نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره۳ ، مرداد - شهریور ۱۳۸۹، ص ۴۰۲-۳۹۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 3, July – Aug. 2010, p. 393-402

# بررسی اثر ترکیب‌های مختلف کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و نخود در کشت مخلوط سریهای افزایشی

فرزین پورامیر[1*] - مهدی نصیری محلاتی [2]- علیرضا کوچکی [3]- رضا قربانی [4]

تاریخ دریافت: ۸۷/۶/۱۵
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۱۸

## چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر نسبتهای مختلف کاشت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و نخود در کشت مخلوط در سال ۱۳۸۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. طرح آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود، که از دو الگوی کاشت شامل کشت ردیفی و درهم به عنوان عامل اصلی و پنج سطح کشت شامل تک کشتی نخود، تک کشتی کنجد، ۱۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد، ۲۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد و ۳۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد به عنوان عامل فرعی تشکیل شده بود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد کنجد از مخلوط ۲۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد در آرایش کاشت ردیفی با ۱/۸ تن در هکتار و کمترین عملکرد با ۰/۷۴ تن در هکتار از نسبت ۱۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد در کشت درهم به دست آمد. محاسبه عملکرد نسبی کل (RYT) نشان داد که میزان عملکرد محصول در نسبتهای ۲۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد، ۳۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد و ۱۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد در الگوی کاشت ردیفی به ترتیب ۳۹ درصد (RYT=۱/۳۹)، ۲۸ درصد (RYT=۱/۲۸) و ۲۴ درصد (RYT=۱/۲۴) بیشتر از تک کشتی است و لذا چنین می توان استنباط کرد که در مخلوط دو گونه با نسبتهای فوق این دو گیاه از عوامل محیطی بهتر از تک کشتی استفاده کرده‌اند.

**واژه های کلیدی:** اجزای عملکرد، شاخص برداشت، عملکرد نسبی کل، نسبت‌های کاشت

## مقدمه [1]

کشاورزی پایدار تلفیقی از دانش مدیریت است که می‌تواند در بلند مدت از نظر بیولوژیکی، زیست محیطی و اقتصادی ارزش افزوده مطلوبی به همراه داشته باشد (۶). یکی از راهکارهای دستیابی به کشاورزی پایدار، افزایش تنوع از طریق به کارگیری مخلوطی از گیاهان گونه‌های مختلف، ارقام و یا ایزولاین‌های مختلف در زراعت می‌باشد (۷). در مناطق خشک و نیمه خشکی مانند ایران که آب عامل محدود کننده است، می‌توان با استفاده از نظامهای چند کشتی کارائی مصرف آب را افزایش داد (۸). فرانسیس (۱۵) معتقد است که در صورت محدود بودن آب، کشت مخلوط از نظر کارائی مصرف آب مزیت دارد. در شرایط آب و هوای خشک و نیمه خشک و شدت تشعشع بالا کشت مخلوط می‌تواند به عنوان یک راهکار به منظور حداکثر استفاده از تشعشع بالای خورشیدی و منابع کم آبی، به کار برده شود (۲۴).

به طور کلی بررسی عملکرد در سیستم‌های کشت مخلوط در گرو انتخاب گیاهان سازگار و واجد صفات مناسب برای ایجاد حداقل رقابت و حداکثر همیاری و به کارگیری عملیات زراعی مناسب (از جمله تراکم کاشت و نسبت اختلاط) می‌باشد (۱۸ و ۱۹). اختلاف در خصوصیات مورفولوژیکی گیاهان در جذب نور موثر است و تغییرات آرایش ردیف‌های یک مخلوط می‌تواند جذب نور در بین گیاهان همراه را تغییر دهد. به عنوان مثال علی (۱۲) درآزمایش خود بر روی جمعیت مخلوط گندم- نخود مشاهده کرد که با افزایش نسبت گندم، میزان نوری که به کانوپی نخود رسید کاهش یافت و در نسبت ۳:۱ میزان نور در حداقل مقدار خود بود. در این نسبت میزان نوری که به کانوپی نخود رسید ۶ درصد نور وارد شده به پوشش گیاهی بود.

بسیاری از پژوهشگران موفقیت مخلوطها را به اختلاف ارتفاع اجزای مخلوط نسبت داده‌اند (۱۳ و ۱۸). مطالعات رینولدز و همکاران (۲۳) در شرایط دیم با بارندگی سالانه نسبتا زیاد (۴۸۰ میلیمتر) در

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری، استادان و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول Email: agro_ferdowsi@yahoo.com)

مکزیک نشان داد که هنگامی که ماشک علوفه‌ای در نظام مخلوط با گندم به عنوان علوفه برداشت شد، کل ماده خشک تولیدی ۲/۵ برابر شرایطی بود که گندم به تنهایی کشت شد. در این آزمایش با در نظر گرفتن بیوماس تولیدی بوسیله تک کشتی و مخلوط، مقدار عملکرد نسبی کل برابر با ۱/۴ بود.

کوردالی و همکاران (۱۶) در بررسی کشت مخلوط جو و ماشک علوفه‌ای در شرایط دیم در سوریه در طی دو سال مشاهده کردند که عملکرد نسبی کل در کشت مخلوط در شرایطی که تنها یک برداشت و در انتهای فصل انجام شد بیشتر از یک بود. در آزمایش حسینی و همکاران (۱) کمترین میزان عملکرد ارزن علوفه‌ای در مخلوط ۲۵ درصد ارزن + ۷۵ درصد لوبیا چشم بلبلی به دست آمد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی با افزایش درصد آن در مخلوط بیشتر شد . ارزیابی کشت مخلوط سورگوم دانه‌ای و سویا نشان داد که این سیستم در کلیهٔ تیمارها موجب افزایش عملکرد نسبی کل شده و در این میان تراکم ۶۶/۷ بوته در متر مربع و نسبت اختلاط ۳۳ درصد سویا + ۶۷ درصد سورگوم باعث افزایش عملکرد تا ۳۰ درصد شد. مظاهری (۹ ) از ترکیب ۷۵ درصد ذرت و ۲۵ درصد لوبیا، نسبت به تک کشتی این دو گونه ۱۶ درصد اضافه محصول تولید نمود. آلن و ابورا (۱۳) کشت مخلوط ذرت و سویا و همچنین ذرت و لوبیا چشم بلبلی را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی ۲۷ تا ۳۲ درصد نست به کشت خالص هر کدام برتری عملکرد نشان داد.

این مطالعه به منظور بررسی پتانسیل تولید سیستم‌های کشت مخلوط کنجد-نخود تحت الگوی کاشت افزایشی در شرایط آبی در مشهد، اجرا گردید.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد ( عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی، ارتفاع از سطح دریا، ۹۸۵ متر) انجام شد. آزمایش در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوکهای کامل تصادفی با دو فاکتور اصلی شامل فاکتور A (روش کاشت) که از دو سطحa1 (کشت به صورت ردیفی) و a2 (کشت درهم) و فاکتورB (الگوی کاشت افزایشی) که شامل پنج سطح b1 (تک کشتی کنجد)، b2 (۱۰۰٪ کنجد+ ۱۰٪ نخود)، b3 (۱۰۰٪ کنجد +۲۰٪ نخود)، b4 (۱۰۰٪ کنجد+۳۰٪ نخود) و b5 (تک کشتی نخود) بود در سه تکرار اجرا گردید.

