

تأثیر سیستمهای مختلف تغذیه خاک (ارگانیک و غیرارگانیک) بر روی عملکرد و اجزای عملکرد و موسیلاژ اسفرزه پسیلیوم (Plantago Psyllium)

مجید فیروزآبادی

مدرس - دانشگاه علمی کاربردی کرمان

به منظور ارزیابی تأثیر اثر تیمارهای مختلف کودی بر روی عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کمی و کیفی اسفرزه پسیلیوم، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان انجام گرفت. در این تحقیق سه سطح کود شیمیایی بعنوان تیمارهای حاصلخیزی شیمیایی، سه سطح کود دامی به عنوان تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک، سه سطح تلفیق کود دامی و شیمیایی و سه سطح تلفیق کود شیمیایی و کود بیولوژیکی فسفات بارور-۲، بعنوان تیمارهای حاصلخیزی تلفیقی، به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی بر روی تمامی صفات مورد مطالعه بجز شاخص برداشت و طول سنبله در سطح یک درصد معنی دار بود. با افزایش سطح کودی در تیمارهای حاصلخیزی شیمیایی، تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک و تلفیقی ارگانیک با شیمیایی عملکرد دانه و وزن ماده خشک و با افزایش سطوح کودی در تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک میزان درصد موسیلاژ و عملکرد موسیلاژ در هکتار افزایش یافتند. در بین تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک بیشترین عملکرد دانه و موسیلاژ در هکتار به ترتیب در مقادیر ۱۱۵۵ کیلو گرم در هکتار از تیمار N۱۲۰P۸۰ به همراه ۵ تن کود دامی در هکتار و ۱۹۵/۰۵ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۳۰ تن کود دامی در هکتار حاصل شد. نتایج همچنین نشان داد که فاکتور تورم بذردر تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک و تلفیقی ارگانیک با کودهای شیمیایی بالاتر از بقیه تیمارها بود و درصد موسیلاژ در تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک و تلفیقی کودهای شیمیایی با کود بیولوژیکی نسبت به بقیه تیمارهای حاصلخیزی و شاهد در حد بالاتر بودند. بقیه صفات مانند وزن هزار دانه، تعداد سنبله در بوته، تعداد بذردر بوته، وزن ماده خشک نسبت به شاهد به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک قرار گرفتند که در بین آنها تأثیر تیمار حاصلخیزی تلفیقی کودهای شیمیایی با ارگانیک نسبت به بقیه تیمارهای حاصلخیزی خاک بیشتر بود.

کلمات کلیدی: اسفرزه پسیلیوم، بیولوژیکی، حاصلخیزی

مقدمه

کاهش حاصلخیزی خاک در بسیاری از کشورهای در حال توسعه و استفاده دائم گیاهان از ذخایر غذایی خاک بدون جایگزینی مناسب باعث کاهش توان تولیدی مواد غذایی خاک شده است، اما یکبارنه نمی توان کودهای شیمیایی را از اکوسیستم زراعی حذف کرد در این مورد استفاده از مواد قابل تجدید و طبیعی با منشا آلی به همراه استفاده بهینه از کودهای شیمیایی اهمیت زیادی در حفظ باروری ساختمان و فعالیت بیولوژیکی، ظرفیت تبادل و نگهداری آب و در نهایت اصلاح ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک دارد (ملکوئی، ۱۳۷۵). فسفر یکی از مهم ترین عناصر حیاتی است که به اشکال معدنی و آلی در طبیعت وجود دارد. در مورد اسفرزه که دانه و موسیلاژ آن مورد توجه قرار دارد، فسفر می تواند بر کمیت و کیفیت دانه موثر واقع شود. (پاتل و همکاران، ۱۹۹۶). نیتروژن نیز به سه صورت عنصری، کانی و آلی وجود دارد که می تواند روی رشد و نمو ریشه، تشکیل میوه و زمان رسیدن میوه، افزایش مقاومت گیاه به بیماریها و شادابی گیاه نقش به سزایی داشته باشد (محسن سیلسپور و همکاران، ۱۳۸۵). بر اساس تحقیقات انجام شده، تلفیق کودهای شیمیایی به همراه منابع آلی و بیولوژیکی نتایج مطلوبی در افزایش تولید فرآوردهای کشاورزی داشته که خود می تواند راهی به سوی زراعت ارگانیک و در نهایت کشاورزی پایدار

