

اثر تاریخ کاشت، تراکم بوته و کود نیتروژن بر عملکرد کلم گل به عنوان محصول دوم پس از
برداشت برنج در مازندران
Effects of Planting Date, Plant Density and Nitrogen Fertilizer on Yield of
Cauliflower as Second Crop After Rice in Mazandaran

ناهید آملی، عبدالکریم کاشی و ولی اله رامنه

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۳/۱۲/۱۸

چکیده

آملی، ن.، کاشی، ع.، و رامنه، و. ۱۳۸۵. اثر تاریخ کاشت، تراکم بوته و کود نیتروژن بر عملکرد کلم گل به عنوان محصول دوم پس از برداشت برنج در مازندران. نهال و بذر ۲۲: ۴۸۷-۴۷۳.

به منظور استفاده بهینه از اراضی شالیزاری در استان مازندران، این بررسی با هدف دستیابی به مناسب‌ترین تاریخ کاشت و تراکم بوته و استفاده مطلوب از کود نیتروژن در عملکرد کلم گل رقم Snow crown در قالب آزمایش اسپلیت پلات فاکتوریل با ۲۷ تیمار در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات زراعی دشت‌ناز ساری طی دو سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ انجام شد. در این بررسی کرت‌های اصلی شامل سه تاریخ کاشت (۱۵ شهریور، ۳۰ شهریور و ۱۴ مهر)، کرت‌های فرعی شامل سه فاصله ردیف (۵۰، ۶۰ و ۷۰ سانتی‌متر با فاصله بوته ۳۰ سانتی‌متر) و مقادیر نیتروژن خالص در سه سطح (۰، ۹۲ و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج تجزیه واریانس مبین معنی‌دار بودن اثر کلیه عامل‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد در سطح ۱ درصد بود. نتایج نشان داد که تیمار تاریخ کاشت ۱۵ شهریور، فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۳۰ سانتی‌متر، یعنی تراکم ۵۵۰۰۰ بوته در هکتار با مصرف نیتروژن به میزان ۹۲ کیلوگرم در هکتار با متوسط عملکرد ۴۰ تن در هکتار بیشترین محصول را داشت. افزایش تعداد بوته در هکتار با کاهش فاصله خطوط از ۷۰ به ۶۰ سانتی‌متر سبب افزایش عملکرد شد. در ماتریس همبستگی صفات، قطر کلم (کورد) همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r = 0/842$) با وزن تر برگ داشت. قطر کورد و وزن خشک برگ به ترتیب با ضریب همبستگی $r = 0/580$ و $r = 0/545$ از همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد برخوردار بودند. نتایج رگرسیون گام به گام نیز مؤید آن بود که قطر کورد و وزن خشک برگ بیشترین توجیه را در عملکرد کلم گل داشته‌اند. میزان نیترات با عملکرد همبستگی معنی‌داری نداشت و میزان تجمع نیترات در کلیه تیمارها قابل قبول و در حد مجاز بود.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، تراکم کود نیتروژن، عملکرد، قطر کورد، همبستگی.

مقدمه

در شمال کشور استفاده بهینه از اراضی شالیزاری به صورت کشت دوم (Second cropping) در حال گسترش است و از ۲۳۰/۰۰۰ هکتار شالیزار در استان مازندران، حدود ۱۳۰۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۸۳ مورد کشت دوم قرار گرفته است که در نزدیک به ۳۵۰۰۰ هکتار آن انواع سبزی‌ها کشت می‌شود (بی‌نام، ۱۳۸۲). این سبزی‌ها شامل کاهو، اسفناج و انواع سبزی‌های ایرانی (شوید، گشنیز، تره، ترتیزک، جعفری و تره)، هویج، تربچه، نخود فرنگی، لوبیا سبز، سیر و کلم گل است (آملی، ۱۳۸۲). از مزایای کشت دوم می‌توان به پایداری تولید، افزایش تولید، افزایش درآمد کشاورزان، رعایت مسائل تناوب و حفظ محیط زیست اشاره کرد. یکی از سبزی‌های مهمی که به صورت کشت دوم مورد کشت قرار می‌گیرد، کلم گل است. این گیاه با دارا بودن انواع ویتامین‌ها به ویژه ویتامین C فراوان حائز اهمیت بوده و در شرایط آب و هوایی معتدل خنک به خوبی رشد می‌کند (کاشی، ۱۳۷۲). با توجه به این که این گیاه نسبت به درجه حرارت‌های بالا حساس بوده و زمان کاشت آن به صورت کشت دوم در اواخر تابستان است، به دلیل کاهش دما، طول روز و شدت نور، تراکم گیاه و تغذیه نیتروژن به عنوان عوامل مهم رشد و تولید محصول بازارپسند مورد توجه و بحث است (بهتاش، ۱۳۷۴). تاریخ کاشت مناسب، یکی از عوامل مهم موفقیت در عملکرد کلم گل است

(کاشی، ۱۳۷۲). هدف از تعیین تاریخ کاشت، یافتن زمان کاشت رقم یا گروهی از ارقام مشابه یک گیاه است به طوری که مجموعه عوامل محیطی موجود در آن زمان برای سبز شدن، استقرار و بقا گیاهچه مناسب باشد، ضمن این که گیاه حتی‌الامکان در هر مرحله از رشد با شرایط مطلوب روبرو شود و با شرایط نامساعد محیطی نیز برخورد نکند (خواججه‌پور، ۱۳۷۹). نتایج تحقیقاتی لورنز (Lorenz, 1978) نشان داد در گونه‌های مختلف و اندام‌های متفاوت، سبزی‌ها از نظر تجمع نیترات با هم اختلاف دارند. باید میزان بهینه مصرف نیتروژن با توجه به شدت نور، رقم و تراکم گیاه هم آهنگ شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳).

