نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره۴ ، مهر - آبان ۱۳۸۹، ص ۷۱۶-۷۰۸

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 4, Sep. – Oct. 2010, p. 708-716

تأثیر نیتروژن و نسبت اختلاط بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های مورفولوژیک ذرت و آفتابگردان در کشت مخلوط در شمال خوزستان

سید نادر موسویان*[۱]- شاپور لرزاده[۲]- فرشاد ابراهیم‌پور[۳] - عبدالنور چعب[٤]

تاریخ دریافت : ۸۸/۴/۲۳
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۷

چکیده

به منظور بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و نسبت اختلاط بر عملکرد دانه و بعضی صفات مورفولوژیک ذرت و آفتابگردان در کشت مخلوط در شرایط آب و هوایی خوزستان آزمایشی بصورت کرتهای خرد شده، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر (خوزستان) در سال زراعی ۱۳۸۴ به مرحله اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل مقادیر مختلف عنصر نیتروژن (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) به عنوان کرت‌های اصلی و نسبت‌های مخلوط ذرت و آفتابگردان (کشت ۱۰۰ درصد خالص ذرت، کشت ۷۵ درصد ذرت و ۲۵ درصد آفتابگردان، کشت ۵۰ درصد ذرت و ۵۰ درصد آفتابگردان، کشت ۲۵ درصد ذرت و ۷۵ درصد آفتابگردان، و کشت ۱۰۰ درصد آفتابگردان) به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج این آزمایش نشان داد که کمترین و بیشترین عملکرد دانه ذرت به میزان (۹۸۰ و ۱۲۲۵ گرم در مترمربع)، و برای آفتابگردان به مقدار (۳۴۶ و ۳۸۷ گرم در مترمربع) به ترتیب در سطوح کودی ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختصاص داشت. درصورتیکه در نسبت‌های اختلاطی بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه ذرت به ترتیب به کشت خالص آن (۱۲۶۵ گرم در مترمربع) و نسبت ذرت–آفتابگردان ۲۵:۷۵ (۹۵۷ گرم در مترمربع) بدست آمد. این موضوع در رابطه با آفتابگردان هم صادق بود و موجب کاهش عملکرد دانه در نسبت ۷۵:۲۵ شد. کاهش سهم آفتابگردان در نسبت اختلاط، افزایش درصد روغن را به همراه داشت. همچنین افزایش میزان کود نیتروژن موجب افزایش نسبت برابری زمین (LER) شد. بگونه‌ای که میانگین بیشترین و کمترین نسبت برابری زمین براساس عملکرد دانه به ترتیب در نسبت‌های اختلاط ۲۵ درصد ذرت و ۷۵ درصد آفتابگردان، و نسبت ۵۰:۵۰ به میزان ۱/۷۰ و ۱/۴۰ و در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: زراعت مخلوط، عملکرد دانه و نسبت برابری زمین (LER)

مقدمه

کشت مخلوط عبارت از تولید دو یا چند محصول به طور همزمان در یک قطعه زمین است، که به منظور افزایش نسبت برابری زمین انجام می‌گیرد(۵). لذا با توجه به شرایط اقلیمی گوناگون در کشور تحقیقات در زمینه سیستم‌های چندکشتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

ذرت و آفتابگردان از جمله گیاهانی هستند که در شرایط خوزستان از پتانسیل عملکرد بالایی برخوردار است. سودمندی کشت مخلوط این دو گیاه در برخی تحقیقات گزارش شده است (۳). تحقیقات نشان می‌دهد که برتری بیولوژیک زراعت مخلوط نتیجه استفاده کاراتر از منابع رشد است. اجزای مخلوط ممکن است از نظر استفاده از منابع رشد تفاوت داشته باشند، چنانچه وقتی با همدیگر کشت شوند استفاده بهینه‌ای را از نور، آب و مواد غذایی نسبت به وقتی که به طور جداگانه کشت شده اند خواهند نمود. بعلاوه رقابت علف‌های هرز به دلیل ترکیبی از گونه‌های گیاهی که دو آشیان اکولوژیک و یا بیشتر را در مزرعه اشغال می‌کند کمتر می‌شود (۲۵). ویل‌ری و مک فادن (۲۵) بیان کردندکه برتری بیولوژیک زراعت مخلوط به کشت خالص وقتی است که رقابت بین‌گونه‌ای برای منابع رشد نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای کمتر باشد. رابینسون (۲۲) در ارتباط با کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان گزارش داد که آفتابگردان ۱۳ درصد افزایش و ذرت ۱۵ درصد کاهش عملکرد دانه داشته است.

جهان بخت و همکاران (۱۵) در آزمایشی با بررسی کشت مخلوط

۱ و ۳- به ترتیب مربی و استادیار دانشگاه پیام نور استان خوزستان
(*- نویسنده مسئول Email:nader_mosavian@yahoo.com)
۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی شوشتر
۴- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (خوزستان)

ذرت و آفتابگردان در سطوح مختلف نیتروژن دریافتند که بیشترین عملکرد دانه مربوط به کشت خالص ذرت بود و در میان کشت‌های مخلوط بیشترین عملکرد دانه مربوط به کشت منفرد متناوب (یک ردیف از هر یک) و کمترین عملکرد مربوط به کشت دوگانه متناوب (دو ردیف از هر یک) بود. رحیمیان و همکاران (۴) گزارش دادند که در کشت مخلوط آفتابگردان و ذرت نه فقط هیچ مزیتی نسبت به عملکرد هر یک از آنها در کشت خالص نداشت بلکه افزایش عملکرد یکی از گیاهان زراعی در هر یک از این دو تیمار نتوانست کاهش عملکرد گیاه زراعی دیگر را دقیقاً جبران کند.