برای نخود از ژنوتیپ ILC482 و برای کنجد از رقم اکتان استفاده شد. عملیات آماده سازی زمین در اوایل اردیبهشت ماه انجام شد و کاشت هر دو گیاه به طور همزمان در تاریخ یکم اردیبهشت ماه به صورت خشکه کاری صورت گرفت. در تک کشتی ردیفی نخود و کنجد فواصل بین ردیفهای کاشت ۴۰ سانتی‌متر و فواصل بوته‌های نخود روی ردیف ۷ و کنجد ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، در نتیجه تراکم نهایی در کشت خالص برای نخود ۳۶۰ هزار و برای کنجد ۵۰۰ هزار بوته در هکتار بدست آمد. در نسبت‌های افزایشی ردیفی فواصل بین ردیفهای کاشت ۴۰ سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها روی ردیف در نسبت ۱۰-۱۰۰ برای کنجد ۴/۳ سانتی‌متر و نخود ۸/۵ سانتیمتر بود. این فواصل برای نسبتهای۲۰-۱۰۰ و ۳۰-۱۰۰ به ترتیب عبارت بود از ۳/۷ ، ۸/۵ و ۳/۷، ۵/۷ سانتی متر. دلیل تفاوت در فواصل بوته‌ها در نسبت‌های مختلف هم این است که در نسبت ۱۰-۱۰۰، ده درصد تراکم مطلوب نخود یعنی ۳/۶ بوته در متر مربع به صورت یک ردیف در بین۷ ردیف کنجد قرار داشت ولی در نسبتهای ۲۰-۱۰۰ و ۳۰-۱۰۰، به ترتیب ۲۰ و ۳۰ درصد تراکم مطلوب نخود در دو ردیف بین ۶ ردیف کنجد قرار داشتند.

در عملیات کاشت برای کشت ردیفی، بذرهای نخود و کنجد هر دو به صورت کپه‌ای و به ترتیب در عمق‌های ۴-۲ و ۳-۱ سانتی‌متری کشت شدند، ولی در کشت درهم ابتدا بذور کنجد به اندازه تراکم مورد نیاز با مقدار مناسبی از ماسه مخلوط شده و سپس در داخل کرت به وسیله دست پاشیده شد و پس از آن بذرهای نخود نیز در داخل کرت پخش شده و بوسیله فوکای دستی در عمق مناسب قرار داده شدند. اولین آبیاری یک روز پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی هر هشت روز یک بار صورت گرفت. در طول فصل رشد از هیچ گونه کود و یا سموم شیمیایی استفاده نگردید و عملیات کنترل علفهای هرز به صورت دستی انجام گرفت. ۵۱ روز پس از کاشت تا اوایل رسیدگی، هر دو هفته یک بار نمونه‌های تصادفی با کوادراتی به ابعاد ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر از هر کرت جمع آوری شده و جهت محاسبه تغییرات سطح برگ و وزن خشک، به آزمایشگاه منتقل گردید. برای اندازه گیری سطح برگ ازدستگاه سطح برگ سنج (مدل Licor) استفاده شد و جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در پایان فصل رشد بوته‌های نیمه دیگر کرت جهت محاسبه عملکرد و اجزای عملکرد مورد استفاده قرار گرفت. در پایان داده‌ها توسط نرم افزار MSTATC آنالیز و سپس توسط آزمون LSD مقایسه میانگین شدند و برای ارزیابی مخلوط نیز از شاخص عملکرد نسبی کل (RYT) طبق معادله زیر استفاده گردید.

$$RYT = RY_i + RY_j$$

$RY_i$ = عملکرد گونه i در مخلوط

$RY_j$ = عملکرد گونه j در مخلوط

## نتایج و بحث

### عملکرد اقتصادی، بیولوژیک و شاخص برداشت نخود در مخلوط

مطابق جدول۱ بین روشهای کاشت و نسبتهای کاشت از نظر عملکرد اقتصادی و بیولوژیک اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. در بین روشهای کاشت، کشت ردیفی به ترتیب با ۱/۵۳ و ۰/۶۷ تن در هکتار، عملکرد بیولوژیک و اقتصادی بیشتری نسبت به کشت درهم داشت (جدول۲). احتمالا گیاهان نخود در الگوی کاشت ردیفی به دلیل استفاده بهتر از منابع و رقابت کمتر با یکدیگر توانسته‌اند رشد بهتری داشته باشند. این موضوع در شکل۱ به خوبی قابل مشاهده می‌باشد. مطابق این شکل افزایش قابل توجه سطح برگ در الگوی کاشت ردیفی نسبت به درهم باعث پوشش بیشتر سطح خاک و در نتیجه افزایش جذب تشعشع در این الگوی کاشت نسبت به کاشت درهم شده که این عامل باعث رشد بهتر گیاهان در این الگوی کاشت نسبت به کشت درهم شده است.

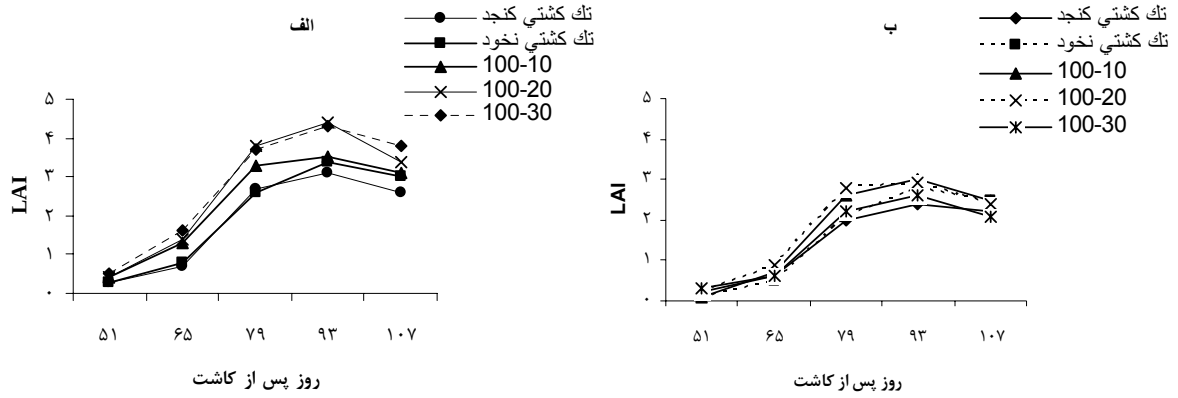
در بین نسبتهای کاشت از نظر عملکرد بیولوژیک و اقتصادی اختلاف معنی‌دار بود. در بین نسبتهای کاشت تیمار تک کشتی نخود دارای بیشترین و تیمار ۱۰٪ نخود+۱۰۰٪ کنجد دارای کمترین عملکرد بیولوژیک و اقتصادی بودند، که به دلیل اختلاف زیاد در تراکم بوته‌های نخود در این دو تیمار نسبت به یکدیگر منطقی به نظر می‌رسد. در بین اثرات متقابل کمترین عملکرد بیولوژیک و اقتصادی مربوط به نسبت ۱۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد در آرایش کاشت درهم بود (جدول۱). که این نشان دهنده این است که هرچقدر که نسبت نخود در مخلوط کاهش می‌یابد و الگوی کاشت از ردیفی به درهم تغییر می‌یابد عملکرد کاهش می‌یابد.