گیاهان گرامینه مانند برنج به عنوان گیاه قبلی برای تناوب کلم گل مناسب است. از این نظر در منابع علمی کشت کلم گل در تناوب بعد از برنج مناسب تشخیص داده شده است. کلم گل بعد از برداشت برنج علاوه بر توجیه اقتصادی، بر عملکرد برنج نیز اثر مطلوب داشته است. زیرا با انجام کشت دوم، سبب کنترل آفات خصوصاً کرم ساقه‌خوار برنج در زراعت بعدی برنج خواهد شد (Emilly et al., 1997). تراکم مطلوب بوته، تراکمی است که در نتیجه آن کلیه عوامل محیطی (آب، نور، مواد غذایی و خاک) به طور کامل مورد استفاده گیاه قرار گرفته و در عین حال رقابت بین بوته‌ها در حداقل باشد تا حداکثر عملکرد حاصل شود

زراعی دشت ناز ساری انجام شد. این ایستگاه در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۱۸ متر و میانگین میزان بارندگی سالیانه آن ۷۰۰-۶۰۰ میلی متر است. رطوبت نسبی دشت ناز حدود ۷۵٪ و متوسط حداکثر و حداقل درجه حرارت به ترتیب ۲۷ و ۷/۱ درجه سانتی گراد است. برای انجام آزمایش در شهریور ماه سالهای ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ پس از برداشت برنج و حذف بقایای آن، زمین مورد نظر آماده سازی شد. آزمایش به صورت اسپلینت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و ۲۷ تیمار اجرا شد. قبل از کودپاشی از خاک محل آزمایش از عمق ۰-۳۰ سانتی متر نمونه برداری شد و مشخصات آن در آزمایشگاه خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران تعیین شد.

با توجه به جدول ۱، از نظر هدایت الکتریکی، pH خاک و درصد مواد خنثی شونده محدودیتی در رشد و نمو کلم گل وجود ندارد. کربن آلی (معادل نیتروژن کل) خاک در حد متوسط، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک بالا و بافت خاک نیز متوسط بود. کرت اصلی این آزمایش فاکتور تاریخ کاشت (نشا در زمین اصلی) در سه سطح شامل ۱۵ شهریور، ۳۰ شهریور و ۱۴ مهر و کرت های فرعی نیز شامل تراکم بوته در سه سطح ۳۰×۵۰ سانتی متر،

(خواجه پور، ۱۳۷۹) در مقایسه هیبریدهای کلم گل و بررسی تراکم آن ها، فاصله بین خطوط ۳۷/۵ سانتی متر و فاصله بوته روی خط ۱۷/۵ سانتی متر در کشت مستقیم پیشنهاد شد. در این بررسی هیبرید سمفونی (Samphony) دارای کورد (Curd) فشرده تری نسبت به هیبریدهای دیگر بود. اندازه، پهنای، شکل، تراکم بودن و یکنواختی کورد نیز ارزیابی شد. همبستگی بین تراکم کورد و سایر متغیرهای نامبرده غیرمعنی دار گزارش شد (Greenland and Besemann, 2000). براساس تحقیقات مارکوویچ و دیوروکا (Markovic and Djvrovka, 1990) در لهستان، در بررسی اثر مقادیر کود نیتروژن خالص بر عملکرد و کیفیت دو رقم Snowball و Imperial گل کلم، بیشترین عملکرد ۲۴/۵ تن در هکتار از رقم Imperial در بیشترین تیمار کودی اوره یعنی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. از نظر کیفیت ظاهری و بازارپسندی نیز تفاوت معنی داری مشاهده شد. استفاده بهینه از اراضی شالیزاری به صورت کشت دوم و تعیین بهترین زمان کاشت کلم گل بعد از برداشت برنج، دستیابی به تراکم بوته مناسب و تعیین بهترین سطح کود نیتروژن در ارتباط با میزان عملکرد از اهداف این بررسی بود.