باشد(ملکوتی، ۱۳۷۵). کشت ارگانیک گیاهان دارویی، کیفیت آنها را تضمین می کند بطوریکه اثرات منفی روی کیفیت دارویی و عملکرد آنها را کاهش می دهد لذا بسیاری از شرکت های تولید کننده داروهای گیاهی، ترکیبات گیاهی را که از طریق کشت ارگانیک یا بیودینامیک تولید شده باشند ترجیح می دهند.(دلال، ۱۹۹۵). همچنین استفاده از کود دامی و کودهای زیستی موجب کاهش مصرف کودهای شیمیایی شده و به حفظ محیط زیست و افزایش حاصلخیزی خاک شد(بلایز و همکاران، ۲۰۰۵، سینگ و چاند، ۲۰۰۳ و گاش و همکاران، ۲۰۰۴). گیاه اسفرزه جزء گیاهان دارویی با ارزش می باشد که بیشتر در مناطق بیابانی ایران گسترش یافته است. به طوری که تعامل فیزیومورفولوژیکی این گیاه با عوامل اقلیمی و زیست محیطی خاص این مناطق، ایجاد نوعی سازگاری بیوشیمیایی به صورت پیدایش ترکیبات خاصی نظیر موسیلاژ می باشد. هر چند گونه دارویی اسفرزه پسلیوم(متعلق به تیره بارهنگ) که از منابع مهم تولید طبیعی موسیلاژ جهان شناخته شده و در فلات ایران بهتر از دیگر نقاط می روید(طباطبایی، ۱۳۷۵)، ولی در حال حاضر بازار بی رقیب عرضه موسیلاژ در پاسخ به تقاضای جهانی متعلق به کشور هندوستان است.

مواد و روش ها

این پژوهش در قطعه زمینی به مساحت ۸۰۰ مترمربع به اجرا درآمد. به منظور آماده نمودن بستر مناسب، در اواخر اسفند سال ۱۳۸۶ عملیات شخم عمیق بر روی قطعه مورد نظر انجام گردید و پس از انجام عملیات فوق خطوط کاشت به فاصله ۲۵ سانتی متر از یکدیگر ایجاد گردید و بعد از آن اقدام به ایجاد جوی و پشته کرتها کرده و پس از پیاده کردن طرح در زمین تیمارهای مورد نظر برای هر کرت اعمال شد. بذور را در عمق ۱ سانتی متری خاک با دقت و تراکم بالا کشت کرده و در مرحله ۴ برگی بسته به تراکم مورد نظر که در آزمایش مورد نظر ۷۰ بوته در مترمربع می باشد تنک شدند. به این ترتیب فاصله بین دو بوته روی ردیف ها ۳ سانتی متری تعیین گردید. بلافاصله بعد از کشت بذور آبیاری شدند. طول کرت ها ۴ متر و عرض آنها ۲ متر بود. نمونه برداری از خاک قبل از کشت بذرها به منظور مشخص شدن وضعیت خاک از لحاظ میزان عناصر موجود در خاک، شوری و بافت خاک انجام گرفت. برای انجام این کار اقدام به نمونه برداری از قسمت های مختلف خاک از عمق ۲۰-۱۵ سانتی متری کرده و بعد از انجام آزمایشات لازم فاکتورهای مورد نظر مورد اندازه گیری قرار می گیرد. در مورد کود دامی نیز قبل از استفاده، میزان برخی از عناصر آن اندازه گیری شدند. آزمایش به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد، تیمارها شامل کود نیتروژن و فسفر در سه سطح، کود ارگانیک یا دامی(گاو) در سه سطح، تلفیق کود فسفر و نیتروژن با کود فسفات بارور در سه سطح و تلفیق کود فسفر و نیتروژن با ارگانیک در سه سطح بودند. کود اوره در دو مرحله که مرحله اول بعد از چهاربرگ شدن گیاه و مرحله دوم در مرحله شروع ساقه دهی(ساقه گلدهنده) به خاک کرت های مشخص شده اضافه شدند. بذرها در تاریخ ۸۶/۱۲/۲۳ کشت شدند و پس از کشت بلافاصله آبیاری شدند. حدود یک هفته بعد از کشت یعنی در تاریخ ۸۷/۱/۲ اولین جوانه زنی بذور صورت گرفت و بعد از حدود یک ماه گیاهان وارد مرحله ۶-۵ برگی شدند. در تاریخ ۸۷/۴/۱۷ برداشت نهایی بوته ها صورت گرفت. در این آزمایش دو مرحله نمونه برداری صورت گرفت که نمونه برداری اول اواخر دوره رویشی و آغاز دوره گلدهی(زایشی) جهت تعیین صفات مورفولوژیک شامل تعداد سنبله، ارتفاع بوته، وزن خشک کل انجام گرفت و نمونه برداری نهایی جهت تعیین صفات عملکرد و اجزاء عملکرد شامل طول سنبله، تعداد بذردر سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بذر و صفات کیفی شامل میزان تورم بذر، درصد موسیلاژ و میزان تورم در گرم موسیلاژ انجام گرفت، همچنین مراحل فنولوژی گیاه نیز در طول دوره رشد و نمو بررسی شد. در نمونه برداری اول دو بوته که از لحاظ طول و ظاهر تقریباً شبیه هم بوده را با حذف حاشیه ها از ردیف میانی کرت ها انتخاب کرده و بعد از کف بر کردن،