**جدول ۱- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در نخود**

| منابع تغییر | درجه آزادی | بیوماس | عملکرد | شاخص برداشت | وزن هزار دانه | تعداد دانه در غلاف | تعداد غلاف در بوته | تعدادشاخه در بوته | Lc | RYT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۲ | ۶۷۳۵۴ | ۱۲۶۷۴ | ۰/۲۱ | ۸/۷۰ | ۰/۰۱ | ۵/۵۲ | ۰/۲۲ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۲ |
| الگوی کاشت | ۱ | ۲۶۸۳۳۵۹** | ۴۸۴۷۸۸** | ۰/۳۴ns | ۵۳/۴۰ns | ۰/۱۶ns | ۴۶۹/۹۳** | ۰/۰۱ns | ۰/۰۱۱** | ۰/۲۲* |
| خطا | ۲ | ۱۳۵ | ۵۴۹ | ۳/۱۱ | ۱۱۴/۷۱ | ۰/۰۵ | ۰/۶۵ | ۰/۴۰ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۱ns |
| نسبت‌های کاشت | ۳ | ۱۳۰۶۲۲۱۲** | ۲۵۹۶۵۷۴** | ۱۸/۶۷** | ۹۲/۲۶ns | ۰/۰۹* | ۵۴/۰۳** | ۰/۲۰ns | ۱/۱۷۲** | ۰/۰۵ns |
| الگوی‌کاشت× نسبت کاشت | ۳ | ۴۶۱۷۱۳** | ۹۵۹۵۶** | ۲/۸۴ns | ۴۰۴/۰۴** | ۰/۰۴ns | ۱۹/۸۰ns | ۰/۳۲ns | ۰/۰۰۲* | ۰/۰۷ns |
| خطا | ۱۲ | ۳۷۷۳۹ | ۶۰۴۱ | ۲/۸۶ | ۷۵/۶۲ | ۰/۰۲ | ۱۰/۷۷ | ۰/۱۳ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱ns |

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵ و p<۰/۰۱ ، ns غیرمعنی‌دار

Lc: عملکرد نسبی نخود




**شکل۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ (LAI) تیمارهای آزمایش الف- کشت ردیفی و ب- کشت درهم. ۱۰-۱۰۰( ۱۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد)، ۲۰-۱۰۰ (۲۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد) و ۳۰-۱۰۰ (۳۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد)**

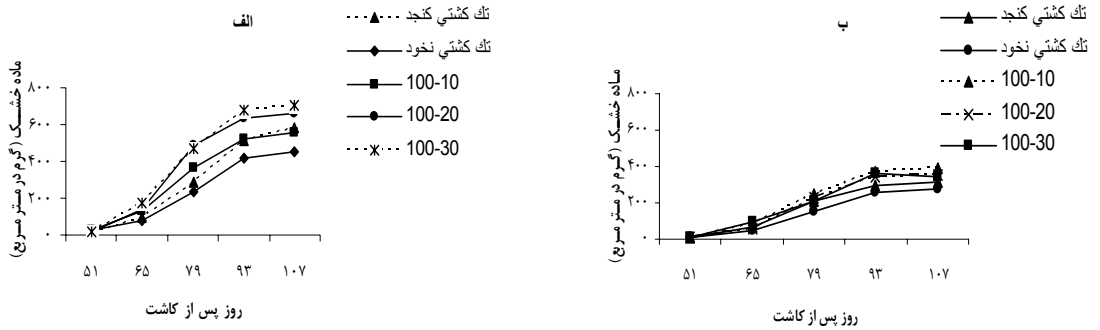
**جدول ۲- مقادیر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در کشت مخلوط**

| | بیوماس (تن در هکتار) | عملکرد ( تن در هکتار ) | شاخص برداشت | وزن هزار دانه(گرم) | تعداد دانه در غلاف | تعداد غلاف در بوته | تعداد شاخه در بوته |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نوع کشت | | | | | | | |
| ردیفی | ۱/۵۳ a | ۰/۶۵ a | ۴۱a | ۲۲۲/۰a | ۱/۱a | ۱۹/۳ a | ۳/۲a |
| درهم | ۰/۸۶ b | ۰/۳۷ b | ۴۱/۶a | ۲۱۹/۰a | ۱/۰a | ۱۰/ ۵ b | ۳/۳a |
| نسبت های کاشت | | | | | | | |
| ۱۰۰-۰ | ۳/۳۹ a | ۱/۴۹ a | ۴۴/۰ a | ۲۱۵/۴a | ۱/۲ a | ۱۹/۰ a | ۳/۲a |
| ۱۰۰-۱۰ | ۰/۲۵ c | ۰/۱۰ c | ۴۰/۶ b | ۲۲۳/۹a | ۰/۹ b | ۱۵/۱ ab | ۳/۱a |
| ۱۰۰-۲۰ | ۰/۴۶ bc | ۰/۱۹ bc | ۴۱/۵ ab | ۲۲۳/۳a | ۱/۱ a | ۱۳/۴ ab | ۳/۵a |
| ۱۰۰-۳۰ | ۰/۶۸ b | ۰/۲۷ b | ۴۰/۱ b | ۲۱۹/۴a | ۱/۱ a | ۱۲/۱ b | ۳/۲a |
| اثر متقابل | | | | | | | |
| ردیفی | | | | | | | |
| ۱۰۰-۰ | ۴/۱۲ a | ۱/۸۲ a | ۴۴/۲a | ۲۱۲/۳b | ۱/۲a | ۲۳/۵a | ۳/۲a |
| ۱۰۰-۱۰ | ۰/۳۴de | ۰/۱۳de | ۳۹/۸a | ۲۲۷/۰ab | ۱/۰a | ۱۸/۴a | ۳/۳a |
| ۱۰۰-۲۰ | ۰/۶۸ cd | ۰/۲۸cd | ۴۲/۲a | ۲۳۵/۶a | ۱/۱a | ۲۰/۴a | ۳/۷a |
| ۱۰۰-۳۰ | ۰/۹۸ c | ۰/۳۸c | ۳۹/۵ a | ۲۱۳/۱b | ۱/a | ۱۵/۰a | ۲/۸a |
| درهم | | | | | | | |
| ۱۰۰-۰ | ۲/۶۶b | ۱/۱۷b | ۴۳/۹a | ۲۲۰/۸ab | ۱/۲a | ۱۴/۵a | ۳/۲a |
| ۱۰۰-۱۰ | ۰/۱۶ e | e۰/۰۶ | ۴۱/۳a | ۲۲۰/۸ab | ۰/۸a | ۱۱/۷a | ۳/۰a |
| ۱۰۰-۲۰ | ۰/۲۴de | ۰/۰۹de | ۴۰/۷a | ۲۱۱/۰b | ۱/۱a | ۶/۵a | ۳/۴a |
| ۱۰۰-۳۰ | ۰/۳۹de | ۰/۱۶de | ۴۰/۶a | ۲۲۵/۷ab | ۰/۹a | ۹/۲a | ۳/۶a |

در هر ستون و برای هر صفت میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون lsd اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

صدر آبادی حقیقی (۳) در آزمایشی که به منظور بررسی اثر آبیاری تکمیلی و کشت تداخلی گندم با ماشک گل‌خوشه‌ای در یک سیستم کم نهاده انجام دادند گزارش کردند که کاهش عملکرد ماشک گل خوشه‌ای در مخلوط ناشی از قدرت رقابت کمتر آن در مقایسه با گندم بود. در کشت غلات - بقولات در صورتی که بذر بقولات کمتر از ۷۵٪ باشد عملکرد بقولات بوسیله رقابت از طرف غله متوقف می شود.به عنوان مثال مورای و سوانسن (۱۷) گزارش کردند که عملکرد نخود زمستانه در مخلوط با ۲۵٪ گندم برابر یا ۲۷٪ بیشتر از کشت خالص بود و در مخلوط با ۵۰٪ گندم عملکرد دانه نخود با کشت خالص تفاوتی نداشت. کوردالی و همکاران (۱۶) تولید ماده خشک کمتر توسط ماشک علوفه‌ای در مخلوط جو- ماشک علوفه‌ای را به سایه دهی توسط جو نسبت دادند.