مواد و روش ها

این تحقیق در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران و در ایستگاه تحقیقات

روز بود. هر کرت آزمایشی شامل سه خط کاشت به طول پنج متر بود که پس از حذف خطوط حاشیه کناری از خط وسط جهت تعیین عملکرد، استفاده شد. در طول دوره رویش گیاه، عملیات زراعی از قبیل دو نوبت وجین و مبارزه با آفات مانند کرم برگخوار و رابها (لیسک) با استفاده از طعمه مسموم حاوی مخلوط سم سویین و سبوس به نسبت ۱ کیلوگرم سم سویین و ۲۰ کیلوگرم سبوس در تمام کرت‌ها به طور یکنواخت انجام شد. در تاریخ کاشت‌های دوم و سوم به دلیل هجوم بیشتر آفات بر اساس شرایط زمانی تعداد دفعات مبارزه با آفات بیشتر از تاریخ کاشت اول بود. غالباً در ماه‌های آذر و بعد از آن در هوای مرطوب و ابری، فعالیت رابها بیشتر بود و به خاطر همین مسئله طعمه‌پاشی هنگام غروب در مزرعه انجام می‌شد. در طول اجرای آزمایش در سال دوم دمای هوا در نیمه آخر آذر به مدت یک هفته تا ۶ درجه سانتی‌گراد در روز و صفر درجه در شب کاهش یافت که سبب یخ زدن برگ‌ها در تیمارهای تاریخ کاشت دوم و سوم شد. در طول دوره رشد، نصف کود اوره، به عنوان کود سرک به صورت نواری در کنار بوته‌ها در روی خطوط پخش شد. به دلیل رطوبت و بارندگی کافی فقط یک بار آبیاری پس از انتقال نشا به زمین اصلی انجام شد. یادداشت‌برداری‌های لازم از نظر وضعیت رشدی بوته‌ها، تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، وزن برگ (تر و خشک)، وزن کلم گل

۳۰×۶۰ و ۳۰×۷۰ به ترتیب معادل ۶۶۶۰۰، ۵۵۵۰۰ و ۴۷۶۰۰ بوته در هکتار و همچنین میزان نیتروژن خالص در سه سطح کودی صفر (شاهد)، ۹۲ و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار بود. کود شیمیایی اوره برای تأمین نیتروژن مورد استفاده قرار گرفت (حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص). رقم مورد کشت کلم گل، Snow crown از ارقام زودرس بود که سازگار به شرایط آب و هوایی منطقه است و از ارقام وارداتی است. برای تهیه نشا کلم گل، کاشت بذر در ۲۰ مرداد، اول شهریور و ۱۵ شهریور در خزانه کاشته شد. خزانه را که دارای خاک نرم، تازه و عمیق و ارتفاع آن ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین بود، با پوششی از کود حیوانی پوسیده به ضخامت ۳ تا ۴ سانتی‌متر آماده شد و بذرها کلم گل در روی خطوطی به فواصل ۲۰ سانتی‌متر و با عمق خیلی کم کاشته شد. پس از کاشت بذرها در خزانه در سه تاریخ کاشت مقرر، آبیاری به طور مرتب انجام شد. بذرها در مدت ۳ تا ۵ روز جوانه زدند. بوته‌های کلم گل زمانی که چهار برگه شدند، به زمین اصلی براساس نقشه آزمایش در فواصل مورد نظر انتقال داده شدند. براساس آزمون خاک قطعه آزمایش نیازی به استفاده از کود فسفات نداشت و کود سولفات پتاسیم به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و نصف کود اوره نیز طبق دستورالعمل و بر اساس نقشه به آزمایش داده شد. اولین تاریخ انتقال نشا به زمین اصلی ۱۵ شهریور و تاریخ‌های کاشت بعدی به فواصل ۱۵

نتایج و بحث

مشخصات خاک محل آزمایش و مشخصات جوی ایستگاه تحقیقات دشت ناز به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در تاریخ کاشت‌های اول تا سوم بذرها به ترتیب ۴، ۵ و ۷ روز بعد از کاشت در خزانه جوانه زده و سبز شدند و به مدت ۲۵، ۳۰ و ۳۱ روز پس از کاشت بذر در خزانه، نشاءها به زمین اصلی انتقال داده شدند. به طور میانگین در دو سال، درجه حرارت مزرعه به هنگام کاشت تا سبز شدن در سه تاریخ کاشت به ترتیب ۲۰، ۲۴ و ۲۶ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت از زمان سبز شدن تا ۴-۳ بر گه شدن نشاءها یعنی زمان انتقال نشاء به زمین اصلی در سه تاریخ به ترتیب ۱۶، ۱۸ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. در بین تاریخ‌های کاشت بیشترین طول دوره زراعی مربوط به تاریخ کاشت سوم با ۱۴۲ روز و کمترین آن مربوط به تاریخ کاشت اول با ۱۰۷ روز بود. تراکم‌های بوته و میزان متفاوت کود اوره از نظر تأثیر بر طول دوره زراعی، تفاوتی با هم نداشتند.

تاریخ کاشت

بر اساس جدول ۳ اختلاف بین فاکتور اصلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود که مبین اثر بارز تاریخ کاشت بر میزان عملکرد است. بر اساس مقایسه میانگین عملکرد در تاریخ‌های مختلف کاشت به روش دانکن (جدول ۴)، اولین زمان کاشت نسبت به زمان‌های دیگر

(تَر و خشک)، قطر کلم گل و طول ریشه بر اساس میانگین سه نمونه به عمل آمد.