سینکلیر و هوری (۲۳) در کشت مخلوط آفتابگردان و ذرت دریافتند، که یک همبستگی قوی بین نیتروژن و نیتروژن ویژه برگ و سرعت فتوسنتز خالص وجود دارد. مسیگنام و همکاران (۱۷) با مطالعه سطوح مختلف نیتروژن در کشت مخلوط آفتابگردان و ذرت نشان دادند که نیتروژن دو گونه تأثیر معنی‌داری در بیوماس داشتند اما اثر متقابل این دو معنی‌دار نبود، بیوماس در ذرت بیشتر از آفتابگردان بود در هر دو محصول تولید ماده خشک با بکار بردن ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت. به نظر می‌رسد با توجه به اهمیت گرایش به سیستم‌های کشاورزی پایدار و همچنین اهمیت بالای ذرت و آفتابگردان در تأمین نیاز غذایی بشر و دام بررسی امکان کشت مخلوط این دو گیاه و تأثیر عوامل مدیریتی نظیر کود نیتروژن از اهمیت بسزایی برخوردار باشد (۱). بطورکلی مطالعهٔ واکنش نسبت‌های متفاوت گیاهان ذرت و آفتابگردان در سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه و صفات مورفولوژیک آنها در زراعت مخلوط، بزرگترین هدف این آزمایش را تشکیل می‌دهد.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی(۱۳۸۴-۱۳۸۳) در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر (خوزستان)، به مرحله اجرا درآمد. قبل از شروع آزمایش بشکل زیگزاگی از هفت نقطهٔ محل آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری مرکب بعمل آمد. که نتایج آنالیز آن در جدول ۱ نشان داده شده است. مقدار بذر براساس توصیه‌های تحقیقاتی ۷۵ هزار بوته در هکتار برای هر دو گیاه به طور یکسان مورد استفاده قرار گرفت. این آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل سه سطح مختلف عنصر نیتروژن از کم به زیاد به ترتیب ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره که در سه مرحله، یک سوم در هنگام کاشت، یک سوم در مرحله ۳ تا ۵ برگی و یک سوم در مرحله ظهور گل‌آذین ذرت (گل تاجی) در نظر گرفته شد.

علاوه بر این نسبت‌های مختلف کاشت ذرت و آفتابگردان در کرتهای فرعی قرار داده شدند. این نسبت‌ها براساس میزان ردیف‌های کشت شده از هر کدام از محصولات، شامل ۵ سطح کشت ۱۰۰ درصد خالص ذرت، کشت ۷۵ درصد ذرت و ۲۵ درصد آفتابگردان، کشت ۵۰ درصد ذرت و ۵۰ درصد آفتابگردان، کشت ۲۵ درصد ذرت و ۷۵ درصد آفتابگردان، و کشت ۱۰۰ درصد آفتابگردان بودند، که در این پژوهش برای تشکیل مخلوط‌ها از روش جایگزینی استفاده شد (۸).

هر کرت فرعی از ۶ ردیف به طول ۶ متر و به فواصل ۰/۷۵ متر تشکیل یافته بود. چهار ردیف میانی برای محاسبه عملکرد نهایی در نظر گرفته شد. از این چهار ردیف میانی تعداد ردیف‌های ذرت و آفتابگردان براساس نسبت اختلاط تعیین گردید. به طوری که در نسبت اختلاط ۵۰:۵۰ به صورت یک در میان، یک ردیف ذرت و یک ردیف آفتابگردان در نظر گرفته شد (در مجموع دو ردیف ذرت و دو ردیف آفتابگردان) و یا اختلاط ۲۵:۷۵ یک ردیف به ذرت و سه ردیف به آفتابگردان و در نسبت ۰۰:۱۰۰ چهار ردیف به آفتابگردان اختصاص یافت. همچنین به منظور از بین بردن اثر حاشیه‌ای دو ردیف کناری بسته به نوع اختلاط کرت و ردیف قبل از آن ذرت یا آفتابگردان باشد، تنظیم گردید. آبیاری بر حسب نیاز و به کمک سیفون انجام می‌گرفت، و به منظور جلوگیری از اختلاط احتمالی تیمارهای کودی مجاور و احیاناً آبشوئی، به ترتیب فاصله بین کرتهای فرعی، اصلی و بلوک‌ها ۱/۵ (دو ردیف)، ۲/۲۵ (سه ردیف) و ۲ متر لحاظ گردید. هنگام تهیه زمین مقدار ۱۰۰ کیلوگرم فسفر و ۱۰۰ کیلوگرم پتاس خالص در هکتار به ترتیب از منابع کودی فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم بصورت قبل از کاشت به خاک داده شد. ارقام مورد مطالعه در این آزمایش شامل هیبرید ذرت نسبتاً دیررس ۷۰۴ با طول دوره رشد ۱۲۰ روز و رقم نسبتاً دیررس رکورد آفتابگردان بودند (۱۱). برای تعیین عملکرد نهایی دانه از هر یک از خطوط چهارگانه که برای اندازه‌گیری عملکرد در نظر گرفته شده بودند دو متر طولی و در مجموع شش مترمربع از هر کرت فرعی به تفکیک برای هر دو گیاه برداشت گردید و بدین ترتیب عملکرد هر دو محصول بطور میانگین بر مبنای گرم در مترمربع محاسبه شد. دانه‌های برداشت شده به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک و سپس توزین گردیدند. همچنین برای اندازه‌گیری میزان روغن دانه‌های آفتابگردان از روش سوکسله استفاده گردید. برای ارزیابی کشت مخلوط از شاخص‌های نسبت برابری زمین[1] و روش جایگزینی[2] استفاده گردید. برای محاسبه نسبت برابری زمین از رابطه زیر استفاده شد (۸).

