک بر خصوصیات کمی و کیفی سویای رقم ویلامز. دانش کشاورزی ایران. ۴(۲): ۲۰۵-۲۱۶.
۷. خواجه‌پور م (۱۳۸۳) گیاهان صنعتی. مرکز نشر دانشگاه اصفهان. ص ۵۶۴.
۸. خواجه‌پور م (۱۳۸۶) زراعت گیاهان صنعتی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
۹. خرم‌دل س، کوچکی ع ر، نصیری محلاتی م و قربانی ر (۱۳۸۷) اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی سیاهدانه (*Nigella sativa L.*). پژوهش‌های زراعی ایران. ۶(۲): ۲۸۵-۲۹۴.
۱۰. شریفی عاشوری آبادی آ (۱۳۸۲) بررسی حاصلخیزی خاک در اکوسیستم‌های زراعی. پایان‌نامه دکترای زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی زابل، واحد علوم و تحقیقات، ص ۲۸۴.
۱۱. رشدی م، رضادوست س، خلیلی محله ج و حاج-حسنی اصل ن (۱۳۸۸) تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم آفتابگردان روغنی. علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. ۳(۱۰): ۱۲۹-۱۴۳.
۱۲. سجادی‌نیک ر، یدوی ع، بلوچی ح و فرجی ه (۱۳۹۰) مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر عملکرد کمی و کیفی کنجد. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۱(۲): ۸۷-۱۰۱.
۱۳. شاکری ا، امینی‌دهقی ا، طباطبایی ع و مدرس‌ثانوی ع (۱۳۹۱) تأثیر کودهای شیمیایی و بیولوژیک بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد روغن و پروتئین ارقام کنجد. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲(۱): ۷۱-۸۵.
۱۴. عمواقایی ر و مستاجران ا (۱۳۸۶) همزیستی سیستم-های همیاری گیاه و باکتری جلد سوم. انتشارات دانشگاه اصفهان. ۶۶ ص.
۱۵. عمواقایی ر، مستاجران و و امتیازی گ (۱۳۸۲) تأثیر باکتری آزوسپریلیوم بر برخی از شاخص‌های رشد و عملکرد سه رقم گندم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴(۲): ۱۲۷-۱۳۹.
۱۶. فلاحی ج، کوچکی ع و رضوانی مقدم پ (۱۳۸۸) بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی. پژوهش‌های زراعی ایران. ۷(۱): ۱۲۷-۱۳۵.
۱۷. کوچکی ع، تبریزی ل و قربانی ر (۱۳۸۷) ارزیابی اثر کودهای بیولوژیک بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*). پژوهش‌های زراعی ایران. ۶(۱): ۱۲۷-۱۳۷.
۱۸. ولدآبادی ع، یوسفی ف و شیرانی‌راد ا ح (۱۳۸۹) تأثیر قطع آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر برخی از صفات زراعی گیاه دارویی کرچک. زراعت و اصلاح نباتات. ۶(۱): ۹۹-۱۱۰.
19. Ahmadzade A (1977) Definition of the best drought tolerant in corn selective lines. Agricultural Science. 69: 210-224.
20. Ankumah RO, Khan V Mwarnba K and Kpombekou K (2003) The influence of source and timing of nitrogen fertilizers on yield and nitrogen use efficiency of four sweet potato cultivars. Agriculture Ecosystems and Environment. 100: 201-207.
21. Baltes J (1975) Gewinnung and Verarbeitung Von Nahrungsfetten. Lebensmitteluntersuchungen, Paul. Parely Verlag Bd. 17.

22. Berry EM and Hirsch J (1989) Does dietary linolenic acid influence blood pressure?. American Journal of Clinical Pathology. 44: 336-400.
23. Biswas B, Singh R and Mukhopadhyay ASN (2008) Use of nitrogen-fixing bacteria as biofertilizer for non-legumes: prospects and challenges. Applied Microbiology and Biotechnology. 80: 199-209.
24. Bullock DG, Nielsen RL and Nyquist WE (1988) A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. Crop Science. 28: 254-258.