اولین برداشت کلم گل در آذر ماه مربوط به تیمار تاریخ کاشت اول بود و متعاقباً تاریخ‌های کاشت دوم و سوم در دی و بهمن به مدت دو هفته انجام شد. به دلیل پوشش طبیعی کلم گل، توسط برگ‌های خارجی که مانع از جلوگیری از تابش نور خورشید و همچنین به دلیل میزان تابش نور پایین در اواخر فصل پاییز و زمستان، رنگ کورد تغییر نکرد و نیازی به بستن برگ‌ها نبود. برای تعیین عملکرد، حاشیه کرت‌های آزمایشی حذف و از گیاهان خطوط وسط برداشت انجام و عملکرد هر واحد آزمایشی محاسبه شد. برای تعیین مقدار نیترات در تیمارهای مختلف کلم گل، به طور تصادفی از هر تیمار نمونه‌ای برداشت شد. اندازه‌گیری نیترات به روش کالری متری بعد از احیاء (به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۰ نانومتر قرائت گردید (Cataldo et al., 1975)) تجزیه واریانس آزمایش برای عملکرد و سایر متغیرها با برنامه MSTATC و آزمون مقایسه میانگین عملکرد تیمارها با روش دانکن در سطح ۱٪ و ۵٪ انجام شد. آماری جهت ارتباط برای تعیین همبستگی بین متغیرها با یکدیگر و با عملکرد و درجه اهمیت آن‌ها از همبستگی پیرسون (Pearson) و روش رگرسیون گام به گام (Stepwise regression) از برنامه SPSS استفاده شد (نیرومند، ۱۳۷۹).

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در ایستگاه دشت ناز

Table 1. Physical and chemical properties of soil in Dashtenaz Station

عمق خاک Depth (cm)	هدایت الکتریکی EC (d s/m)	اسیدیته خاک pH	درصد مواد خنثی شونده TNV %	کربن آلی O.C %	فسفر قابل جذب a.v.P (ppm)	پتاسیم قابل جذب a.v.K (ppm)	درصد سیلت Silt %	درصد رُس Clay %	درصد شن Sand %	بافت خاک Soil texture
0-30	1.35	7	16	2	17.5	540	32	32	36	رسی لوم

جدول ۲- میانگین رطوبت نسبی، میزان بارندگی و حداکثر و حداقل دما

در طول دوره رشد کلم گل در دست ناز

Table 2. Relative humidity, precipitation and min, max temperature during growth period of cauliflower in Dashtenaz

Factor	مرداد Aug.	شهریور Sep.	مهر Oct.	آبان Nov.	آذر Dec.	دی Jan.	بهمن Feb.
Relative humidity (%)	79	81	75	90	95	75	80
Precipitation (mm)	22	70	120	100	90	30	40
Max. temperature (° C)	32	30	26	18	10	12	14
Min. temperature (° C)	22	21	15	12	5	3	5

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای اثر تاریخ کاشت، تراکم بوته و مقادیر مختلف نیتروژن بر میزان

عملکرد کلم گل (۸۲-۱۳۸۱)

Table 3. Combined analysis of variance for planting date, plant density and nitrogen effects on cauliflower yield (2002-2003)

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Year	سال	1	483.294 ^{ns}
Error	اشتباه	4	1438.154
Planting date	تاریخ کاشت	2	3634.5961**
Planting date × Year	سال × تاریخ کاشت	2	5.334 ^{ns}
Error	اشتباه	8	80.673
Density	تراکم بوته	2	373.554**
Density × Year	سال × تراکم بوته	2	20.756 ^{ns}
Planting date × Density	تاریخ کاشت × تراکم	4	82.977*
Planting date × Density × Year	سال × تراکم × تاریخ کاشت	4	17.863 ^{ns}
Nitrogen level	میزان نیتروژن	2	308.778**
Nitrogen level × Year	سال × میزان نیتروژن	2	11.517 ^{ns}
Nitrogen level × Planting date	تاریخ کاشت × میزان نیتروژن	4	52.111 ^{ns}
Year × Nitrogen level × Planting date	سال × تاریخ کاشت × میزان نیتروژن	4	8.847
Nitrogen level × Density	تراکم × میزان نیتروژن	4	47.340
Year × Nitrogen level × Density	سال × تراکم × میزان نیتروژن	4	11.589
Nitrogen level × Planting date × Density	تراکم × تاریخ کاشت × میزان نیتروژن	8	74.600**
Year × Nitrogen level × Planting date × Density	سال × تراکم × تاریخ کاشت × میزان نیتروژن	8	25.226 ^{ns}
Error	اشتباه	96	25.157
Total	جمع	161	

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

کاشت برتر بود. بر خورداری از شرایط طول
رویش مناسب از نظر طول روز و درجه حرارت
بالا به خصوص در دوره رشد نشاء، دلیل این
برتری بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد محصول کلم گل در تاریخ‌های مختلف کاشت (۸۲-۱۳۸۱)

Table 4. Mean comparison of cauliflower yield in different planting dates (2002-2003)

عملکرد	تاریخ کاشت نشاء،	Seedling planting date
Yield (tha ⁻¹)		
34.91 a	۱۵ شهریور	05 September
29.24 b	۳۰ شهریور	20 September
19.32 c	۱۴ مهر	05 October

L. S. D. (5%) = 3.98

میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن).