آنها را داخل پاکت کاغذی گذاشته و جهت خشک کردن بوته ها، آنها را در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده می شود. صفات مورفولوژیک قبل از قرارگیری بوته ها در آون، اندازه گیری شدند. نمونه برداری نهایی پس از پایان دوره پرشدن دانه صورت گرفت، یعنی زمانی که برگهای بالایی گیاه کاملاً به رنگ زرد متمایل به قهوه ای شده باشند و برگهای پایینی بوته خشک شده بودند، بعد ۳۰ بوته از هر کرت که از لحاظ اندازه و ظاهر شبیه همدیگر بودند به طور تصادفی انتخاب شده و صفات کمی و کیفی آنها اندازه گیری شد. از مهم ترین محاسن تعیین مراحل فنولوژی یک گیاه استفاده بهینه از عوامل اکولوژی در جهت افزایش عملکرد می باشد. برای تعیین اثر تیمارهای کودی بر ویژگی های فنولوژی گونه اسفرزه پسیلیوم در هر کرت یک بوته که از لحاظ ظاهری و ویگور نماینده آن تیمار بود را به طور تصادفی انتخاب و با نصب اتیکتی آن را مشخص کردیم و سپس تعداد روزها از کاشت تا گلدهی و گلدهی تا رسیدگی (دوره پرشدن دانه) ثبت شد. برای گزارش مراحل فنولوژیکی از روش درجه روز رشد که با استفاده از قرمول زیر محاسبه شد بدست آمد (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۱).

$$GDD=[(T_{max}+T_{min})/2] \cdot T_b$$

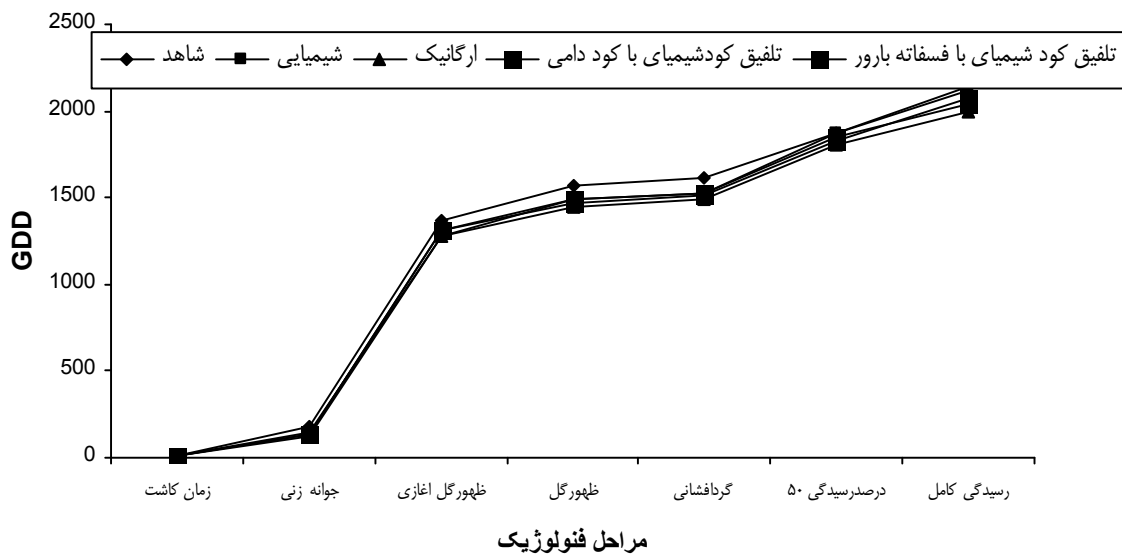
که در آن T_{max} حداکثر درجه روز، T_{min} حداقل درجه روز، T_b درجه حرارت پایه می باشد که در اینجا درجه حرارت پایه ۸ درجه سانتی گراد می باشد (ابراهیم زاده و همکاران، ۱۳۷۷). برای محاسبه درجه روز رشد از آمار هواشناسی ایستگاه موسسه تحقیقات پسته رفسنجان استفاده شد. برای تعیین میزان تورم بذر در اثر آبیگری موسیلاژبذری در مجاورت آب اگرم بذر اسفرزه پسیلیوم (از هر تیمار جداگانه) را داخل استوانه مدرج ۲۵ میلی لیتری قرار داده و سپس استوانه مدرج را با آب مقطر به حجم ۲۰ میلی لیتر رسانده و بعد از ۲۴ ساعت اختلاف حجم بذر در اثر آبیگری حاصل شده را ثبت کرده و در پایان حجم بذرهای متورم شده را بر حسب میلی لیتر محاسبه می شود (شارما و کول، ۱۹۸۶). برای اندازه گیری درصد موسیلاژ بذری در این آزمایش از روش استخراج سرد (CEM) استفاده شد. طبق این روش بذر گیاه با ۲۰۰ ml آب مقطر اسیدی شده (PH=3/5) توسط اسید کلرید ریک در دمای ۲۸ درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ ساعت بهم خورده و محلول حاصل بوسیله پارچه صاف می گردد. عصاره حاصل تا حد ۶۰ میلی لیتر روی هیتر تغلیظ شده، سپس ۴ حجم اتانول ۹۶٪ به آن افزوده شده و اجازه داده می شود تا موسیلاژ طی شب در سرما رسوب کند. رسوب حاصل با استفاده از سانتریفیوژ (۱۵، ۲۰۰۰ دقیقه) جدا می گردد (کاروایا و همکاران، ۱۹۸۸).