25. Cunnane SC, Gangali S, Menard C, Lied AC, Hamadeh MJ, Wolerer TM and Jenkins TM (1998) High &- Linolenic acid Flaxseed. Some nutritional properties in humans. British Journal of Nutrition. 69: 443-534.
26. Eid RA, Abo-Sedera SA and Attia M (2006) Influence of nitrogen fixing bacteria incorporation with organic and/or inorganic nitrogen fertilizers on growth, flower yield and chemical composition of *Celosia argenta*. World Journal of Agricultural Sciences. 2(4): 450-458.
27. Ghost BC and Bhat R (1998) Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environmental Pollution. 102: 123-126.
28. Ghosh DC and Mohiuddin M (2000) Response of summer sesame (*Sesamum indicum*) to biofertilizer and growth regulator. Agricultural Science. 20(2): 90-92.
29. Hopkins WG and Huner NP (2004) Introduction to Plant Physiology (3rd Ed.). John Wiley and Sons Inc. New York, 560 p.
30. Hao X, Chang C and Travis GJ (2005) Short communication: effect of long-term cattle manure application on relations between nitrogen and oil content in canola seed. Journal of Plant Nutrition 167: 214-215.
31. <http://www.hb-zarin.com> (Accessed March 2012).
32. Kumar B, Pandey P and Maheshwari DK (2009) Reduction in dose of chemical fertilizers and growth enhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) with application of rhizospheric competent *Pseudomonas aeruginosa* LES4. European Journal of Soil Biology. 45: 334-340.
33. Malik MA, Farrukh Saleem M, Cheema MA and Ahmed S (2003) Influence of different nitrogen levels on productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. International Journal of Agriculture and Biology. 4: 490-492.
34. Morris D (2005) Flax a health and nutrition primer. Flax Council of Canada. Available at <http://www.flaxcouncil.ca/English/index.php/primers&nutrition> (Accessed February 2008).
35. Omidbeigi R, Tabatabaei FM and Akbari T (2001) Effect of N-fertilizer and irrigation on the productivity of linseed. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 32: 53-64.
36. Oomah BD (2001) Flaxseed as a functional food source. Journal of Agricultural Science. 81: 889-894.
37. Piromyong P, Buranabanyat B, Tantasawat P, Tittabutr P, Boonkerd N and Teaumroong N (2011) Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on microbial community structure in rhizosphere of forage corn cultivated in Thailand. European Journal of Soil Biology. 47: 44-54.
38. Sharm AK (2003) Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India.
39. Sharma RS and Kewat MC (1996) Response of sesame to nitrogen. Field Crop Abstract. 49(10): 978-990.
40. Skinner FA, Boddey RM and Fernini F (1987)

- Nitrogen fixation with non legumes. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.pp.
41. Suliman R and Bajwa R (2010) Appraisal of two *Pseudomonas* species as a biofertilizer for sunflower (*Helianthus annuus* L.). International Journal of Biology and Biotechnol. 7(1, 2): 49 - 52.
42. Tadesse T, Singh H and Weyessa B (2009) Correlation and Path Coefficient Analysis among Seed Yield Traits and Oil Content in Ethiopian Linseed Germplasm. International Journal of Sustainable Crop Production. 4: 8-16.
43. Tilak KVBR., Ranganayaki N, Pal KK, De R, Saxena AK, Shekhar Nautiyal C, Shilpi Mittal, Tripathi AK and Johri BN (2005) Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science. 89: 136-150.
44. Thompson LU, Rickard SE, Orcheson LJ and Seidl M. M (1996) Flaxseed and its liganan and components mamary tumor growth at a rate stage of carcinogenesis. Carcinogenesis. 17: 1373-1376.
45. Yasari E and Patwardhan M (2007) Effects of Azotobacter and Azospirillum Inoculants and Chemical Fertilizers on Growth and Productivity of Canola (*Brassica napus* L.). Asian Journal of Plant Sciences. 6(1): 77-82.
46. Zaidi SFA (2003) Inoculation with Bradyrhizobium japonicum and fluorescent Pseudomonas to control Rhizoctonia solani in soybean [*Glycine max* (L) Merr]. Annals of Agricultural Research. 24: 151-153.