Means with similar letters are not significantly different at 5% level of probability (DMRT).

فاصله ردیف

جدول ۵ نشان دهنده عملکرد کلم گل در تیمار فواصل خطوط متفاوت کاشت است که در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. به طور کلی در این تحقیق افزایش تعداد بوته در هکتار با کاهش فاصله خطوط سبب افزایش عملکرد شد. فاصله ردیف‌های کمتر و تراکم بیشتر بوته نیز سبب افزایش عملکرد شد. افزایش فاصله خطوط از ۵۰ به ۷۰ سانتی‌متر سبب کاهش عملکرد از ۲۸/۶۳ تن در هکتار به ۲۳/۳۸ تن در هکتار شد. در این بررسی انتخاب تراکم بیشتر بوته در کلم گل با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی منطقه سبب استقرار بهتر و عملکرد بیشتر نسبت به تراکم‌های دیگر شد. این موضوع توسط محققین دیگر نیز بیان شده است (تصدیقی، ۱۳۶۱).

براساس گزارش روستر (Rooster, 1997) کشت به موقع، یک عامل مهم برای تولید عملکرد مناسب در کلم گل زمستانه است. کاشت دیرتر سبب رشد رویشی اندک و سطح محدود برگ می‌شود. این موضوع با نتایج این آزمایش نیز مطابقت دارد. تاریخ کاشت مناسب اول سبب رسیدن گیاه به اندازه مطلوب شد، در حالی که در تاریخ کاشت دیرتر (سوم) به دلیل افت شاخص برداشت و اندازه کورد، عملکرد کاهش داشت. در تاریخ کاشت اول رشد و استقرار بهتر گیاه موجب به وجود آوردن سطح برگ مطلوب برای استفاده از حداکثر نور خورشید شد (مقادیر اندازه‌گیری شده ارائه نشده است). کوبرین (Kobryn, 2002) گزارش داد به ازای هر ۱۵ روز تأخیر در کاشت در کاهو، ۶ تا ۷ تن محصول کاهش می‌یابد.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد کلم گل در فاصله ردیف‌های (تراکم بوته) مختلف (۸۲-۱۳۸۱)
Table 5. Mean comparison of cauliflower yield in different row distances (2002-2003)

تراکم بوته Density (Plant ha ⁻¹)	فاصله ردیف Row distance (cm)	عملکرد Yield (tha ⁻¹)
66000	50	28.63 a
55000	60	26.27 a
47600	70	23.38 b

L. S. D. (5%) = 2.60

میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن).

Means with similar letters are not significantly different at 5% level of probability (DMRT).

با هم اختلاف نشان می‌دهند، ولی برای اراضی شالیزاری مازندران برای کشت کلم گل پس از برداشت برنج، براساس نتیجه حاصل از این آزمایش مصرف ۹۲ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار توصیه می‌شود. این میزان مصرف نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار) در خاک‌های با میزان نیتروژن متوسط، با تحقیقات مارکوویچ و همکاران (Markovic *et al.*, 1999) مطابقت دارد.

نیتروژن

مصرف نیتروژن (کود اوره ۴۶٪ نیتروژن) باعث افزایش معنی‌دار عملکرد نسبت به تیمار بدون مصرف کود شد (جدول ۶). عملکرد کلم گل با مصرف کود بیشتر (۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) تنها به طور اندکی افزایش یافت، این افزایش ناچیز عملکرد در مقایسه با هزینه کود و نیاز کارگری آن به صرفه و قابل توجیه نیست. هر چند خاک‌های یک منطقه از نظر حاصل‌خیزی

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد کلم گل با مقادیر مختلف نیتروژن (۸۲-۱۳۸۱)

Table 6. Mean comparison of cauliflower yield with different amounts of nitrogen (2002-2003)

نیتروژن Nitrogen (kgha ⁻¹)	عملکرد Yield (tha ⁻¹)
0	23.36 b
92	27.12 a
138	27.81 a

L. S. D. (5%) = 1.91

میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن).

Means with similar letters are not significantly different at 5% level of probability (DMRT).

اول کاشت شدیدتر بود و از یک روند تدریجی کاهش عملکرد با بیشتر شدن فاصله‌های ردیف و تاریخ کاشت تبعیت می‌کرد. این موضوع با نتایج حاصل از بررسی‌های روستر (Rooster, 1997) مطابقت دارد.