پیش از هرگونه اقدام جهت انجام محاسبات آماری بر روی داده ها، نخست با استفاده از نرم افزار کامپیوتری minitab نرمال بودن داده ها مورد ارزیابی قرار گرفت و آزمون همگنی واریانس ها بر روی داده ها انجام گرفت. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS, MSTAT-C, SPSS انجام گرفت. در مرحله نخست تجزیه واریانس ساده جهت صفات اندازه گیری شده انجام گرفت و پس از آن میانگین صفات با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند و در نهایت ضرایب همبستگی ساده بین صفات تعیین گردید.

نتایج و بحث

تأثیر سیستمهای مختلف حاصلخیزی خاک بر روی مراحل فنولوژیک و اجزای عملکرد پسیلیوم

نتایج حاصل از محاسبه درجه روز رشد نشان داد که تیمارهای مختلف حاصلخیزی نسبت به شاهد تأثیر معنی داری بر ظهور مراحل فنولوژیک گیاه اسفرزه پسیلیوم نداشتند. نتایج نشان داد که تمام تیمارهای حاصلخیزی خاک نسبت به شاهد در طی مراحل مختلف فنولوژیک گیاه درجه روز نسبتاً کمتری دریافت کرده اند. نتایج حاصل از محاسبه درجه روز رشد نشان داد که تیمارهای مختلف حاصلخیزی نسبت به شاهد تأثیر معنی داری بر ظهور مراحل فنولوژیک گیاه اسفرزه پسیلیوم نداشتند. نتایج نشان داد که تمام تیمارهای حاصلخیزی خاک نسبت به شاهد در طی مراحل مختلف فنولوژیک گیاه درجه روز نسبتاً کمتری دریافت کرده اند. تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک باعث تسریع در مراحل گردافشانی و پرشدن دانه شده است. اگرچه تیمارهای حاصلخیزی تلفیقی کودارگانیک با کود شیمیایی باعث ظهور زود تر گل نسبت به شاهد شده اند اما این اختلاف معنی دار نیست. در تیمارهای حاصلخیزی تلفیقی کود فسفاته بارور-۲ با کود شیمیایی سرعت ظهور گل و گردافشانی و پرشدن دانه نسبت به شاهد بیشتر بوده است. نتایج محاسبه درجه روز رشد در کل نشان می دهد که تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک نسبت به بقیه تیمارهای حاصلخیزی خاک و شاهد درجه روز کمتری برای ورود به مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه دریافت کرده اند که احتمالاً بهبود شرایط حاصلخیزی خاک می تواند روی زمان ظهور مراحل مختلف فنولوژیک اسفرزه پسیلیوم تأثیر داشته و باعث تسریع در زمان ظهور آن بشود. هرچند این کاهش نیاز درجه روز رشد، در مقایسه با شاهد به طور معنی داری کمتر نبود.