1- Land Equivalent Ratio
2- Replacement series technique

$$LER_{AB}=\frac{\text{عملکرد گونه B در کشت مخلوط}}{\text{عملکرد گونه B در تک کشتی}}+\frac{\text{عملکرد گونه A در کشت مخلوط}}{\text{عملکرد گونه A در تک کشتی}}$$

در صورتی که LER=۱ باشد کشت مخلوط نسبت به کشت خالص برتری ندارد. در موقعی که LER>۱ باشد کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دارای برتری می باشد. در حالتی که LER<۱ باشد کشت مخلوط در مقایسه با سیستم تک کشتی از عملکرد کمتری برخوردار است. در روش جایگزینی نسبت معینی از گیاه اول حذف شده و معادل آن گیاه دوم جایگزین می‌شود، در این روش لازم است که تراکم یکسان باشد. برای تجزیه واریانس نتایج به دست آمده از نرم افزار SPSS استفاده بعمل آمد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه ذرت و خصوصیات مورفولوژیک آن

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس، بیانگر وجود اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد برای سطوح مختلف نیتروژن، نسبت‌های اختلاط و اثر متقابل این دو فاکتور، برای صفات عملکرد دانه، طول و قطر بلال، قطر ساقه و وزن خشک چوب بلال ذرت بود (جدول ۲).

بنابراین با توجه به معنی‌دار بودن اثر سطوح مختلف نیتروژن بیشترین و کمترین عملکرد دانه ذرت به ترتیب، به مقادیر کودی ۱۵۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت (شکل ۱). نبوی و همکاران (۹) با بررسی تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن در زراعت مخلوط ذرت و سویا گزارش کردند که با افزایش نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت. تیوایتنس و مک فیلیپس (۲۴) با مطالعهٔ عناصر مختلف (نیتروژن، پتاسیم و گوگرد) نشان دادند که با زیاد شدن نیتروژن عملکرد دانه بالا رفت. از طرفی در کشت خالص ذرت و نسبت اختلاط ۲۵ درصد ذرت و ۷۵ درصد آفتابگردان بالاترین و پایین‌ترین میزان عملکرد دانه ذرت حاصل شد (شکل ۲). لذا همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود هر قدر نسبت ذرت در کشت مخلوط کاهش یابد، از عملکرد دانه در واحد سطح کاسته می‌شود. هاشمی دزفولی و همکاران (۱۱) نیز در آزمایشی در زمینه کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان نشان دادند که با کاهش نسبت ذرت عملکرد آن کم شد.

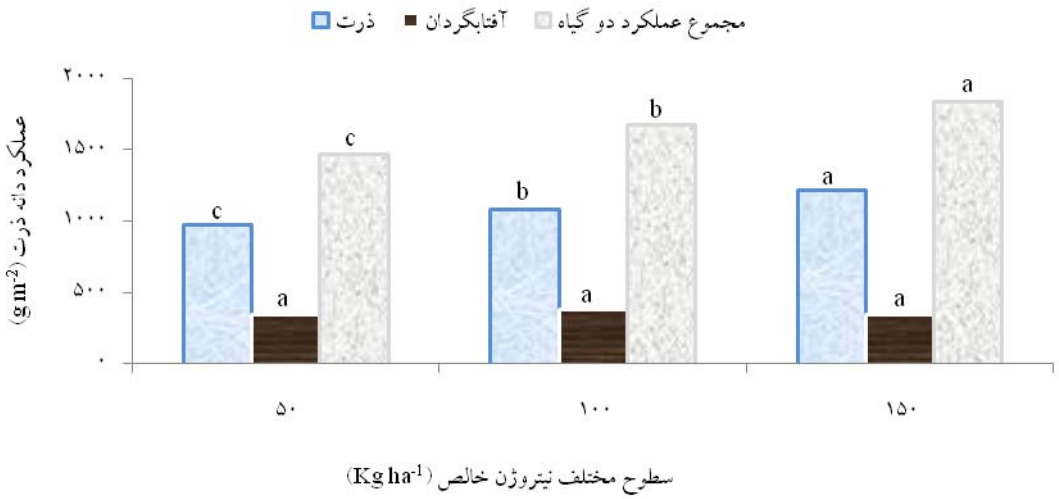
در رابطه با طول و قطر بلال، همانگونه که در جدول مقایسه میانگین ملاحظه می‌شود بیشترین و کمترین طول بلال به ترتیب در مقادیر کودی ۱۵۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌باشد (جدول۳). نتایج به دست آمده حاکی از آن است که با افزایش نیتروژن و حاصلخیزی خاک، طول و قطر بلال افزایش می‌یابند. در صورتی‌که در مورد قطر بلال این روند عکس بوده، بنحویکه سطوح ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیشترین و کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. احتمالاً این امر ناشی از آن است که پایین‌تر بودن قطر بلال در سطح ۱۵۰ نسبت به سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن به دلیل طولانی‌تر شدن دورهٔ رشد و نیتروژن زیاد در محیط گیاه باشد. رید و همکاران (۲۰) بیان داشتند که با افزایش نیتروژن طول و قطر بلال افزایش می‌یابد. از نظر نسبت‌های اختلاطی، بیشترین و کمترین طول بلال به ترتیب در کشت مخلوط ۵۰:۵۰ و ۷۵:۲۵ ذرت-آفتابگردان به طول ۳۷ و ۳۲ سانتی‌متر بدست آمد (جدول ۳). در صورتیکه در مورد قطر بلال کمترین و بیشترین میزان در نسبت‌های مختلف اختلاط به ترتیب به نسبت اختلاط ۷۵ درصد ذرت و ۲۵ درصد آفتابگردان (۴/۹ سانتی‌متر) و کشت خالص ذرت (۵/۸ سانتی‌متر) تعلق داشت. ریدی و بتال (۲۱) با بررسی نسبت‌ها و مقادیر مختلف نیتروژن بر روی ذرت، مشاهده نمودند که با افزایش حاصلخیزی خاک طول و قطر بلال افزایش یافت.