اثر متقابل تاریخ کاشت و فاصله ردیف
بر اساس جدول ۷، اثر متقابل تاریخ کاشت و فاصله ردیف بر عملکرد کلم گل معنی‌داری بود. در تاریخ کاشت نشاء به زمین اصلی در ۱۴ مهر تغییرات عملکرد کلم گل نسبت به تاریخ‌های

جدول ۷- اثر متقابل تاریخ کاشت و فاصله ردیف بر روی عملکرد کلم گل

Table 7. Interaction effects of planting date and row distance on yield of cauliflower

Treatment	تیمار	عملکرد Yield (tha ⁻¹)
5 Sep. planting date × 50 cm row distance	کاشت ۱۵ شهریور × فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر	32.56 ab
5 Sep. planting date × 60 cm row distance	کاشت ۱۵ شهریور × فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر	34.75 a
5 Sep. planting date × 70 cm row distance	کاشت ۱۵ شهریور × فاصله ردیف ۷۰ سانتی‌متر	32.05 bc
20 Sep. planting date × 50 cm row distance	کاشت ۳۰ شهریور × فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر	31.94 bc
20 Sep. planting date × 60 cm row distance	کاشت ۳۰ شهریور × فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر	27.87 de
20 Sep. planting date × 70 cm row distance	کاشت ۳۰ شهریور × فاصله ردیف ۷۰ سانتی‌متر	22.89 e
5 Oct. planting date × 50 cm row distance	کاشت ۱۴ مهر × فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر	20.37 fg
5 Oct. planting date × 60 cm row distance	کاشت ۱۴ مهر × فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر	16.18 hij
5 Oct. planting date × 70 cm row distance	کاشت ۱۴ مهر × فاصله ردیف ۷۰ سانتی‌متر	15.19 hij

میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند (آزمون چنددامنه‌ای دانکن).

Means with similar letters are not significantly different at 5% level of probability (DMRT).

رشد رویشی مطلوب و وضعیت آب و هوایی مساعد از جمله نور، باعث تجزیه و جذب کربوهیدرات‌های مورد نیاز جهت انجام عملیات فتوسنتز و ذخیره‌سازی گیاه می‌شود (Kniszweski and Rumpel, 1998).

در اثر متقابل سه گانه، تاریخ کاشت اول، فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر و میزان نیتروژن خالص ۹۲ کیلوگرم (معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره) که در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، به عنوان برترین تیمار شناخته شد (جدول ۸). اثر تاریخ کاشت آنچنان بارز و شدید بود که توانست روی

اثر متقابل تاریخ کاشت و نیتروژن
اثر متقابل تاریخ کاشت و میزان نیتروژن بر عملکرد کلم گل معنی‌دار نبود. بیشترین میزان محصول با دادن ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در تاریخ کاشت اول نشاء یعنی ۱۵ شهریور به دست آمد و کمترین میزان محصول نیز مربوط به تاریخ کاشت سوم و دو تاریخ کاشت دیگر بدون مصرف کود بود. در بررسی دیگری توسط Kaniszweski and Rumpel (1998) افزایش میانگین عملکرد در تیمارهای کودی با مصرف بیشتر نیتروژن و تاریخ کاشت‌های اول به دلایل مختلف توجیه‌پذیر توصیف شده است.

اثر متقابل و فاکتورهای دیگر اثر بگذارد
 به عنوان مثال از ۱۱ تیمار برتر، ۹ تیمار مربوط
 در سطح ۱ درصد نشانگر واکنش متفاوت
 تیمارها در سطوح فاکتورهای اصلی و فرعی
 آزمایش بود. تفاوت معنی دار

جدول ۸- اثر متقابل تاریخ کاشت، فاصله ردیف و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد کلم گل

Table 8. Interaction effects of planting date, row distance and nitrogen on yield of cauliflower

تاریخ کاشت نشاء Seedling planting date	فاصله ردیف Row distance (cm)	نیتروژن Nitrogen (kg ha^{-1})	عملکرد Yield
۱۵ شهریور 5 September	50	0	29.52 cde
		92	39.40 ab
		138	31.79 cd
	60	0	29.43 cde
		92	40.99 a
		138	33.85 bc
	70	0	28.30 cdef
		92	29.35 cde
		138	38.51 ab
۳۰ شهریور 20 September	50	0	27.77 cdef
		92	34.26 bc
		138	33.81 bc
	60	0	26.40 defg
		92	28.85 cdef
		138	28.75 cdef
	70	0	22.17 fgh
		92	20.78 ghi
		138	25.72 defg
۱۴ مهر 5 October	50	0	18.90 hij
		92	18.33 hij
		138	24.72 efg
	60	0	15.68 hij
		92	15.60 ij
		138	17.82 hij
	70	0	13.26 j
		92	17.30 hij
		138	15.28 ij

میانگین هایی که دارای حروف یکسانی هستند در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری با هم ندارند (آزمون چنددامنه ای دانکن).

Means with similar letters are not significantly different at 5% level of probability (DMRT).

این مطلب در تحقیقات امر و حدید (Amr and Hadid, 2002) نیز بیان شده است. حد مجاز نترات در کلم گل ۰/۰۵ درصد وزن خشک اعلام شده است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳). نتایج این تحقیق مبین، میزان نترات مجاز موجود در بافت‌های کلم گل در سطوح مصرف صفر، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره است ولی با توجه به جمیع جهات استفاده از ۹۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص بدون اثر منفی برای کلم گل قابل توصیه است.

اثر مقادیر مختلف نیتروژن مصرفی بر میزان نترات همان گونه که انتظار می‌رفت با افزایش مقدار نیتروژن از ۹۲ به ۱۳۸ کیلوگرم، میزان نترات از ۲۷/۱۰ به ۴۶/۶۱ پی پی ام افزایش یافته است (جدول ۹). به نظر می‌رسد که مصرف مقادیر نیتروژن در سطوح کمتر بیشتر صرف تکمیل واکنش‌های بیوشیمیایی افزایش اسید آمینه و تکمیل پروتئین و دیگر موارد شیمیایی شده و مقدار بیشتر از مصرف مورد نیاز گیاه به صورت نترات تجمع می‌یابد.