طول سنبله:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که طول سنبله تحت تأثیر تیمارهای حاصلخیزی خاک قرار نگیرد (جدول). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که برخی از تیمارهای حاصلخیزی خاک در مقایسه با شاهد از طول سنبله بیشتری برخوردار بودند (شکل-۱)، اما با افزایش سطوح کودی، طول سنبله روند افزایشی در پی نداشت.

تعداد سنبله در بوته:

نتایج آزمایش نشان داد که تعداد سنبله در بوته بطور معنی داری ($P \leq 0.01$) تحت تاثیر تیمارهای حاصلخیزی خاک قرار گرفت (جدول ۴-۱). تیمارهای حاصلخیزی در مقایسه با شاهد به طور معنی داری از تعداد سنبله در بوته بالاتری برخوردار بودند و با افزایش مقادیر کودهای شیمیایی، تعداد سنبله در بوته روند افزایشی داشت. در بین تیمارهای حاصلخیزی شیمیایی بیشترین تعداد سنبله در بوته، به میزان $66/3$ عدد از تیمار $N120P80$ حاصل شد. ایشواروکوهان (۱۹۹۴) نیز گزارش کردند که با مصرف کود ازته تعداد سنبله ها در گیاه با افزایش ازت تا سطح 60 کیلو گرم در هکتار افزایش یافت. در تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک با افزایش سطح مصرف کود دامی، تعداد سنبله در بوته نیز روند افزایشی داشت بیشترین تعداد سنبله در بوته در تیمار کود ارگانیک به میزان $83/3$ عدد در بوته از تیمار 30 تن کود دامی در هکتار حاصل شد. در تیمارهای حاصلخیزی تلفیقی کود ارگانیک با کود شیمیایی نیز بتدریج با افزایش کود شیمیایی و کاهش کود دامی، تعداد سنبله در بوته افزایش یافت. سینگ و چاند (۲۰۰۳) مشاهده کردند که با کاربرد تلفیقی کود دامی به همراه کود نیتروژن، تعداد سنبله در بوته، طول سنبله و وزن هزار دانه بطور معنی داری افزایش یافتند.

وزن هزار دانه:

نتایج آزمایش نشان داد که وزن هزار دانه به طور معنی داری ($P \leq 0.01$) تحت تاثیر تیمارهای حاصلخیزی خاک قرار گرفت (جدول ۴-۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تمامی تیمارهای حاصلخیزی خاک در مقایسه با شاهد از وزن هزار دانه بیشتری برخوردار بودند. با افزایش سطوح کودی وزن هزار دانه نیز روند افزایشی داشت در بین تیمارهای حاصلخیزی شیمیایی، بیشترین وزن هزار دانه به مقدار $1/31$ گرم در تیمار $N120P80$ مشاهده شد. در تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک با افزایش سطح کود دامی، وزن هزار دانه اسفرزه پسیلیوم روند افزایشی داشت و بیشترین وزن هزار دانه به مقدار $1/63$ گرم از تیمار 30 تن کود دامی در هکتار بدست آمد. در تیمارهای حاصلخیزی تلفیقی کود ارگانیک با کود شیمیایی نیز با افزایش مقادیر کود شیمیایی و کاهش کود دامی وزن هزار دانه تحت تاثیر قرار گرفت. در همین رابطه یادوا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که کاربرد کود شیمیایی نیتروژن به همراه کود دامی به صورت تلفیقی موجب افزایش تعداد سنبله در هر بوته، طول سنبله و وزن هزار دانه اسفرزه گردید. که این امر را مربوط به اثر مفید کود دامی در افزایش عرضه مواد غذایی، بهبود فتوسنتز، تقسیم بهتر مواد در مخازن و در کل بهبود رشد عمومی گیاه عنوان کرد

-عملکرد ماده خشک کل:

نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد ماده خشک کل بطور معنی داری ($P \leq 0/01$) تحت تاثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک قرار گرفت (جدول ۴-۱). تیمارهای حاصلخیزی خاک موجب افزایش معنی داری ($P \leq 0/01$) عملکرد ماده خشک در مقایسه با شاهد شدند. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزایش مقادیر کودهای شیمیایی عملکرد ماده خشک کل روند افزایشی داشت. در بین تیمارهای حاصلخیزی شیمیایی، بیشترین عملکرد ماده خشک کل به میزان $3312/2$ کیلوگرم در هکتار از تیمار $N120P80$ به دست آمد که نسبت به شاهد حدود 63 درصد افزایش نشان داد. در تحقیقی که راماش و همکاران بر روی اسفرزه انجام دادند، مشاهده کردند که حداکثر عملکرد بذر با مصرف نیتروژن در سطح 75 کیلوگرم در هکتار به دست آمد. نتایج آزمایش همچنین نشان داد که با افزایش سطح کود دامی نیز، عملکرد ماده خشک کل روند افزایشی داشت.