در بین روش‌های کاشت و اثرات متقابل از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی نسبتهای کاشت از این نظر با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول۱).




**شکل۲- روند تغییرات ماده خشک دو گیاه در تیمارهای آزمایش. الف- کشت ردیفی و ب- کشت درهم. ۱۰-۱۰۰ ( ۱۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد)، ۲۰-۱۰۰ (۲۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد) و ۳۰-۱۰۰ (۳۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد)**

باوجود این که عملکرد در الگوی کاشت ردیفی بیشتر از کشت درهم بود، ولی شاخص برداشت آن بیشتر از کشت درهم نبود و حتی به مقدار جزئی کمتر از آن بود که احتمالا دلیل آن افزایش بیشتر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد اقتصادی در الگوی کاشت ردیفی بوده است، اما در بین نسبتهای کشت، تک کشتی نخود با ۴۴/۰۷ درصد بیشترین و نسبت ۳۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد با ۴۰/۱ درصد کمترین شاخص برداشت نخود را داشتند. احتمالا پایین بودن شاخص برداشت نخود در نسبت‌های ۱۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد، ۲۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد و ۳۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد نسبت به تک کشتی نخود به دلیل سایه اندازی زیاد بوته‌های کنجد بر روی گیاهان نخود در این تیمارها نسبت به تک کشتی نخود می‌باشد که باعث شده است که بوته‌های نخود در این تیمارها قسمت بیشتر مواد فتوسنتزی خود را به اندامهای رویشی برای رشد بیشتر و رقابت با بوته‌های کنجد اختصاص دهند و به این دلیل شاخص برداشت آنها کاهش یابد.

### اجزای عملکرد نخود در مخلوط

**تعداد شاخه در بوته:** از نظر تعداد شاخه در بوته روشهای کاشت، نسبتهای کاشت و همچنین اثرات متقابل اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول۱). احتمالا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین بوته‌های نخود در تک کشتی با سایر نسبت‌ها با وجود سایه اندازی زیاد کنجد بر روی گیاهان نخود در نسبتهای ۱۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد، ۲۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد و ۳۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد به دلیل فواصل روی ردیف بیشتر این گیاهان در این نسبتها در مقایسه با تک کشتی باشد که فضا را برای رقابت کمتر و رشد بیشتر و در نتیجه افزایش شاخه‌دهی گیاهان نخود در این نسبتها در مقایسه با تک کشتی باز گذاشته است. در بین اثرات متقابل نیز هر چند اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد شاخه در بوته مشاهده نشد، ولی با تغییر الگوی کاشت از ردیفی به درهم افزایش جزئی در تعداد شاخه در بوته مشاهده شد.

**تعداد غلاف در بوته:** بین روشها و نسبتهای کاشت از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، ولی در اثر متقابل آنها این اختلاف معنی‌دار را نشان نداد (جدول۱). با توجه به سطح برگ بالا و تولید ماده خشک و عملکرد بیشتر در کشت ردیفی در مقایسه با کشت درهم (شکل‌های۱و۲) و تولید شاخه کمتر در بوته در این الگوی کاشت نسبت به کشت ردیفی انتظار می‌رود گیاهان نخود در این الگوی کشت ماده خشک خود را در جهت افزایش اجزای عملکر خصوصا تعداد غلاف در گیاه سرمایه‌گذاری کرده باشند، که همین عامل باعث افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در کشت ردیفی در مقایسه با کشت درهم شده است (جدول۲). در بین نسبتهای کاشت نیز هرچقدر بر نسبت نخود در مخلوط افزوده شده است به دلیل کمتر شدن فواصل بوته‌های نخود روی ردیفهای کاشت، رقابت درون گونه‌ای برای کسب منابع افزایش یافته و در نتیجه کمبود منابع موثر در رشد و در نتیجه کمبود مواد فتوسنتزی و اختصاص این مواد به رشد رویشی به منظور باقی ماندن در رقابت باعث کاهش اجزای عملکرد خصوصا تعداد غلاف در گیاه شده است.

در آزمایشی که رحیمی و همکاران (۲) بر روی کشت مخلوط ذرت و سویا انجام دادند بیشترین تعداد غلاف در گیاه در کشت خالص و کمترین آن در کشت مخلوط با نسبت ۲۵٪ سویا + ۷۵٪ ذرت بدست آمد. این محققان گزارش کردند که کاهش تعداد غلاف سویا احتمالا به دلیل سایه اندازی ذرت روی سویا و رقابت برای نور در طول دوره رشد بویژه دوره رشد زایشی سویا می‌باشد. تراکم زیاد باعث نفوذ طول موجهای پر انرژی مانند امواج آبی به داخل کانوپی گیاه شده و باعث کاهش گلدهی و در نهایت کاهش تعداد غلاف سویا می‌شود (۲).

**تعداد دانه در غلاف:** تعداد دانه در غلاف فقط در بین نسبتهای کاشت معنی‌دار شد (جدول۱). در واقع تعداد دانه در غلاف مانند وزن هزار دانه از اجزای عملکردی هستند که کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند، به همین دلیل تک کشتی نخود که دارای بیشترین تعداد دانه در غلاف بود از نظر وزن هزار دانه دارای کمترین مقدار بود. در مطالعه‌ای که نوروززاده (۱۱) بر روی اثر تراکم بوته بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دو ژنوتیپ نخود انجام داد بیان داشت که تعداد دانه در غلاف باثبات ترین جزء عملکرد می‌باشد.

**وزن هزار دانه نخود:** در بین تیمارهای آزمایش فقط اثر متقابل روش کاشت × نسبت کاشت از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول۱). در بین اثرات متقابل، نسبت‌های ۱۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد و ۲۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد در کشت ردیفی دارای بیشترین مقدار وزن هزار دانه بودند و تک کشتی نخود در کشت ردیفی و نسبت ۲۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد در کشت درهم دارای کمترین مقدار وزن هزار دانه بودند. مطابق جدول۲ هر چند اختلاف در وزن هزار دانه نخود در دو الگوی کاشت درهم و ردیفی با یکدیگر معنی‌دار نبود، ولی وقتی الگوی کاشت از ردیفی به درهم تغییر یافت همه اجزای عملکرد در نخود کاهش یافتند که این کاهش را می توان با کاهش رشد و تولید ماده خشک در کشت درهم از طریق کاهش سطح برگ (شکلهای۱ و ۲) در این الگوی کاشت در مقایسه با کشت ردیفی توجیه کرد.

### عملکرد اقتصادی، بیولوژیک و شاخص برداشت کنجد در مخلوط

در بین روشهای کاشت از نظر عملکرد اقتصادی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، ولی این اختلاف برای نسبتهای کاشت و اثر متقابل روش کاشت × نسبت کاشت معنی‌دار نشد (جدول۳).

**جدول ۳- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در کنجد**

| منابع تغییر | درجه آزادی | بیوماس | عملکرد | شاخص برداشت | وزن هزار دانه | تعداد دانه در کپسول | تعداد کپسول در بوته | تعداد شاخه در بوته | Ls | RYT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۲ | ۲۷۵۲۵۰ | ۳۴۰۱/۷۹ | ۰/۷۱ | ۰/۰۱ | ۵/۵۱ | ۶/۷۰ | ۰/۱۶ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ |
| الگوی کاشت | ۱ | ۳۶۸۱۰۶۹۷** | ۳۶۱۲۲۸۰** | ۱۷/۰۳ns | ۱/۷۲** | ۱۵/۲۰ns | ۱۵۵/۰۴* | ۰/۰۱ns | ۰/۱۸** | ۰/۲۲* |
| خطا | ۲ | ۵۵۲۶۹۵ | ۳۲۳۱۱/۷۹ | ۵/۹۸ | ۰/۰۱ | ۹/۹۴ | ۹/۹۶ | ۰/۰۵ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ns |
| نسبت‌های کاشت | ۳ | ۲۱۱۳۰۷۵** | ۱۸۰۴۵/۷۰ns | ۲/۶۰ ns | ۰/۲۱** | ۵۰/۰۳* | ۴/۷۸ns | ۲/۱۰** | ۰/۰۱ns | ۰/۰۵ns |
| الگوی‌کاشت× نسبت کاشت | ۳ | ۱۸۰۲۹۹۳** | ۸۰۲۹۷/۳۷ns | ۲/۱۹ ns | ۰/۱۲** | ۹۰/۲۹ns | ۵/۵۶* | ۰/۷۳* | ۰/۰۵* | ۰/۰۷ns |
| خطا | ۱۲ | ۳۲۱۵۶۰ | ۲۴۵۶۴/۲۹ | ۲/۲۰ | ۰/۰۱ | ۱۹/۸۸ | ۹/۳۱ | ۰/۲۵ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ns |

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح p<۰/۰۵ و p<۰/۰۱ ، ns غیرمعنی‌دار

Ls: عملکرد نسبی کنجد

**جدول ٤- مقادیر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد در کشت مخلوط**

| | بیوماس (تن در هکتار) | عملکرد (تن در هکتار) | شاخص برداشت | وزن هزار دانه(گرم) | تعداد دانه در کپسول | تعداد کپسول در بوته | تعداد شاخه در بوته |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نوع کشت(A) | | | | | | | |
| ردیفی(a1) | ۵/۴۹ a | ۱/۶۲ a | ۲۸/۳ a | ۳/۲۷ a | ۴۲/۹ a | ۲۰/۰a | ۲/۶a |
| درهم(a2) | ۳/۰۱ b | ۰/۸۴ b | ۲۶/۶ a | ۲/۹۳ b | ۵۱/۵ a | ۱۴/۹ b | ۲/۴ a |
| نسبت‌های کاشت(B) | | | | | | | |
| (b1)۱۰۰–۰ | ۳/۳۹ b | ۱/۱۶ a | ۲۷/۳ a | ۳/۳۰ a | ۴۸/۰ c | ۱۸/۹ a | ۳/۱ a |
| (b2)۱۰۰–۱۰ | ۴/۳۳ ab | ۱/۲۲ a | ۲۸/۴ a | ۳/۰۸ ab | ۵۴/۰ b | ۱۸/۲ a | ۲/۵ ab |
| (b3)۱۰۰–۲۰ | ۴/۷۴ a | ۱/۳۰ a | ۲۷/۲ a | ۳/۱۸ ab | ۵۹/۸ a | ۱۷/۵ a | ۲/۱ b |
| (b4)۱۰۰–۳۰ | ۴/۵۳ a | ۱/۲۴ a | ۲۶/۹ a | ۲/۸۵ b | ۵۵/۹ b | ۱۶/۲ a | ۲/۲ b |
| اثر متقابل | | | | | | | |
| ردیفی(a1) | | | | | | | |
| (b1)۱۰۰–۰ | ۴/ ۱۲ bc | ۱/۴۴a | ۲۷/۹ a | ۳/۴۰a | ۴۷/۴ a | ۲۱/۵a | ۳/۳ a |
| (b2)۱۰۰–۱۰ | ۵/۱۳ab | ۱/۷۰a | ۳۰/۲a | ۳/۵۱ a | ۵۱/۴ a | ۱۹/۰ab | ۲/۴b |
| (b3)۱۰۰–۲۰ | ۶/۴۸ a | ۱/۸۰ a | ۲۷/۸ a | ۳/۳۸ a | a۵۳/۳ | ۲۰/۴ab | ۲/۷ ab |
| (b4)۱۰۰–۳۰ | ۶/۲۱ a | ۱/۵۵ a | ۲۷/۴a | ۳/۱۹ b | ۵۲/۵ a | ۱۸/۱bc | ۲/۵a |
| درهم(a2) | | | | | | | |
| (b1)۱۰۰–۰ | ۲/۶۶ d | ۰/۸۹۳a | ۲۶/۷a | ۳/۲۰ b | ۴۹/۶ a | ۱۶/۴c | ۳/۲a |
| (b2)۱۰۰–۱۰ | ۳/۵۳cd | ۰/۷۴۸a | ۲۶/۷a | ۲/۶۵ d | a۴۶/۶ | ۱۶/۴c | ۲/۸ ab |
| (b3)۱۰۰–۲۰ | ۲/۹۹cd | ۰/۸۰۲a | ۲۶/۷a | ۲/۹۷ c | ۵۰/۳ a | ۱۴/۶cd | ۲/۰ bc |
| (b4)۱۰۰–۳۰ | ۲/۸۵cd | ۰/۹۴۸a | ۲۶/۴a | ۲/۵۱ d | ۵۱/۴a | ۱۴/۳cd | ۲/۲ bc |

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون lsd اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند

نتایج نشان داد که اختلاف دو آرایش کاشت از نظر عملکرد اقتصادی بسیار زیاد می‌باشد (جدول۴)، تنها دلیلی که برای این اختلاف زیاد می‌توان ذکر کرد شرایط بد بستر کاشت (سله بستن خاک) و عدم وجود آرایش فضایی مناسب برای گیاهان در کشت درهم می‌باشد. بذرهای کنجد در آرایش کاشت درهم در مرحله جوانه زنی با سله سخت بستر کاشت مواجه شدند و همین عامل باعث افزایش تولید گیاهچه‌های ضعیف شد که در مراحل بعدی رشد نیز ضعف درآبیاری مناسب زمین به دلیل عدم وجود جوی و پشته و در

نتیجه پخش نامساوی آب در قسمتهای مختلف کرت در این روش کاشت باعث عدم رشد کامل و مناسب گیاهان کنجد شده که این عامل باعث کاهش شدید شاخص سطح برگ (شکل۱) و در نتیجه کاهش تولید ماده خشک (شکل۲) و عملکرد در این نوع کشت نسبت به کشت ردیفی شد. در بین اثرات متقابل اگر چه اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد اقتصادی وجود نداشت، ولی با تغییر الگوی کاشت از درهم به ردیفی بر عملکرد اقتصادی افزوده شد، که دلیل آن نیز می‌تواند شرایط بد رشد در الگوی کاشت درهم نسبت به کشت ردیفی باشد. در تحقیقی که بر روی کشت مخلوط نخود فرنگی و جو صورت گرفت، مشاهده شد که عملکرد مخلوط به مراتب بالاتر از کشت خالص هر کدام از آنها بود و کارایی کشت مخلوط در استفاده از منابع ۳۸-۲۵ درصد بیشتر از کشت خالص بود (۲۱).