اثر سطوح مختلف کود نیتروژن، نسبت اختلاط و اثر متقابل این دو عامل بر قطر ساقه از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). بگونه‌ای که مقایسه میانگین این صفت در سطوح مختلف کود نیتروژن نشان داد که بیشترین قطر ساقه به ترتیب مختص به مقادیر کودی ۱۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (جدول۳). آلیاری و همکاران (۲) در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که بین سطوح مختلف کود نیتروژن از نظر قطر ساقه ذرت تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین اثر نسبت اختلاط بر قطر ساقه موجب شد تا این صفت مرفولوژیکی در گروههای آماری متفاوت قرار گیرد. بزرگترین قطر به کشت خالص ذرت و نسبت اختلاط ذرت-آفتابگردان ۷۵:۲۵ و کوچکترین آن به نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰ اختصاص داشت (جدول۳).

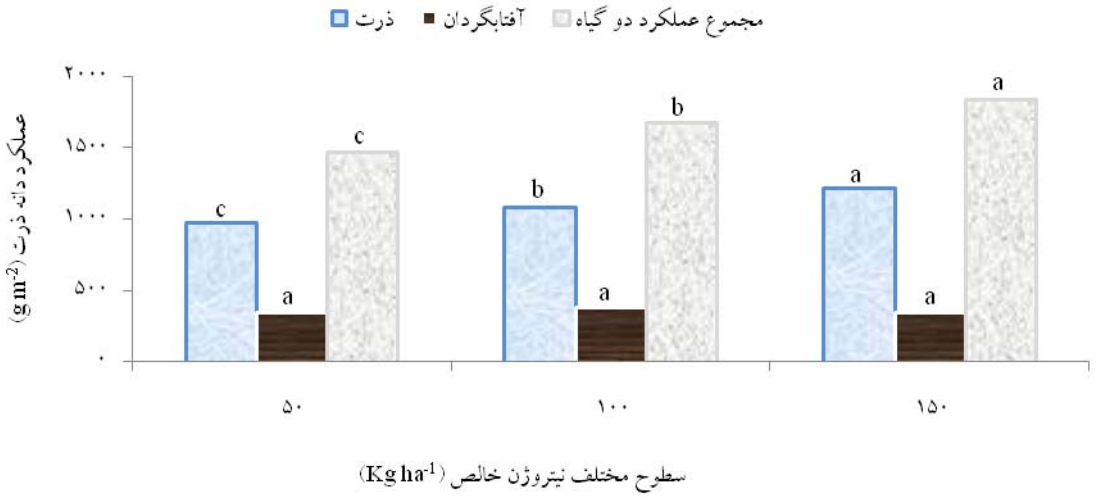
اختلاف سطوح متفاوت نیتروژن بر روی وزن خشک چوب بلال معنی‌دار بود (جدول ۲). بگونه‌ای که این صفت در سطح کودی ۱۵۰ از برتری محسوسی نسبت به سطح ۵۰ کیلوگرم برخوردار بود، و سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در حدواسط دو سطح کودی قرار گرفت (جدول ۳). نوریانی و فتحی (۱۰) در پژوهشی نشان دادند که با افزایش میزان نیتروژن وزن خشک چوب بلال افزایش یافت. بنابراین با توجه به روند تغییرات وزن خشک چوب بلال بیشترین و کمترین آن در نسبت‌های مختلف اختلاط به ترتیب از کشت خالص ذرت و نسبت اختلاط ۲۵ درصد ذرت و ۷۵ درصد آفتابگردان حاصل گشت (جدول ۳).

جدول ۱- مشخصات خاکشناسی مزرعهٔ آزمایشی

عمق خاک (cm)	بافت خاک	EC (میلی‌موس بر سانتی‌متر)	pH	مواد آلی (٪)	عناصر غذایی (٪)	عناصر غذایی (ppm)	
					نیتروژن کل	فسفر	پتاس
۰-۳۰	لومی-رسی	۴/۲	۷/۶	۰/۱	۰/۰۶	۱۲/۵	۱۳۰



شکل ۱- مقایسه میانگین جداگانه سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه ذرت، آفتابگردان و مجموع عملکرد دانه دو محصول



شکل ۲- مقایسه میانگین جداگانه نسبت‌های مختلف ذرت و آفتابگردان بر عملکرد دانه آنها و مجموع عملکرد دانه دو محصول

عملکرد دانه آفتابگردان و برخی خصوصیات مورفولوژیک آن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف نیتروژن و نسبت‌های اختلاط و اثر متقابل این دو عامل برای صفات عملکرد دانه، قطر طبق و درصد روغن دانه آفتابگردان تفاوت معنی‌دار وجود دارد. در حالیکه سطوح مختلف نیتروژن بجز قطر طبق، سایر اجزا را تحت تأثیر قرار نداد و تعداد دانه در طبق از هیچ یک از فاکتورها متأثر نشد (جدول ۲).

سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۲). چنانکه همگی سطوح نیتروژن در یک گروه آماری قرار گرفتند و این

موضوع بـه وضـوح در شـکل ۱ مشـاهده مـی‌شـود. از آنجـا کـه اثـر نسبت‌های اختلاط بر عملکـرد دانـه معنـی‌دار شـد، بیشـترین میـزان عملکرد دانه آفتابگردان از کشـت خـالص آفتـابگردان (۴۳۹ گـرم بـر مترمربع) و کمترین آن از نسبت اختلاط ۲۵ درصـد آفتـابگردان و ۷۵ درصد ذرت (۲۶۳ گرم بر مترمربع) بدست آمد (جدول ۳). همچنین اثر متقابل آنها در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. احتمالاً دلیل ایـن موضـوع آن باشد که نیتروژن تا سقف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار موجـب افزایش عملکرد دانـه شـد و بیشـتر از ایـن مقـدار (۱۵۰ کیلـوگرم در هکتار) کاهش عملکرد دانه را به همراه داشت. علت محتمل ایـن امـر اینست، که سطوح بالای نیتروژن باعث تحریـک رشـد رویشـی و بـه تأخیر افتادن گرده افشانی و رسیدگی می‌شود. گـوبلز و ددیـو (۱۳) بـا بررسی ۹ رقم آفتابگردان اعلام نمودند که با افزایش سطوح نیتـروژن عملکرد دانه کاهش می‌یابد.

در ارتباط با درصـد روغـن، ایـن فـاکتور از هـیچ یـک از سـطوح نیتروژن متأثر نشد ($p>0/05$). در حالیکه بیشـترین درصـد روغـن بـه ترتیـب بـه نسـبت‌هـای ذرت-آفتـابگردان ۱۰۰:۰۰، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ بـه مقـدار ۴۸، ۴۷، ۴۶ و ۴۵ درصـد بـود (جـدول ۳). برخـی گزارش‌ها به وجود رابطه منفی بین درصد روغن و درصد پروتئین دانه اشاره دارند (۱۴). به گونه‌ای که کاسم و مسیلی (۱۶) اظهار داشـته‌انـد که مقدار روغن با افزایش کود نیتروژن کاهش می‌یابد. ایـن در حـالی است که بعضی از محققان بیان داشته‌اند که افزایش کود نیتـروژن بـر میزان روغن اثری ندارد (۱۸).

مقایسه میانگین قطر طبق بـرای سـطوح مختلـف کـود نیتـروژن نشان داد که پس از تیمـار ۱۵۰ کیلـوگرم نیتـروژن، دو تیمـار کـودی دیگر در یک سطح آماری قرار گرفتند (جدول ۳). بدین معنـی کـه بـا افزایش میزان نیتروژن به بیش از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قطـر طبـق بیشتر افزایش می‌یابد. مجیری و ارزانـی (۷) در طـی آزمایشـی بیـان داشتند که با افزایش سطوح نیتروژن قطر طبـق بزرگتـر شـد. افـزون براین، بدلیل تأثیرگذاری نسبت‌های اختلاط براین صفت مرفولوژیـک، نسبت ۵۰:۵۰ بیشترین قطر را به میزان ۲۴ سانتی‌متر دارا بود و سـایر نسبت‌ها در یک سطح قرار گرفتند (جدول۴).

تجزیه واریانس تعداد دانه در طبق روشن ساخت که هیچ کـدام از عوامل آزمایشی و اثر متقابل آنها بر آن تأثیر معنی‌داری نگذاشـت. بـه عبارت بهتر، تعداد دانه در طبق به کاربرد این فاکتورها واکنش نشـان نداد. لذا آمارهٔ F این امر را به وضوح نشان می‌دهد و نیازی به مقایسه سطوح مختلف این تیمارها نیست (جدول ۲).

مجموع عملکرد دو محصول

مقایسه میانگین مجموع عملکـرد دانـه ذرت و آفتـابگردان بـرای سطوح مختلف کود نیتروژن نشان داد که سطح کودی ۱۵۰ کیلـوگرم با ۱۸۴۹/۸ گرم در مترمربع بیشترین و سطح ۵۰ کیلوگرم نیتـروژن در هکتار با ۱۴۷۶/۶ گرم در مترمربع کمترین مقدار مجموع عملکرد دانه دو گیاه را تشکیل می‌داد (جدول ۳). اثر کشت مخلوط بر روی مجموع عملکرد دانه دو محصول در سطح احتمال یـک درصـد معنـی‌دار بـود (جدول ۲). با این وجود مقایسه میانگین آنها از نظـر آمـاری معنـی‌دار نبود و همه نسبت‌ها در یک گروه قرار گرفتند (جـدول ۳). در حالیکـه نسبت اختلاط بر عملکرد دانهٔ هـم ذرت و هـم آفتـابگردان معنـی‌دار تشخیص داده شد (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف ذرت و آفتابگردان در کشت مخلوط و خالص دو گیاه در سطوح متفاوت نیتروژن (میانگین مربعات)

	ذرت						آفتابگردان				
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	طول بلال	قطر بلال	قطر ساقه	وزن خشک چوب بلال	عملکرد دانه	درصد روغن	قطر طبق	تعداد دانه در طبق	مجموع عملکرد دانه دو محصول
تکرار	۲	۱۴۶۹^{ns}	۰/۵۸^{ns}	۰/۱۲۰^{ns}	۰/۰۲۰^{ns}	۰/۸۱۰^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۶^{ns}	۷۱۳۷۸^{ns}	۸۲۱^{ns}
نیتروژن	۲	۱۵۷۲۳**	۱۶۶/۱**	۳/۹**	۲/۶**	۱۱/۹**	۹۲۱/۷^{ns}	۷/۴^{ns}	۴۲/۳**	۲۳۲۵۵^{ns}	۳۱۴۹۹۶**
خطای a	۴	۹۶۸۷	۰/۱۸۸	۰/۰۲۰	۰/۰۰۱	۰/۴۶۰	۲۲۶۹/۴	۰/۲۳	۰/۳۹۶	۵۰۱/۷	۲۸۴۳
نسبت اختلاط	۳	۵۲۹۹۷**	۵۴/۳**	۱/۴**	۰/۵۶۰**	۴۵/۶**	۱۴۸۲۶/۰**	۲۲/۲**	۳۲/۲**	۶۳۴۵۵^{ns}	۳۶۲۹۰**
نیتروژن × نسبت اختلاط	۶	۲۵۰۲۰**	۷۰/۶**	۱/۹**	۰/۶۶۰**	۲/۶**	۹۶۶۳/۱**	۶۳/۲**	۲۳/۰**	۳۷۱۷۸^{ns}	۱۴۲۶۰**
خطای b	۱۲	۳۱۰۶	۰/۲۶۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۱۴۰	۵۷۴/۶۰۰	۰/۰۰۲	۰/۷۸۵	۲۲۲۴	۱۱۳۵