در بین تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک بیشترین عملکرد ماده خشک کل به مقدار $4736/7$ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۳۰ تن کود دامی در هکتار به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد حدود $1/3$ برابر و در مقایسه با بهترین تیمار حاصلخیزی شیمیایی (N120P80) حدود ۴۳ درصد افزایش در عملکرد ماده خشک کل داشت. که این امر به احتمال زیاد می تواند به دلیل افزایش ماده آلی و خلل و فرج خاک و بهبود ساختمان و تهویه آن در اثر استفاده از کود دامی باشد در تیمارهای حاصلخیزی تلفیقی کود ارگانیک با کود شیمیایی با افزایش مقادیر کودهای شیمیایی و کاهش کود دامی به تدریج عملکرد ماده خشک کل، افزایش یافتند. از طرفی نتایج آزمایش نشان داد که همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد ماده خشک کل و تعداد سنبله در بوته، طول سنبله و عملکرد بذرو وزن هزار دانه وجود دارد (جدول ۴-۳). این امر نشان می دهد که با افزایش شرایط و افزایش اجزاء عملکرد، علاوه بر افزایش عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک هم افزایش می یابد و یا به عبارتی بهبود شرایط برای افزایش عملکرد بیولوژیک، همراه با افزایش عملکرد بذر خواهد بود. دانشمندان زیادی از جمله پانل و همکاران (۱۹۹۶)، سینک و همکاران (۲۰۰۳) تاثیر کودهای نیتروژن و فسفر و کود دامی را بر روی گیاه اسفرزه مورد بررسی قرار داده و همگی کم و بیش به این نتیجه رسیدند که کاربرد این کودها مخصوصاً کود دامی می تواند در افزایش عملکرد ماده خشک کل، عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه موثر باشد

عملکرد دانه:

نتایج آزمایش نشان داد که تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک بر روی عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار بودند (جدول ۴-۱). با افزایش مقادیر کودهای شیمیایی، عملکرد دانه روند افزایشی داشت اما این افزایش چندان نبود، در بین تیمارهای حاصلخیزی شیمیایی، بیشترین عملکرد دانه به میزان $758/3$ کیلوگرم در هکتار از تیمار N90P60 حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۶۸ درصد افزایش داشت، اما تفاوت معنی داری بین دو تیمار N120P80 و N60P40 مشاهده نشد. در تحقیقی که توسط راماش و همکاران انجام گرفت، حداکثر عملکرد بذر با مصرف نیتروژن در سطح ۷۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. نتایج آزمایش همچنین نشان داد که در تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک، با افزایش سطح کود دامی، عملکرد دانه افزایش یافت. بیشترین عملکرد دانه به میزان $1031/3$ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۳۰ تن کود دامی در هکتار بدست آمد، که نسبت به تیمار شاهد حدود $1/2$ برابر و در مقایسه با بهترین تیمار حاصلخیزی شیمیایی (N90P60) حدود ۳۶ درصد افزایش یافت. بالا بودن عملکرد دانه در تیمار ۳۰ تن

کود دامی در هکتار به احتمال زیاد می تواند به دلیل افزایش ماده آلی، خلل و فرج خاک و بهبود ساختمان و تهویه آن در اثر استفاده از کود دامی باشد که در افزایش رشد و گسترش ریشه گیاه و به تبع آن جذب آب و املاح مغذی از خاک بسیار موثر است. از طرفی وجود اکثر عناصر ضروری به شکل آلی در کود دامی که به تدریج معدنی شده و آزاد می شوند موجب می شود که در هنگام نیاز عناصر در مقادیر کافی در اختیار گیاه قرار گیرد (بلایز و همکاران، ۲۰۰۵). در تیمارهای حاصلخیزی تلفیقی کود ارگانیک با کود شیمیایی با افزایش کودهای شیمیایی و کاهش کود دامی، بتدریج عملکرد دانه افزایش یافت (شکل-۱۰). نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که همبستگی بالا و معنی داری بین عملکرد دانه و طول سنبله، تعداد سنبله در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد ماده خشک وجود دارد (جدول ۴-۳). بنابراین انتظار می رود در تیمارهایی که از طول سنبله، تعداد سنبله در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد ماده خشک بالاتری برخوردار می باشند، عملکرد دانه نیز بالا باشد. نتایج آزمایش بلایز و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بطور معنی داری در تیمارهای با کاربرد کود دامی

بیشتر از تیمارهای با کاربرد کود شیمیایی بود و در تیمار شاهد در حداقل میزان خود بود. در این آزمایش مشاهده شد که بیشترین میزان عملکرد از تیمارهایی که بیشترین میزان جذب عناصر N.P.K را داشتند بدست آمد.