از نظر عملکرد بیولوژیک بین روش و نسبتهای کاشت و همچنین اثر متقابل آنها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول۳). در بین نسبتهای کاشت هرچه به تراکم نخود در بین ردیف‌های کنجد افزوده شد بر عملکرد بیولوژیک کنجد نیز افزوده شد که احتمالا گیاه کنجد از طریق استفاده بهتر از نور و دیگر منابع محیطی در مخلوط نسبت به تک کشتی توانسته است تولید ماده خشک خود را افزایش دهد. چن و همکاران (۱۴) درآزمایشی که بر روی کشت مخلوط جو و نخود انجام دادند مشاهده کردند که کشت مخلوط نیاز کودی به نیتروژن را کاهش داده و عملکرد بیوماس بالاتر و عملکرد نسبی کل بیشتری در مقایسه با تک کشتی ایجاد می‌کند. در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط ذرت و سویا انجام شد عملکرد ذرت در تمامی نسبتهای کاشت در مخلوط بیشتر از تک کشتی ذرت بود (۲). این محققان دلیل افزایش عملکرد ذرت در مخلوط نسبت به تک کشتی را استفاده بهتر از نور، مواد غذایی، آب و در نهایت آسیمیلاسیون بالاتر نسبت به تک کشتی ذرت عنوان کردند.

شاخص برداشت برای هیچ‌کدام از روشها و نسبت‌های کاشت و همچنین اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول۳). در واقع دلیل عدم معنی‌داری شاخص برداشت بین دو روش کاشت با وجود عملکرد بسیار بالا در کشت ردیفی نسبت به کشت درهم را می‌توان به افزایش عملکرد بیولوژیک در کشت ردیفی نسبت داد که متناسب با افزایش عملکرد افزایش یافته است. در بین اثرات متقابل نیز با وجود عدم اثر متقابل معنی‌دار از نظر شاخص برداشت با افزایش درصد نخود در مخلوط و تغییر الگوی کشت از درهم به ردیفی کاهش جزئی در شاخص برداشت کنجد دیده شد، به طوری که نسبت ۱۰٪ نخود+۱۰۰٪کنجد در آرایش کاشت ردیفی با ۳۰/۲ درصد بالاترین و نسبت ۳۰٪ نخود+۱۰۰٪ کنجد در آرایش کشت درهم با ۲۶/۴ درصد کمترین شاخص برداشت کنجد را دارا بودند (جدول۴).

**اجزای عملکرد کنجد در مخلوط**

**تعداد شاخه در بوته:** دو الگوی کشت اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد شاخه در گیاه با یکدیگر نداشتند، ولی بین نسبت‌های کاشت و اثر متقابل روش کاشت × نسبت کشت از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول۳). در بین نسبت‌های کاشت تک کشتی کنجد با ۳/۲ شاخه در بوته بیشترین تعداد شاخه را داشت که احتمالا دلیل آن می‌تواند فضای اشغال شده بیشتر توسط بوته‌های کنجد در تک کشتی در مقایسه با بقیه نسبت‌ها باشد، زیرا در تک کشتی کنجد تراکم هر کرت آزمایشی در ۸ ردیف قرار گرفته بودند، ولی در نسبت ۱۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد در ۷ و در نسبتهای ۲۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد و ۳۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد همان تراکم کنجد در ۶ ردیف کاشت قرار گرفتند که احتمالا همین عامل باعث رقابت کمتر بوته‌های کنجد در روی ردیف‌های تک کشتی شده و در نتیجه گیاهان کنجد در این نسبت کاشت از منابع و شرایط محیطی بهتر استفاده کرده و اجزای عملکرد خود را بهتر گسترش داده‌اند (جدول۴). تعداد شاخه در گیاه عامل بسیار مهمی در عملکرد کنجد است که تحت تاثیر تراکم قرار می‌گیرد. در آزمایشی که غفلتی (۴) بر روی چهار رقم کنجد انجام داد مشاهده کرد که با افزایش تراکم، تعداد شاخه‌های فرعی از ۷/۷۵ به ۳ شاخه فرعی در هر گیاه کاهش پیدا کرد و با افزایش تراکم به میزان ۳/۵ برابر، تعداد شاخه‌های فرعی ۲/۵۸ برابر کاهش یافت. به نظر می‌رسد در تراکم بالا میزان نور دریافتی توسط هر گیاه کاهش یافته و در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری در هر گیاه تولید می‌شود، بنابراین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد شاخه‌های فرعی وجود ندارد. کنجد از جمله گیاهانی است که قادر است تراکم خود را با شاخه‌دهی بیشتر جبران کند، یعنی در دامنه وسیعی از تغییرات تراکم سعی می‌کند تا با ایجاد شاخه‌های فرعی بیشتر مانع از کاهش قابل توجه عملکرد در واحد سطح، ناشی از کاهش تراکم شود. در بین اثرات متقابل نیز همین موضوع صدق کرد و گیاهان کنجد تک کشتی در هر دو الگوی کشت درهم و ردیفی دارای بیشترین تعداد شاخه در بوته بودند.

**تعداد کپسول در بوته:** تعداد کپسول در بوته در بین دو الگوی کشت و همچنین اثر متقابل الگوی کشت × نسبت کاشت اختلاف معنی‌داری داشت، ولی برای نسبت‌های کاشت معنی‌دار نشد (جدول۳). احتمالا سطح برگ بالا (شکل۱) و تولید مواد فتوسنتزی و ماده خشک بیشتر (شکل۲) در کنجد در الگوی کشت ردیفی باعث شده است که این گیاهان مواد فتوسنتزی بیشتری را به منظور تولید کپسولهای بیشتر در گیاه اختصاص دهند و از این طریق عملکرد خود را بالا ببرند. قادری (۵) در آزمایشی که بر روی دو رقم ویلیامز و هابیت با نسبت ۱:۱ با فواصل بین ردیف ۲۵ و ۵۵ سانتی‌متری و تراکم‌های ۴۵ و ۶۰ بوته در متر مربع انجام داد، به این نتیجه رسید

که در مواردی که از روش مخلوط ردیفی استفاده شد عملکرد در مجموع نسبت به کشت خالص افزایش پیدا کرد، ولی در کشت مخلوط درهم به علت شروع رقابت زودتر بین ارقام، اکثر اجزای عملکرد دو رقم به غیر از متوسط وزن هزار دانه در رقم ویلیامز کاهش یافت.

در بین اثرات متقابل نیز با افزایش ردیف‌های نخود و کاهش ردیف‌های کنجد با ثابت ماندن تراکم، از تعداد کپسول در هر بوته کاسته شد که این کاهش جزئی بوده و غیر معنی‌دار بود (جدول۴). با تغییر الگوی کشت از ردیفی به درهم نیز از تعداد کپسول در بوته کاسته شد که مهمترین دلیل آن سطح برگ پایین و عدم تولید مواد فتوسنتزی کافی برای تشکیل تعداد کپسول زیاد می‌باشد (شکل۲).

**تعداد دانه در کپسول:** از نظر تعداد دانه در کپسول بین الگوهای کشت و همچنین اثر متقابل الگوی کشت × نسبت‌های کشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی این اختلاف برای نسبتهای کشت معنی‌دار بود (جدول۳). در بین نسبتهای کشت هر چه تراکم نخود در مخلوط زیادتر شد بر تعداد دانه در کپسول کنجد افزوده شد که احتمالا دلیل آن می‌تواند کاهش جزئی در تعداد کپسولهای هر بوته کنجد با افزایش تراکم کنجد در روی ردیفهای کشت از طریق افزایش درصد نخود به تراکم باشد، از طرفی به دلیل این که معمولا اجزای عملکرد برای متعادل کردن تولید با یکدیگر در تعادل می‌باشند احتمالا بوته‌هایی که تعداد کپسول کمتری داشتند قسمت اعظم مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید دانه‌های بیشتر در کپسول کردند.

**وزن هزار دانه:** وزن هزار دانه بین هر دو الگوی کشت، نسبت-های کشت و همچنین اثر متقابل آنها معنی‌دار شد (جدول۳). در بین دو الگوی کشت، کشت ردیفی با ۳/۲۷ گرم وزن هزار دانه بیشتری نسبت به کشت درهم با وزن هزار دانه ۲/۹۳ گرم داشت (جدول۴). با وجود تعداد کپسول زیادتر در هر بوته کنجد در کشت ردیفی نسبت به کشت درهم، وزن هزار دانه به طور معنی‌داری از کشت درهم بالاتر بود (جدول۴). آرایش فضایی مناسب، شرایط رشد مطلوب، رقابت کمتر و در نتیجه استفاده بهتر از منابع محیطی و در نهایت گسترش بیشتر سطح برگ و تولید ماده خشک بیشتر در کشت ردیفی در مقایسه با کشت درهم باعث افزایش بیشتر اجزای عملکرد و عملکرد کنجد در این نوع کشت نسبت به کشت درهم شد. در بین نسبتهای کشت با افزایش درصد نخود در مخلوط و افزایش تعداد دانه در کپسول‌های کنجد از وزن هزار دانه کنجد کاسته شد (جدول۴). در بین اثرات متقابل نیز با افزایش درصد نخود در مخلوط و همچنین تغییر آرایش کاشت از ردیفی به درهم از وزن هزار دانه کاسته شد.

**RYT جزئی نخود و کنجد در مخلوط :** RYT جزئی نخود برای الگوهای کاشت، نسبت‌های کاشت و همچنین اثر متقابل الگوی کاشت × نسبت کاشت معنی‌دار شد (جدول۵).

کشت ردیفی با ۰/۳۶ دارای Lc بیشتری نسبت به کشت درهم بود، که دلیل آن شرایط رشدی مناسب و استفاده بهتر از منابع و در نتیجه عملکرد بالاتر نخود در الگوی کشت ردیفی در مقایسه با کشت درهم بود. در بین نسبت‌های کشت نیز هر چه از درصد نخود در مخلوط کاسته شد از سهم نخود در RYT کاسته شد، که دلیل اصلی آن کاهش تراکم نخود در مخلوط می‌باشد، ولی در عین حال عوامل دیگری مانند سایه‌اندازی بیشتر بوته‌های کنجد بر روی گیاهان نخود در نسبتهای پایین نخود و در نتیجه رقابت بین گونه‌ای بالا باعث کاهش عملکرد و در نتیجه کاهش سهم نخود در RYT شد. در بین اثرات متقابل نیز با کاهش درصد حضور نخود در مخلوط و همچنین تغییر الگوی کاشت از ردیفی به درهم از سهم نخود در RYT کاسته شد، به طوری که در بین اثرات متقابل، در نسبت ۳۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد در الگوی کاشت ردیفی نخود با ۰/۲۱ دارای بیشترین و در نسبت ۱۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد در الگوی کاشت درهم با ۰/۰۵ دارای کمترین مقدار RYT بود (جدول۵). چن و همکاران (۱۴) در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط جو و نخود فرنگی انجام دادند، عنوان کردند که نسبت برابری زمیندر پایین‌ترین تراکم کمتر از یک بود. همچنین این محققان عنوان کردند که LER بقولات در کشت مخلوط بقولات با غیر بقولات کاهش می‌یابد.

الگوهای کاشت و اثر متقابل الگوی کاشت × نسبت کاشت از نظر RYT جزئی کنجد با هم اختلاف معنی‌داری داشتند، ولی این اختلاف در بین نسبت‌های کاشت معنی‌دار نشد (جدول۵). در بین اثرات متقابل با تغییر الگوی کاشت از ردیفی به درهم از مقدار RYT کنجد کاسته شد، به طوری که نسبت ۲۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد در کشت ردیفی با ۱/۲۴ دارای بیشترین و نسبت ۱۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد در کشت درهم با ۰/۸۳ دارای کمترین RYT بود.

**RYT کل:** عملکرد نسبی کل برای الگوهای کاشت و اثر متقابل الگوی کاشت × نسبت کاشت معنی‌دار شد (جدول۵). در بین الگوهای کاشت، کاشت ردیفی با عملکرد نسبی کل معادل ۱/۴۸ بیشترین و کشت درهم با ۱/۲۵ کمترین عملکرد نسبی کل را دارا بود. در بین اثرات متقابل با تغییر الگوی کاشت از ردیفی به درهم از مقدار عملکرد نسبی کل کاسته شد، به طوری که نسبت‌های کاشت ۲۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد، ۳۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد و ۱۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد در کشت ردیفی به ترتیب با ۱/۳۹، ۱/۲۸ و ۱/۲۴ دارای بیشترین عملکرد نسبی کل بودند، اما در کشت درهم نسبت‌های کاشت ۱۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد و ۲۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد به ترتیب با ۰/۸۸ و ۰/۹۷ دارای کمترین مقدار عملکرد نسبی کل بودند (جدول۵).

**جدول ۵- مقادیر RYT جزئی کنجد و نخود و RYT کل در کشت مخلوط**

| | Lc | Ls | RYT کل |
|---|---|---|---|
| **نوع کشت(A)** | | | |
| ردیفی(a1) | ۰/۳۶ a | ۱/۱۲a | ۱/۴۸ a |
| درهم(a2) | ۰/۳۱ b | ۰/۹۴b | ۱/۲۵ b |
| نسبت های کاشت (B) | | | |
| (b1) ۱۰۰-۰ | - | – | - |
| (b2)۱۰۰-۱۰ | ۰/۰۶ b | ۱/۰۰ a | ۱/۰۶ a |
| (b3)۱۰۰-۲۰ | ۰/۱۲ ab | ۱/۰۷ a | ۱/۱۹ a |
| (b4)۱۰۰-۳۰ | ۰/۱۷ a | ۱/۰۶ a | ۱/۲۳ a |
| (b5)۰-۱۰۰ | – | - | - |
| اثر متقابل | | | |
| ردیفی(a1) | | | |
| (b1) ۱۰۰-۰ | - | – | - |
| (b2)۱۰۰-۱۰ | ۰/۰۷ b | ۱/۱۷ab | ۱/۲۴ a |
| (b3)۱۰۰-۲۰ | ۰/۱۵ ab | ۱/۲۴a | ۱/۳۹ a |
| (b4)۱۰۰-۳۰ | ۰/۲۱ a | ۱/۰۷ ab | ۱/۲۸ a |
| (b5)۰-۱۰۰ | – | - | - |
| درهم(a2) | | | |
| (b1) ۱۰۰-۰ | - | – | - |
| (b2)۱۰۰-۱۰ | ۰/۰۵ ab | ۰/۸۳ b | ۰/۸۸ b |
| (b3)۱۰۰-۲۰ | ۰/۰۸ ab | ۰/۸۹ ab | ۰/۹۷ b |
| (b4)۱۰۰-۳۰ | ۰/۱۳ a | ۱/۰۶ ab | ۱/۱۹ ab |
| (b5)۰-۱۰۰ | – | - | ۱/۰۰ b |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون lsd اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. RYT; عملکرد نسبی کل، Lc: عملکرد نسبی نخود، Ls: عملکرد نسبی کنجد

دلیل بیشتر بودن عملکرد نسبی کل در کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی علاوه بر اضافه شدن RYT جزئی نخود به مخلوط، افزایش RYT جزئی خود کنجد در مخلوط نیز می‌باشد (جدول۵) چون در کشت مخلوط با وجود افزایش درصد نخود به مخلوط باعث شد که تراکم کنجد به دلیل ثابت ماندن تراکم نهایی در هکتار در روی ردیف‌های کاشت بیشتر شود، ولی عملکرد کنجد علاوه بر این- که کاهش نیافت بیشتر هم شد و دلیل آن را می‌توان اثر مثبت نخود در حاصاخیزی خاک دانست. در بین نسبتهای کاشت اختلاف معنی‌داری از نظر RYT کل مشاهده نشد، ولی در عین حال افزایش جزئی در عملکرد نسبی کل مشاهده شد که می‌توان دلیل آن را تاثیر مثبت گیاه نخود بر روی عملکرد کنجد دانست.

در آزمایشی که رحیمی و همکاران (۲) بر روی نسبتهای مختلف کشت مخلوط ذرت و سویا انجام دادند مشاهده کردند که نسبت برابری زمیندر مخلوط ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا برابر ۱/۱۹ و در نسبت ۵۰٪ از هر دو گیاه برابر ۱/۱۱ بود که نشان می‌دهد کشت مخلوط در این دو نسبت کشت به ترتیب ۱۹ درصد و ۱۱ درصد اضافه محصول نسبت به تک کشتی داشته‌اند. مظاهری (۱۰) در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط دو رقم ذرت انجام داد نشان داد که کشت مخلوط نسبت به کشت خالص هر یک از اجزا برتری دارد. از دلایل این افزایش به طور کلی رقابت برون گونه‌ای کمتر گیاهان در کشت مخلوط نسبت به رقابت درون گونه‌ای در کشت خالص می‌باشد که این اختلاف از نیازهای غذایی سیستم ریشه، سیستم فتوسنتزی، طول دوره رشد و ارتفاع دو گیاه ناشی می‌شود. پاندیتا و همکاران (۲۲) در آزمایش خود بر روی ذرت و ماش عنوان کردند که نسبت برابری زمیندر نسبت ۱:۲ این دو گیاه بیشتر از یک بود که دلیل آن را نیز استفاده بهتر این دو گونه از نور، آب و مواد غذایی به دلیل الگوی ریشه‌ای متفاوت و نیز توزیع فضایی کانوپی و نیازهای غذایی متفاوت دانسته‌اند.

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که کشت مخلوط کنجد و نخود با نسبت‌های۱۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد، ۲۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد و ۳۰٪ نخود + ۱۰۰٪ کنجد در الگوی کاشت ردیفی و در شرایط آب و هوایی مشهد باعث افزایش بهره‌وری زمین می‌شود، ولی تیمارهای مخلوط در الگوی کاشت درهم به دلیل عدم فراهمی شرایط مطلوب رشد برای اجزای مخلوط نتوانست نسبت به کشت خالص برتری عملکرد نشان دهد و همین عامل باعث کاهش شدید عملکرد در الگوی کاشت درهم نسبت به کشت ردیفی شد.

## منابع


۱- حسینی، س . م .، د. مظاهری، م. جهانسوز، و ب. یزدی صمدی . ۱۳۸۳ . تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط. هشتمین کنگرهٔ علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه گیلان.

۲- رحیمی، م. م.، د. مظاهری، ن. خدابنده و ح. حیدری شریف آباد. ۱۳۸۲. ارزیابی محصول در کشت مخلوط ذرت و سویا در منطقه ارسنجان. مجله علوم کشاورزی.

۳- صدرآبادی حقیقی، ر. ۱۳۷۸. بررسی اثر آبیاری تکمیلی و کشت تداخلی گندم با ماشک گل خوشه‌ای در یک سیستم کم نهاده. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

۴- غفلتی، م. ۱۳۷۳. بررسی اثر تراکم کاشت بر عملکرد، اجزائ عملکرد و کیفیت چهار رقم کنجد در منطقه فیض آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۵- قادری، غ. ۱۳۷۱. بررسی اثر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.
۶- کوچکی، ع، و ج. خلقانی. ۱۳۷۷. کشاورزی پایدار در مناطق معتدل، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۵۸۰ص.
۷- مظاهری، د. ۱۳۷۵. تولید حمایتی در کشت مخلوط. چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان.
۸- مظاهری، د.۱۳۷۳ . زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ صفحه.
۹- مظاهری، د. ۱۳۶۸ . تحقیق در زراعت مخلوط . فصلنامه کشاورزی و دام ، شماره ۱۰ ، سال سوم . اداره کل تحقیقات وزارت جهاد سازندگی.
۱۰- مظاهری، د. ۱۳۶۴ . کشت مخلوط دو کولتیوار ذرت. چکیده مقالات کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.
۱۱- نوروز زاده،م . ۱۳۷۵. مطالعه اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد در دو ژنوتیپ مختلف نخود تحت شرایط آب و هوایی مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.
12- Ali, M. 1993. Wheat/ chickpea intercropping under late-sown condition. J. Agric. Sci. Camb. 121: 141-144.
13- Allen, J. R., and P. K. Ebura. 1983. Yield of corn, cowpea and soybean under different intercropping systems. J. Agric. Sci. Camb. 75: 1005-1009.
14- Chen, C., M. Westcot, K. Neill, D. Wichaman, and M. Knox. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. Agron J. 96: 1730-1738.
15- Francis, C.A. 1996. Biological efficiencies in multiple–cropping systems. Adv Agron. 42: 21-42.
16- Kurdali, F., N. E. Sharabi and A. Arsalan. 1996. Rainfed vetch- barley mixed cropping in the Syrian semi- arid conditions. I. Nitrogen nutrient using $^{15}$N isotopic dilution. Plant Soil. 183: 137-148.
17- Murray, G. A., and J. B. Swensen. 1985. Seed yield of Austrian winter field peas intercropped whit winter cereals. Agron. J. 77: 913-916.
18- Mutungamiri, A., I. K. Margia, and O. A. Chivinge. 2001. Evaluation of maize (*Zea mays* L.) cultivars and density for dryland maize-bean intercropping. Tropical Agriculture, 78(1) 8-12.
19- Nachigera, G.M., Ledent, J. F., and Draye, X. 2008. Shoot and root Competition in potato/maize intercropping: effects on growth and yield. Environmental and Experimental Botany. In press. Accepted date: 20-5-2008.
20- Nain, K. P., K. Patel, R. P. Singh, and M. K. Kanshik. 1979. Evaluation of legume intercropping in conservation of fertilizer nitrogen in maize culture. J. Agric. Sci. Camb. 93: 189-194.
21- Nielsen, H. H., P. Ambus, and E. S. Jensen. 2001. Interspecific competition N use and interference with weeds in pea – barley intercropping. Field Crops Research. 70(2): 101-109.
22- Pandita, A. K., M. H. Shah and A. S. Bali. 2000. Effect of row ratio in cereal – legume intercropping systems on productivity and competition function under Kashmir condition. Indian J. Agron. 45 (1). 48- 53.
23- Reynolds, M. P., K. D. Sayre, and H. E. Vivar. 1994. Intercropping whet and barley with N- fixing legume species: a method for improving ground cover, N-use efficiency and productivity in low input systems. J. Agric. Sci. Camb. 123: 175-183.
24- Tsubo, M., S. Walker, and E. Mukhala. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/intercropping system with diffrnt row orientation. Field Crops Res. 71: 17-29.