جدول ۹- میزان نترات تجمعی در کلم گل با مقادیر مختلف نیتروژن مصرف شده

Table 9. Nitrate accumulated in cauliflower with different amounts of used nitrogen

نیتروژن Nitrogen (kg ha ⁻¹)	میزان نترات Nitrate accumulate (ppm)
0	12.540
92 (200 kg ha ⁻¹ urea)	27.100
138 (300 kg ha ⁻¹ urea)	46.611

$r = 0.828$ (جدول ۱۰) مؤید این نکته است که ریشه در خاک‌هایی که بتواند رشد طولی مناسب تا ۳۰ سانتی‌متر داشته باشد می‌تواند در افزایش تعداد برگ نقش مهمی را ایفا نماید. کانیزوسکی و رامپل (Kaniszewski and Rumpel, 1998) نقش بافت سبک و عناصر مغذی را در خاک و ایجاد فضای مناسب را برای ریشه گل کلم و ارتباط آن را با تولید بیان نمودند. همبستگی قوی و مثبت قطر گل و وزن تر برگ ($r = 0.842$) را نیز نمی‌توان نادیده گرفت. در صورتی که

همبستگی ساده متغیرهای آزمایش

جدول ۱۰ ضرائب همبستگی ساده صفات با یکدیگر به روش پیرسون را نشان می‌دهد. بالاترین همبستگی با عملکرد مربوط به متغیرهای قطر کورد و وزن خشک برگ به ترتیب با ضرائب $r = 0.58$ و $r = 0.545$ بود که در سطح ۱٪ معنی‌دار بودند. محققین خصوصیات کورد و حتی مراقبت از آن‌ها را در ارتباط با تولید بیشتر با اهمیت گزارش کرده‌اند (Crocket and Singh, 2002). همبستگی معنی‌دار و مثبت طول ریشه و تعداد برگ

رنگ کورد و کیفیت مطلوب آن حفظ می شود (Greenland and Besemann, 2000). در این آزمایش پهنای برگ با عملکرد و سایر متغیرها همبستگی معنی دار نداشت. نکته در خور توجه دیگری که از این جدول حاصل شده است عدم وجود همبستگی معنی دار بین تجمع نترات و سایر متغیرها از جمله عملکرد بود.

سطوح تیمارهای آزمایش به طور صحیح انتخاب و اجرا شوند مشخصات مربوط به برگ های گل کلم که اساساً نقش حمایتی برای محصول دارند اهمیت خود را نشان خواهند داد. در رقم Concert که در سواحل کالیفرنیا کشت می شود، برگ هایی که بر روی کورد می پیچند از ورود نور به داخل گیاه جلوگیری می کنند و در نتیجه سفیدی

جدول ۱۱- تجزیه واریانس رگرسیون چندمتغیره

Table 11. Variance analysis of multivariable regression

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	مجذور مربعات MS	آزمون F F-test	سطوح معنی دار بودن Significance
First step regression	رگرسیون مرحله اول	1	678.877	17.210	0.000
Error (1)	خطای (۱)	34	39.440		
Second step regression	رگرسیون مرحله دوم	2	438.928	12.682	0.000
Error (2)	خطای (۲)	33	34.640		

R-Square = 0.4 ۰/۴ = ضریب تبیین

جدول ۱۲- مشخصات متغیرهایی که وارد مدل رگرسیون مرحله ای شدند

Table 12. Characteristic of variables which entered to step regression model

Characteristic (variable)	صفت (متغیر)	همبستگی Correlation	آزمون T T- Student	سطوح معنی دار بودن Significance
Diameter of curd- first step	قطر کورد- مرحله اول	0.580	4.149	0.000
Diameter of curd- second step	قطر کورد- مرحله دوم	0.417	2.831	0.008
Weight of dry leaf- second step	وزن خشک برگ- مرحله دوم	0.353	0.398	0.022

در این راستا رگرسیون مرحله ای با تعیین تعداد محدودتری از مهم ترین صفات اندازه گیری و همچنین با توجه به ترتیب یا مرحله ورود آنها به مدل رگرسیون اطلاعات زیادی در مورد مهم ترین صفات و ارتباط آنها را با عملکرد فراهم می سازد. در بررسی ارتباط ده صفت

رگرسیون گام به گام در بررسی تعداد زیادی از صفات اندازه گیری شده و تعیین روابط آنها با عملکرد به عنوان مهم ترین صفت مورد نظر، تعیین مهم ترین صفاتی که بیشترین توجه را با عملکرد دارند از اهمیت مبرمی برخوردار است.