فاکتور تورم بذر

بطور کلی کیفیت بذور اسفرزه در گرو درصد موسیلاژ بذر و فاکتور تورم آن می باشد. هرچه بذور از درصد موسیلاژ و فاکتور تورم بیشتری برخوردار باشند کیفیت آنها نیز بالاتر خواهد بود. نتایج آزمایش نشان داد که تاثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی بر روی فاکتور تورم بذر در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۴-۱). تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک موجب افزایش معنی دار فاکتور تورم بذر در مقایسه با شاهد شدند. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزایش سطوح کودی در تیمارهای حاصلخیزی شیمیایی فاکتور تورم بذر روند کاهشی پیدا می کند اما این کاهش معنی دار به نظر نمی رسد. نتایج همبستگی صفات نشان داد که همبستگی معنی داری بین فاکتور تورم و بقیه صفات وجود ندارد.

تعداد بذر در بوته:

نتایج آزمایش نشان داد که تعداد بذر در بوته بطور معنی دار تحت تاثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک قرار گرفت (جدول ۴-۱). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که تمامی تیمارهای حاصلخیزی خاک موجب افزایش معنی دار تعداد بذر در بوته در مقایسه با شاهد شدند. در بین تیمارهای مختلف حاصلخیزی شیمیایی بیشترین بذر در بوته به میزان ۲۹/۵ گرم در بوته از تیمار N120P80 حاصل شد که نسبت به تیمار N90P60 اختلاف معنی داری ندارد. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که در کل بیشترین تعداد بذر در بوته مربوط به تیمار N120P80 به اضافه ۵ تن کود دامی در هکتار بود. سینگ و چاند (۲۰۰۳) مشاهده کردند که با کاربرد تلفیقی کود دامی به همراه کود نیتروژن، تعداد سنبله در بوته، تعداد بذر در سنبله و طول سنبله و وزن هزار دانه بطور معنی داری افزایش یافتند.

درصد موسیلاژ:

نتایج آزمایش نشان داد که درصد موسیلاژ به طور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک قرار گرفت (جدول ۴-۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که تمامی تیمارهای حاصلخیزی خاک، موجب افزایش درصد موسیلاژ در مقایسه با شاهد شدند. در تیمارهای حاصلخیزی شیمیایی با افزایش مقادیر کودهای شیمیایی، بتدریج درصد موسیلاژ روند افزایش داشت، به طوری که درصد موسیلاژ در تیمار N60P40 نسبت به شاهد تفاوتی نداشت اما درصد موسیلاژ در تیمار N90P60 و تیمار N120P80 یکسان و به میزان ۱۴/۷۴ درصد بود که در مقایسه با تیمار شاهد ۷ درصد افزایش داشت. در تحقیقی که توسط راماش و همکاران (۱۹۸۷) انجام گرفت، حداکثر عملکرد موسیلاژ با مصرف نیتروژن در سطح ۷۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. نتایج مقایسه میانگین ها همچنین نشان داد که در تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک، با افزایش سطح کود دامی درصد موسیلاژ افزایش یافتند. بیشترین عملکرد موسیلاژ در بین تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک به میزان ۱۸/۹۶ درصد از تیمار ۳۰ تن کود دامی در هکتار بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۳۸ درصد و در مقایسه با بهترین تیمارهای حاصلخیزی شیمیایی (N120P80 و N90P60) ۲۸ درصد افزایش داشت.

عملکرد موسیلاژ در هکتار:

موسیلاژ در هکتار که عملکرد کل موسیلاژ حاصل از کل بذر برداشت شده در هکتار می باشد به طور معنی داری ($P \leq 0.05$) تحت تاثیر تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک قرار گرفت (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین ها نشان داد که تمامی تیمارهای حاصلخیزی خاک، موجب افزایش عملکرد موسیلاژ در هکتار در مقایسه با شاهد شدند. با افزایش مقادیر کودهای شیمیایی در تیمارهای حاصلخیزی شیمیایی، عملکرد موسیلاژ در هکتار نیز روند افزایش داشت. دانشمندان زیادی از جمله سینک و همکاران (۱۹۹۶)، پاتل و همکاران (۱۹۹۶) و سینک و همکاران (۲۰۰۳) تاثیر کودهای نیتروژن و فسفر و کود دامی را بر روی گیاه اسفرزه مورد بررسی قرار داده به این نتیجه رسیده اند که کاربرد این کودها مخصوصاً کود دامی می تواند در افزایش عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه بسیار موثر باشد.

شاخص برداشت (HI):

$$\text{شاخص برداشت (\%)} = \frac{\text{عملکرد اقتصادی}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times 100$$

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک تاثیر معنی داری بر روی شاخص برداشت نداشتند (جدول ۴-۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بین اثر تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک در مقایسه با شاهد اثر معنی داری وجود ندارد.

نتیجه گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که تیمار حاصلخیزی تلفیقی کود ارگانیک با کود شیمیایی بیشترین عملکرد ماده خشک کل، عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد بذر در بوته و تعداد سنبله در بوته را دارا بودند. تعداد سنبله در بوته در تیمارهای حاصلخیزی تلفیقی کود شیمیایی با کود فسفات بارور-۲ نسبت به بقیه تیمارها بیشتر بود. در ضمن تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک از درصد موسیلاژ، فاکتور تورم بذر و عملکرد موسیلاژ در هکتار بالاتری نسبت به تیمارهای شیمیایی برخوردار بودند. این پدیده نشان دهنده کارایی و سودمندی بیشتر استفاده از تیمارهای حاصلخیزی ارگانیک و تلفیقی در بهبود عملکرد کمی و کیفی اسفرزه پسیلیوم در مقایسه با تیمارهای حاصلخیزی شیمیایی می باشد. با توجه به نتایج آزمایش در مجموع چنین می توان استنباط کرد که در کشت اسفرزه پسیلیوم، جهت حصول عملکرد کمی و کیفی بالا، بهبود خواص فیزیکی و بیولوژیک خاک می تواند نقش به مراتب بیشتری نسبت به بهبود خواص شیمیایی آن داشته باشد. بنابراین می توان با کاهش مقادیر کودهای شیمیایی و جایگزینی آنها با کودهای دامی به ضمن تولید عملکرد بیشتر و با کیفیت بالاتر، در بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک نیز گام برداشت. در یک نگرش کلی، چنانچه آلودگی محیط زیست را در نتیجه استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی در نظر بگیریم، و به هزینه های بالای تولید کودهای شیمیایی نیز توجه نمایم، نتیجه خواهیم گرفت که کودهای آلی می توانند جهت احراز تولیدات سالم و پایدار در کشاورزی نقش بسیار مهمی را ایفا نمایند

. جدول تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای حاصلخیزی خاک بر روی صفات کمی و کیفی اسفرزه پسیلیوم

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد سنبله در بوته	تعداد بذر در بوته (gr)	طول سنبله (cm)	وزن هزار دانه	ماده خشک کل (هکتار)
تکرار	۲	۳۷۱/۹**	۱۷۴/۵۹**	۰/۳۶*	۰/۲۱۸**	۴۰۹۹۴۲/۷**
تیمارهای حاصلخیزی	۱۲	۴۹۴/۸**	۲۳۷/۵۶**	۰/۰۷۵	۰/۰۷۲**	۲۶۷۱۲۷۳/۴**
اشتباه	۲۴	۶/۴۹	۴/۲۶	۰/۲۹	۰/۰۱۵	۲۵۰/۷
ضریب تغییرات		۸/۶۸	۱۱/۶۵	۲۳/۳۷	۱/۰۹	۶/۲۲

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ادامه جدول تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای حاصلخیزی خاک بر روی صفات کمی و کیفی اسفرزه پسیلیوم

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بذر (هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	فاکتور تورم (میلی لیتز)	عملکرد موسیلاژ در هکتار	درصد موسیلاژ
تکرار	۲	۱۱۴۳۹/۹*	۲۷/۶۷*	۱/۲۵	۴۶/۴	۷/۶۳**
تیمارهای حاصلخیزی	۱۲	۱۱۸۳۵۴/۸**	۱۲/۹	۶/۹۱**	۴۵۹۱/۸*	۸/۴**
اشتباه	۲۴	۵۶/۳۱	۲/۵۵	۱/۱	۸/۹	۰/۰۷۹
ضریب تغییرات		۶/۷۲	۱۱/۳	۱۸/۴	۶/۱	۰/۴۹