ns و* و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف ذرت و آفتابگردان در کشت مخلوط و خالص دو گیاه در سطوح متفاوت نیتروژن

تیمارها		ذرت				آفتابگردان	
سطوح نیتروژن ($Kg\ ha^{-1}$)	طول بلال (سانتی‌متر)	قطر بلال (سانتی‌متر)	قطر ساقه (سانتی‌متر)	وزن خشک چوب بلال (گرم)	میزان روغن (درصد)	قطر طبق (سانتی‌متر)
۵۰	۳۱b	۵/۷a	۳/۰b	۲۴b	۴۷/۷a	۲۱/۱b
۱۰۰	۳۳b	۵/۵a	۳/۵a	۲۵ab	۴۶/۲a	۲۱/۱b
۱۵۰	۳۸a	۴/۷b	۳/۸a	۲۶a	۴۷/۳a	۲۴a
نسبت اختلاط ذرت:آفتابگردان						
۰	۱۰۰	۳۵ab	۵/۸a	۳/۷۰ a	۲۸a	–	–
۲۵	۷۵	۳۲b	۴/۹b	۳/۵۰ a	۲۵bc	۲۱/۵b	۲۱/۵b
۵۰	۵۰	۳۷a	۵/۲ab	۳/۲۱ b	۲۴b	۲۴a	۲۴a
۷۵	۲۵	۳۳ab	۵/۲ab	۳/۲۰ b	۲۳c	۲۲ab	۲۲ab
۱۰۰	۰	–	–	–	–	۲۱b	۲۱b

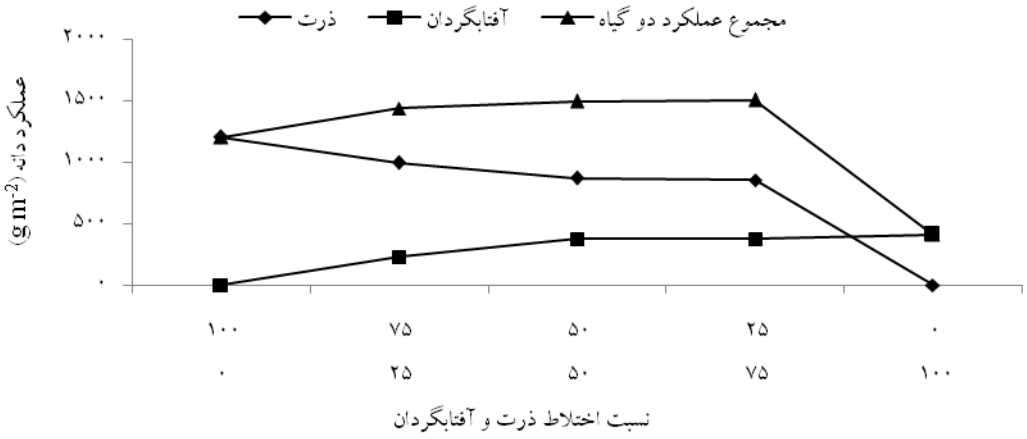
در هر ستون اعدادی که حروف غیرمشترک دارند، دارای اختلاف معنی‌دار به روش دانکن هستند (P<۰/۰۵).

بطورکلی هر قدر سهم ذرت در سیستم مخلوط بیشتر بود، عملکرد کل دانه بدست آمده نیز بالاتر بوده است، بطوریکه بالاترین عملکرد دانه در مجموع از کشت ۷۵ درصد ذرت و ۲۵ درصد آفتابگردان و پایین‌ترین آن به ۲۵ درصد ذرت و ۷۵ درصد آفتابگردان حاصل شد. لذا بدلیل اینکه عملکرد حاصل از مجموع دو محصول بیشتر از عملکرد هر کدام از نسبت‌های دو گیاه به شکل جداگانه آنها بود، در نتیجه عملکرد کل دانه در مخلوط افزایش یافته است. به عبارت دیگر در این آزمایش با توجه به شرایط آب و هوایی هرگاه هدف از کشت مخلوط دو گیاه ذرت و آفتابگردان تولید دانه آنها باشد، نتیجه مثبتی حاصل خواهد شد. این در حالی است که آزمایش‌های به عمل آمده توسط هاشمی دزفولی و همکاران (۱۱) و رحیمیان و همکاران (۴) نشان دادند که کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان هیچ گونه برتری نسبت به عملکرد دانه هر کدام در مقایسه با تک‌کشتی آنها نشان نداده است.

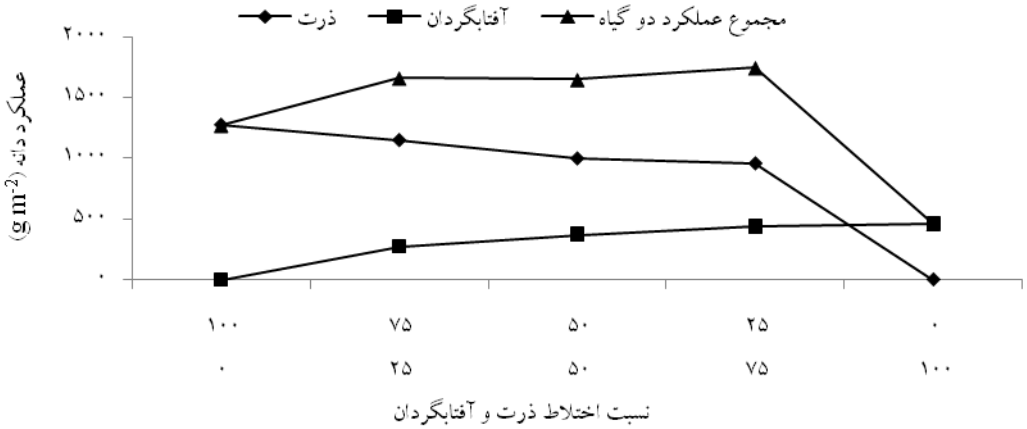
ارزیابی نسبت برابری زمین در کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان (LER)

مقادیر محاسبه شده LER بر مبنای عملکرد دانه برای نسبت‌های اختلاط و سطوح مختلف نیتروژن در جدول ۴ نشان داده شده است. مقایسه میانگین نسبت برابری زمین برای عملکرد دانه ذرت و آفتابگردان در نسبت‌های مختلف اختلاط و سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که بیشترین مقدار LER مربوط به نسبت ۲۵ درصد ذرت و ۷۵ درصد آفتابگردان به مقدار ۱/۷۰ و سطوح ۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۱/۶۰ بود، که به ترتیب حاکی از ۷۰ و ۶۰ درصد افزایش عملکرد دانه نسبت به کشت خالص می‌باشد (جدول ۴). همچنین LER در این مطالعه مشخص نمود که عملکرد دانه کشت مخلوط در تمامی تیمارها، نسبت به کشت خالص افزایش یافته است. پالو و همکاران (۱۹) در مطالعه‌ای گزارش نمودند که با زیاد شدن مقادیر نیتروژن میزان LER افزایش می‌یابد.

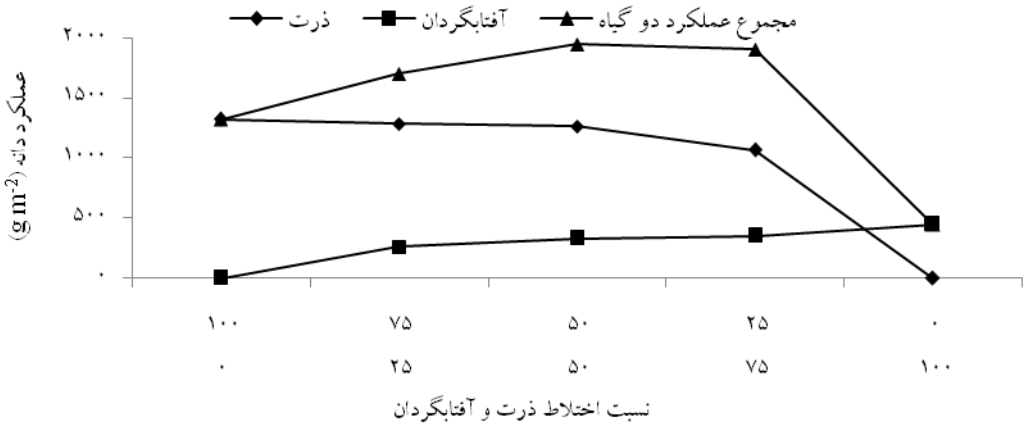
بررسی کشت خالص و مخلوط ذرت-آفتابگردان از طریق روش جایگزینی برای عملکرد دانه در اشکال ۳، ۴ و ۵ نشان داده شده است. با توجه به این شکل‌ها نتیجه می‌شود که عملکرد دانه کشت خالص گیاهان ذرت و آفتابگردان از کلیه نسبت‌های اختلاط آنها برتر بوده است. این امر را می‌توان به بالاتر بودن رقابت برون گونه‌ای نسبت به رقابت درون گونه‌ای در دو گیاه، مربوط دانست. در عین حال تولید دانه در هر دو محصول در سطوح مختلف نیتروژن از تغییرات محسوسی برخوردار بود. به همین دلیل بیشترین مجموع عملکرد دانه دو محصول به ترتیب مربوط به مقادیر کودی ۱۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. چنانکه تفاوت میان مجموع عملکرد دانه نسبت‌های اختلاط ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ (ذرت-آفتابگردان) در شرایط ۱۵۰ در مقایسه با سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب به میزان ۵/۲، ۱۷/۶ و ۱۴/۶ درصد شد. علاوه براین تفاوت همین نسبت‌ها در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نسبت به سطح ۵۰ کیلوگرم نیتروژن به ترتیب به مقدار ۶/۷، ۲/۴ و ۷/۴ درصد بود.



شکل ۳- ارزیابی عملکرد دانه ذرت و آفتابگردان در کشت خالص و مخلوط در سطح نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار به روش سری‌های جایگزینی



شکل ٤- ارزیابی عملکرد دانه ذرت و آفتابگردان در کشت خالص و مخلوط در سطح نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به روش سری‌های جایگزینی



شکل ۵- ارزیابی عملکرد دانه ذرت و آفتابگردان در کشت خالص و مخلوط در سطح نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به روش سری‌های جایگزینی

جدول٤- نسبت برابری زمین برای عملکرد دانه ذرت و آفتابگردان

کود نیتروژن / نسبت اختلاط (ذرت-آفتابگردان)	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	میانگین LER در نسبت‌های مختلف کاشت
۷۵:۲۵	۱/۶۲	۱/۷۲	۱/۵۵	۱/۶۳
۵۰:۵۰	۱/۳۰	۱/۳۰	۱/۶۰	۱/۴۰
۲۵:۷۵	۱/۷۳	۱/۷۰	۱/۷۰	۱/۷۰
میانگین LER در مقادیر مختلف کود نیتروژن	۱/۵۳	۱/۶۰	۱/۶۱	

منابع

۱- ابدالی مشهدی، ع. ۱۳۷۵. بررسی کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان در نسبت‌ها و زمانهای مختلف کاشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۲- آلیاری، ه.، م. مسگرباشی و م. شکیبا. ۱۳۷۱. تأثیر دوره‌های آبیاری و مقادیر مختلف کود ازته بر روی عملکرد دانه و برخی صفات زراعی ذرت هیبرید $S_2$46A. مجله دانش کشاورزی. ۳(۱ و ۲): ۷۰-۵۷.

۳- خواجه‌پور، م. ۱۳۷۰. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴- رحیمیان مشهدی،ح.، م. پارسا و م. حسینی. ۱۳۷۱. مطالعه عملکرد و اجزاء آن در کشت مخلوط ذرت، آفتابگردان و سویا. مجله دانش کشاورزی. ۳(۳ و ۴): ۱۴۰-۱۲۶.

۵- رحیمی، م.، د. مظاهری، ن. خدابنده و ح. حیدری شریف آباد. ۱۳۸۱. بررسی عملکرد و اجزاء ذرت و سویا در کشت مخلوط. مجله پژوهش و سازندگی. ۵۵(۲): ۵۱-۴۵.

۶- صادقی، ح. و م. بحرانی. ۱۳۸۰. تأثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای-مجله علوم زراعی ایران. ۳(۲): ۱۱-۱.

۷- مجیری،ع. و ۱. ارزانی. ۱۳۸۲. اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای آفتابگردان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۷(۲): ۸۰-۷۰.

۸- مظاهری، د. ۱۳۷۳. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران.

۹- نبوی، م. و د. مظاهری. ۱۳۷۵. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن در زراعت مخلوط ذرت و سویا. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۹(۳): ۴۶۷-۴۵۵.

۱۰- نوریانی، ح. و ق. فتحی. ۱۳۷۹. بررسی کارآیی مصرف ازت تحت شیوه‌های مختلف اعمال کود ازته روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت S.C704 در منطقه دزفول. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۱۱- هاشمی دزفولی، ا.، ع. ابدالی و ع. سیادت. ۱۳۷۹. تأثیر نسبت اختلاط و تاریخ کاشت بر روی عملکرد کمی و کیفی علوفه و دانه در کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان در منطقه اهواز. مجله علوم زراعی ایران. ۲(۲): ۱۵-۱.

12- Blamey, F. P., and J. Chapman. 1981. Protein, oil and energy yield of sunflower as affected by N and P fertilization. Agron. J. 73: 583-587.

13- Gubbels, G. H., and W. Dedio. 1986. Plant density and soil fertility on the performance of nine-oil sunflower. Canada. J. Plant Sci. 66: 801-804.

14- Gubbels, G. H., and W. Dedio. 1989. Effect of plant density and seeding date on early and late-maturing sunflower hybrids. Canada. J. Plant Sci. 69: 1251-1254.

15- Jehan Bakht; S. K., K. Ehsanullh, Z. S. Ehsanullh, and A. Qayum. 1989. Yield and yield components of maize and sunflower sown alone and in different combination under various level of nitrogen. Sarhed. J. Agric. Sci. 5: 482-490.

16- Kasem, M. M., and M. A. El-Mesillhy. 1992. Effect of rates and application treatments of nitrogen fertilizer on sunflower (*Helianthus annus* L.) II. Yield and yield components. Annals Agric. Sci. Moshtohor. 30: 665-676.

17- Massignam, A. M, S. C. Chapman, G. L. Hammer, and S. Fukai. 2005. Canopy architecture and nitrogen utilization for biomass production: the contrast between maize and sunflower. Available at: WWW. Australian Society of Agronomy.com.

18- Narayana, E., and J. C. Patel. 1988. Response of sunflower to fertilizer and water. Fertilizer News. 43: 53-57.

19- Palu, R., B. A. Kalu, J. C., Norman, and D. K. Adedzwa. 1988. N and P fertilizer use in soybean and maize mixture. J. Agron. and Crop Sci. 160: 132-140.

20- Reed. A. J., G. W. Siny Latary, J. R. Schssler, D. R. William Son, and A. L. Hristy.1988. Shading effects on dry

matter and nitrogen partitioning, kernel number and yield of maize. Crop Sci. 28: 819-825.
21- Reedy, B., and C. Betal. 1987. Effects of plants population on the performance of maize hybrids at different fertility levels in a semi-arid environment. Ind. J. of Agric. 57: 705-709.
22- Robinson, R. G. 1984. Sunflower for strip, row, and relay intercropping. Agron. J. 76:43-47.
23- Sincleir, T. R. and T. Horie. 1989. Photosynthetic and nitrogen requirements for seed production by various crop. Crop Sci. 29: 90-98.
24- Tveitnes, S., and J. K. Mcphilips. 1989. Maize yield response to nitrogen, potassium, and sulphur in fertilizers under continuous cultivation in the southern province of Zambia. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 3: 181-189.
25- Weil Ray, R., and M.E. Macfaden. 1991. Fertility and weed stress effects on performance of maize and soybean intercrop. Agron. J. 63: 717-721.