اهمیت متغیرهای قطر کورد و وزن خشک برگ در این مطالعه از سایر متغیرها بیشتر بود. قطر کورد یک عامل قابل اندازه گیری مهم است که بر وزن کورد اثر می گذارد. اندازه بیشتر قطر گل یکی از عامل های افزایشی عملکرد است و اندازه برگ ها در کیفیت و بازاریابی محصول ارزش زیادی دارد، بزرگی و عریض بودن برگ ها، سبب روی هم آمدن قسمت های انتهایی برگ ها مانند چتر از تابش مستقیم نور خورشید روی کلم گل که سبب زردی و افت مرغوبیت آن می شود جلوگیری می کند (Crocket and Singh, 2002). با نگاهی به جدول ماتریس همبستگی و ارتباط متغیرهای دیگر با این دو متغیر نقش آن ها نیز به طور غیرمستقیم مشخص می شود. متغیرهای دیگر این بررسی به علت دارا نبودن شرایط، وارد معادله رگرسیون چند مرحله ای نشدند.

کمی با عملکرد محصول، قطر کورد با توجه به همبستگی بالای آن با عملکرد ($r = 0/580$)، به عنوان اولین متغیر وارد مدل شد (جدول های ۱۱ و ۱۲)، لیکن با توجه به همبستگی بالای وزن تر برگ با عملکرد ($r = 0/519$) این صفت وارد مدل نشد. همچنین همبستگی صفت کمی وزن خشک برگ با عملکرد ($r = 0/545$) به عنوان متغیر دوم وارد مدل شد. بدین ترتیب که هر گونه تغییر در قطر کورد و وزن خشک برگ به عنوان اجزای اصلی عملکرد نقش مؤثری را بر عملکرد محصول خواهند داشت. وزن خشک برگ در ماتریس همبستگی نیز از نظر ارتباطش با قطر کورد مثبت و معنی دار شد. برگ های حجیم و مناسب در تولید عملکرد نقش به سزایی را به عهده دارند. این دو متغیر با ضریب تبیین (R^2) برابر با $0/4$ به تنهایی $0/40$ تغییرات داده ها را نسبت به عملکرد توضیح دادند.

References

منابع مورد استفاده

- آملی، ن. ۱۳۸۲. ارزیابی کشت سبزیجات ایرانی به روش کشت خطی با مقادیر مختلف کود اوره. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. گیلان. صفحه ۳۴۵-۳۴۳.
- بهتاش، ف. ۱۳۷۴. بررسی اثر کود شیمیایی از ته در تجمع نیترات در اندام های قابل مصرف کلم پیچ و کرفس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- بی نام. ۱۳۸۲. آمارنامه کشاورزی. سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران.
- تصدیقی، م. ۱۳۶۱. سبزیکاری (ترجمه). انتشارات پیشگام. ۴۶ صفحه.
- خواججه پور، م. ر. ۱۳۷۹. اصول و مبانی زراعت. مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۳۸۶ صفحه.
- کاشی، ع. ۱۳۷۲. پرورش سبزی. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۲۵ صفحه.

ملکوتی، م. ج.، بای بوردی، ا.، و طباطبائی، س. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود. دفتر سبزی و صیفی، معاونت زراعت. وزارت جهاد کشاورزی.
نیرومند، ح. ۱۳۷۹. تحلیل آماری چندمتغیره کاربردی. نشر دانشگاه فردوسی مشهد. شماره ۲۶۴. ۷۲۵ صفحه.

Amr, A., and Hadid, N. 2002. Effect of cultivar and harvest date on nitrate and nitrite content of selected vegetables. *Journal of food composition and analysis* 14: 1,59-79.

Cataldo, D. A., Schrader, L. E., and Young, V. L. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commv. Soil Science* 6: 71-80.

Crocket, P., and Singh, M. 2002. Genetic purity analysis of hybrid broccoli (*Brassica oleracea var. italica*) seeds using RAPD PCR. *Australian Journal of Agricultural Research* 53: 54.

Emilly, P., Robert, L. M., and Miner, H. C. 1997. Alternative crops in double crop system for Missouri. Department of Agronomy Publisher, University of Missouri, Big Colombia 324: 148-152.

Greenland, R., and Besemann, L. 2000. Cauliflower hybrid performance trial. Carrington Research Extension Center. *Journal of Vegetable Crop Production* 4: 67-75.

Lorenz, O. A. 1978. Potential nitrate levels in edible plant parts. *Soil and Plant* 2: 210-220.

Kaniszewski, S., and Rumpel, J. 1998. Effects of irrigation, nitrogen fertilization and soil type on yield and quality of cauliflower. *Journal of Vegetable Crop Production* 4: 67-75.

Kobryn, J. 2002. Effect of planting date on pakchoi and butter head lettuce growth, yield and quality characteristics. *Horticultural Abstracts* Vol. 72, No. 6.

Markovic, V., and Djurovka, M. 1999. The effect of mineral nutrition on the yield and quality of cauliflower. *Acta Horticulturae* 267: 101-109.

Rooster, L. 1997. Cauliflowers in late over winter culture, most cultivars satisfactory. *Journal of Vegetable Crop Production* 7: 15, 36-37.

آدرس نگارندگان:

ناهید آملی و ولی‌اله رامنه- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، صندوق پستی ۵۵۶-۴۸۱۷۷، ساری.

عبدالکریم کاشی- گروه باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج.