نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۵۸-۴۷

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 1, Spring 2016, p. 47-58

تأثیر نیتروژن و آرایش‌های مختلف کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) بر عملکرد علوفه و شاخص‌های رقابت

علی نخزری مقدم[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۱۷

نخزری مقدم، ع. ۱۳۹۵. تأثیر نیتروژن و آرایش‌های مختلف کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) بر عملکرد علوفه و شاخص‌های رقابت. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۸(۱): ۵۸-۴۷.

چکیده

به منظور بررسی تأثیر نیتروژن و آرایش‌های مختلف کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) بر عملکرد علوفه و شاخص‌های رقابت، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس در سال ۹۱-۱۳۹۰ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل آرایش‌های مختلف کشت مخلوط در پنج سطح شامل کشت خالص جو، کشت مخلوط یک ردیف جو و یک ردیف نخود فرنگی، مخلوط دو ردیف جو و دو ردیف نخود فرنگی، مخلوط سه ردیف جو و سه ردیف نخودفرنگی و کشت خالص نخودفرنگی و میزان مصرف نیتروژن در چهار سطح شامل عدم مصرف و مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود. نتایج نشان داد که اثر آرایش‌های مختلف کشت مخلوط، نیتروژن و آرایش‌های مختلف کشت مخلوط × نیتروژن بر عملکرد علوفه و عملکرد معادل جو در سطح یک درصد معنی‌دار شد. حداکثر وزن خشک علوفه و عملکرد معادل جو مربوط به تیمارهای کشت خالص جو با مصرف ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به ترتیب با ۱۴/۵۱ و ۱۴/۳ تن در هکتار بود. حداقل عملکرد علوفه و عملکرد معادل جو از تیمار کشت خالص نخودفرنگی بدون مصرف نیتروژن به ترتیب با ۳/۷۶ و ۴/۷ تن در هکتار به دست آمد. افزایش تعداد ردیف در تیمارهای کشت مخلوط، عملکرد علوفه تیمارهای کشت مخلوط را کاهش داد. نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط کمتر از یک بود. نسبت برابری زمین، ضریب نسبی تراکم، شاخص غالبیت، نسبت رقابتی، افزایش عملکرد واقعی، سودمندی کشت مخلوط و عملکرد معادل جو در جو بیش از نخودفرنگی در تیمارهای کشت مخلوط بود. بررسی عملکرد علوفه و شاخص‌های رقابت نشان داد که بیش‌ترین عملکرد مربوط به کشت خالص جو و کم‌ترین آن مربوط به کشت خالص نخودفرنگی بود. در کشت مخلوط، جو گیاه غالب و نخودفرنگی گیاه مغلوب بود و با افزایش تعداد ردیف، غالبیت جو کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: ضریب نسبی تراکم، عملکرد معادل، غالبیت، نسبت برابری زمین

مقدمه

کشت مخلوط، کشت دو یا چند گیاه زراعی در یک مکان و در یک زمان، یک روش قدیمی و معمول کشت گیاهان به منظور استفاده بیش‌تر از منابع قابل دسترس مؤثر بر رشد است (Lithourgidis et al., 2011). معمولاً کشت مخلوط لگوم با غله باعث افزایش عملکرد علوفه غله و کاهش عملکرد علوفه لگوم می‌شود (Hauggaard-Nielsen & Jensen, 2001). عملکرد علوفه در کشت مخلوط نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) و خردل (*Brassica juncea* L.) به نسبت ۱:۴و ۱:۳ بیش از کشت خالص نخودفرنگی و خردل (Thomas et al., Thakur, 2003; 2010)، در کشت مخلوط جایگزین کتان (*Linum usitatissimum* L.) و نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) به نسبت ۲:۱ بیش از نخود زراعی (Ahlawat & Gangaiah, 2010) و در کشت مخلوط افزایشی جو (*Hordeum vulgare* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) (افزایش ۱۲/۵، ۲۵، ۳۷/۵، ۵۰ و ۶۲/۵

۱- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس
(*- نویسنده مسئول: Email: a_nakhzari@yahoo.com)

درصد باقلا به جو) بیش از کشت خالص آن‌ها بود (Agegnehu et al., 2006). در بررسی اوال و همکاران (Awal et al., 2007) عملکرد علوفه در کشت خالص جو و بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) بیش از کشت مخلوط جایگزین این دو گیاه با نسبت ۱:۱ و ۲:۱ بود.

نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی در تولید گیاهان زراعی به شمار می‌آید و محدودکننده‌ترین عنصر غذایی در مقیاس جهانی است. کمبود آن در همه جا وجود دارد (Sadeghipoor & Monem, 2009). کامپیلو و همکاران (Campillo et al., 2010) حداکثر عملکرد علوفه جو را با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش کردند. بررسی دو سطح مصرف صفر و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر ارقام جو نشان داد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش عملکرد شد (Hassanzadeh Gorttapeh et al., 2008). واریچ و همکاران (Waraich et al., 2007) با بررسی مقادیر صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر گیاه جو گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن عملکرد علوفه افزایش یافت به طوری‌که عملکرد علوفه در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حداکثر بود.

شاخص‌هایی که توسط تعدادی از محققین جهت تشریح رقابت و سودمندی اقتصادی سیستم کشت مخلوط استفاده شده‌اند.

عبارتند از: نسبت برابری زمین [1]، ضریب نسبی تراکم[2]، شاخص غالبیت[3]، نسبت رقابتی[4]، کاهش واقعی عملکرد[5]، سودمندی کشت مخلوط[6] و عملکرد معادل[7] (Agegnehu et al., 2006; Banik et al., 2006; Dhima et al., 2007).

نسبت برابری زمین، نسبت زمین لازم برای تک‌کشتی را در مقایسه با کشت مخلوط توصیف می‌کند. اگر نسبت برابری زمین بیش از یک باشد کشت مخلوط بر تک‌کشتی مزیت دارد. اگر کم‌تر از یک باشد کشت خالص ترجیح داده می‌شود و اگر مساوی یک باشد نشان‌گر حد بحرانی بوده و در آن کشت مخلوط با تک‌کشتی یکسان می‌باشد. بهترین حالت ترکیب گیاهان زراعی در کشت مخلوط را می‌توان حالتی تعریف کرد که بالاترین مقدار LER را در بر دارد (Javanshir et al., 2000). در بررسی اوال و همکاران (Awal et al., 2007) بالاترین نسبت برابری زمین از کشت مخلوط ۲:۱ جو: بادام‌زمینی در مقایسه با الگوی کاشت ۱:۱ به دست آمد. در بررسی پورامیر و همکاران (Pooramir et al., 2011) نسبت برابری زمین در تیمار کشت مخلوط جایگزین ۷۵ درصد کنجد (*Sesamum indicum* L.) و ۲۵ درصد نخود ۰/۹۴ و در تیمار کشت مخلوط جایگزین ۵۰ درصد کنجد و ۵۰ درصد نخود ۱/۴۱ بود.

ضریب نسبی تراکم، غلبه نسبی یک گیاه را بر گیاه دیگر در کشت مخلوط نشان می‌دهد (Banik et al., 2006). اگر ضریب نسبی تراکم بیش از یک باشد کشت مخلوط سودمند و اگر کم‌تر از یک باشد کشت مخلوط سودمند نیست و اگر مساوی یک باشد حالت موازنه یا تعادل رقابت برقرار است (Dhima et al., 2007).

شاخص غالبیت رابطه رقابتی بین دو گیاه در کشت مخلوط را تعیین می‌کند (Willey, 1979). اگر این ضریب برابر صفر باشد بین دو گونه هیچ نوع رقابتی وجود ندارد. علامت‌های مثبت و منفی به ترتیب نشان‌دهنده غالب و مغلوب بودن گونه‌ها است (Mazaheri, 1998). در بررسی ییلماز و همکاران (Yilmaz et al., 2008) این شاخص برای ذرت (*Zea mays* L.) بیش از یک و برای نخود و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) کم‌تر از یک بود. در بررسی وهلا و همکاران (Wahla et al., 2009) اثر تیمارهای مختلف کودی بر کشت مخلوط جو، عدس (*Lens culinaris* L.) و نخود، گیاه غالب در رقابت، گیاه جو بود.

نسبت رقابتی در مقایسه با ضریب نسبی تراکم و غالبیت، شاخص بهتری برای تعیین توانایی رقابت گیاهان است (Dhima et al., 2007). جو در کشت مخلوط با نخود فرنگی، بالاترین توانایی رقابت برای جذب عناصر غذایی در مقایسه با نخودفرنگی را داشت (Banik et al., 2006). نتایج فلاح و همکاران (Fallah et al., 2014) روی ارزیابی شاخص‌های رقابتی و اقتصادی کشت مخلوط کلزا (*Brassica napus* L.) و نخود فرنگی تحت سری‌های جایگزینی در سطوح نیتروژن نشان داد که عملکرد از دست رفته واقعی، شاخص تولید سیستم و شاخص‌های اقتصادی شامل مزیت پولی و مزیت مخلوط برای همه نسبت‌ها مثبت شد و نسبت برابری زمین و و ضریب نسبی تراکم برای تمام نسبت‌های مخلوط بیشتر از یک به‌دست آمد که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی

1 - Land equivalent ratio (LER)
2- Relative crowding coefficient (RCC)
3- Aggressivity (A)
4- Competitive ratio (CR)
5- Actual yield loss (AYL)
6- Intercropping advantage (IA)
7- Equivalent yield (EY)

هر یک از دو گیاه بود. آنها همچنین اظهار داشتند که مثبت بودن مقادیر شاخص غالبیت و بزرگتر از یک بودن مقادیر نسبت رقابت برای گیاه کلزا، بیانگر برتری رقابتی کلزا نسبت به نخودفرنگی یا استفاده بهتر از نهاده ها در کشت مخلوط بوده است.

کاهش یا سودمندی عملکرد واقعی، شاخصی است که اطلاعات حقیقی بیشتری در مورد رقابت درون و برون‌گونه‌ای گیاهان همراه و رفتار هر گونه در سیستم کشت مخلوط نسبت به شاخص‌های دیگر می‌دهد. علامت مثبت نشان‌دهنده افزایش عملکرد واقعی و علامت منفی نشان‌دهنده کاهش عملکرد واقعی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی می‌باشد. در بررسی ییلماز و همکاران (Yilmaz et al., 2008) عملکرد واقعی ذرت و لوبیا در کشت مخلوط ۵۰ درصد لگوم (لوبیا و نخود) و ۱۰۰ درصد ذرت کاهش نشان داد در حالی‌که در کشت مخلوط ۵۰ درصد نخود و ۵۰ درصد ذرت، عملکرد واقعی ذرت افزایش و عملکرد واقعی نخود کاهش یافت.

در تعیین سودمندی کشت مخلوط، علامت مثبت نشانه سودمندی اقتصادی کشت مخلوط و علامت منفی نشان‌دهنده کاهش سودمندی اقتصادی کشت مخلوط می‌باشد. در بررسی ییلماز و همکاران (Yilmaz et al., 2008) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا این شاخص در لگوم منفی و در غله مثبت بود.

برای تعیین عملکرد معادل کشت مخلوط از قیمت گیاهان هم استفاده می‌شود. عملکرد معادل جو در کشت مخلوط دو ردیف بادام‌زمینی و یک ردیف جو با ۲۰/۶ تن در هکتار نسبت از سایر تیمارهای کشت مخلوط بیش‌تر بود (Awal et al., 2007).

با وجود فواید زیادی که برای کشت مخلوط ذکر می‌شود اما در حال حاضر، محدودیت‌هایی همچون توانایی تولید بسیار کم اراضی کشور و عدم آگاهی زارعین، بزرگترین مانع ترویج این نوع کشت است. در شمال ایران کشت جو و نخودفرنگی امکان‌پذیر است ولی تحقیقاتی بر روی کشت مخلوط این دو گیاه صورت نگرفته است لذا، این بررسی با هدف تعیین رقابت جو و نخودفرنگی در کشت مخلوط و تأثیر نیتروژن مصرفی و الگوی کاشت جو و نخودفرنگی بر عملکرد علوفه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبد کاووس با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل‌های مورد بررسی شامل آرایش‌های مختلف کشت مخلوط در پنج سطح شامل کشت خالص جو (B)، کشت مخلوط یک ردیف جو و یک ردیف نخودفرنگی (B-P-B-P)، کشت مخلوط دو ردیف جو و دو ردیف نخودفرنگی (B-B-P-P)، کشت مخلوط سه ردیف جو و سه ردیف نخودفرنگی (B-B-B-P-P-P) و کشت خالص نخودفرنگی (P) و میزان مصرف نیتروژن در چهار سطح شامل عدم مصرف نیتروژن و مصرف ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود. نسبت هر دو گیاه در کشت مخلوط (Z_{ab} و Z_{ba}) ۵۰:۵۰ بود.

در این آزمایش از رقم جو صحرا و رقم نخودفرنگی سانگرو که سازگار با شرایط منطقه هستند استفاده شد. تیمارهای کشت خالص و کشت مخلوط یک ردیف جو و یک ردیف نخودفرنگی شامل چهار خط، تیمار دو ردیف جو و دو ردیف نخودفرنگی شامل شش خط و تیمار سه ردیف جو و سه ردیف نخودفرنگی شامل هشت خط چهار متری با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود.

تاریخ کاشت هر دو گونه، ۱۳۹۰/۹/۱۵، مقدار بذر جو در کشت خالص ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و بذرهای نخودفرنگی به فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف (۵۰ بوته در مترمربع) به عمق تقریباً سه سانتی‌متر کشت شدند. کود نیتروژن خالص (اوره ۴۶ درصد) در سه مرحله، یک سوم هنگام کاشت و دو سوم بعدی در زمان ساقه رفتن و خوشه رفتن جو مصرف شد. در تاریخ ۹۱/۲/۱۳ عملیات برداشت علوفه کل کرت با حذف حاشیه‌ها در مرحله خمیری جو و غلاف‌دهی نخودفرنگی انجام شد. محاسبه شاخص‌ها بر مبنای وزن خشک علوفه انجام شد. در تیمارهای کشت مخلوط، نسبت برابری زمین جو و نخودفرنگی به طور مجزا محاسبه و سپس با هم جمع گردید (Agegnehu et al., 2006). برای محاسبه عملکرد معادل، جو به عنوان گیاه اصلی (a) و نخودفرنگی به عنوان گیاه همراه (b) در نظر گرفته شد. برای این منظور با استفاده از معادله $EY_a = Y_{ab} + Y_{ba} (P_b / P_a)$ × عملکرد معادل جو در تیمارها محاسبه شد.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver. 9.1 انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح پنج درصد استفاده گردید.

برای بررسی رقابت و سودمندی اقتصادی کشت مخلوط از معادلات زیر استفاده شد:

جدول۱- شاخص‌های رقابت در کشت مخلوط

Table 1- Competition indices in intercropping

شاخص Index	معادله Equation	منبع Reference
نسبت برابری زمین Land equivalent ratio $LER = LER_a + LER_a$	$LERa = (Y_{ab} / Y_{aa}) + (Y_{ba} / Y_{bb})$ $LERa = (Y_{ba} / Y_{bb}) + (Y_{ab} / Y_{aa})$	(Willy, 1979)
ضریب نسبی تراکم Relative crowding coefficient $K (RCC) = K_a \times K_b$	$K_a = (Y_{ab} \times Z_{ba}) / (Y_{aa} - Y_{ab})(Z_{ab})$ $K_b = (Y_{ba} \times Z_{ab}) / (Y_{bb} - Y_{ba})(Z_{ba})$	(Banik et al., 2006)
غالبیت Aggressivity	$A_a= (Y_{ab} / Y_{aa} \times Z_{ab}) - (Y_{ba} / Y_{bb} \times Z_{ba})$ $A_b= (Y_{ba} / Y_{bb} \times Z_{ba}) - (Y_{ab} / Y_{aa} \times Z_{ab})$	(Dhima et al., 2007)
نسبت رقابتی Competitive ratio	$CR_a = (LER_a / LER_b) \times (Z_{ba} / Z_{ab})$ $CR_b = (LER_b / LER_a) (Z_{ab} / Z_{ba})$	(Willy & Rao, 1980)
کاهش عملکرد واقعی Actual yield loss $AYL = AYL_a + AYL_b$	$AYL_a = ((Y_{ab} / Z_{ab}) / (Y_{aa} / Z_{aa})) - 1$ $AYL_b = ((Y_{ba} / Z_{ba}) / (Y_{bb} / Z_{bb})) - 1$	(Banik et al., 2000)
سودمندی کشت مخلوط Intercropping advantage $IA = IA_a + IA_b$	$IA_a = AYL_a \times P_a$ $IA_b = AYL_b \times P_b$	(Banik et al., 2000)
عملکرد معادل گیاه Equivalent yield	$EY_a = Y_{ab} + Y_{ba} \times (P_b / P_a)$ $EY_b = Y_{ba} + Y_{ab} \times (P_a / P_b)$	(Banik, 1996)
Y_{aa}: عملکرد گیاه a در کشت خالص	Y_{aa}: Yield of a in sole cropping	Z_{bb}: نسبت گیاه b در کشت خالص	Z_{bb}: Sown proportion of b in sole cropping
Y_{bb}: عملکرد گیاه b در کشت خالص	Y_{bb}: Yield of b in sole cropping	Z_{ab}: نسبت گیاه a در کشت مخلوط	Z_{ab}: Sown proportion of a in intercropping
Y_{ab}: عملکرد گیاه a در کشت مخلوط	Y_{ab}: Yield of a in intercropping	Z_{ba}: نسبت گیاه b در کشت مخلوط	Z_{ba}: Sown proportion of b in intercropping
Y_{ba}: عملکرد گیاه b در کشت مخلوط	Y_{ba}: Yield of b in intercropping	P_a: قیمت محصول گیاه a	P_a: Price of crop a
Z_{aa}: نسبت گیاه a در کشت خالص	Z_{aa}: Sown proportion of a in sole cropping	P_b: قیمت محصول گیاه b	P_b: Price of crop b

نتایج و بحث

عملکرد علوفه خشک و عملکرد معادل جو

تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد علوفه خشک و عملکرد معادل جو تحت تأثیر آرایش‌های مختلف کشت مخلوط و نیتروژن مصرفی در جدول ۲ آورده شده است. اثر آرایش‌های مختلف کشت، نیتروژن و اثر متقابل آرایش‌های مختلف کشت × نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک و عملکرد معادل جو در سطح یک درصد معنی‌دار شد.

عملکرد علوفه و عملکرد معادل جو

مقایسه وزن خشک علوفه در تیمارهای آرایش‌های مختلف کشت و نیتروژن نشان‌دهنده تولید زیاد علوفه در تیمار کشت خالص جو با مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار می‌باشد. در این تیمار ۱۴/۵۱ تن در هکتار علوفه خشک تولید شد (جدول ۳). این تیمار با تیمار کشت خالص جو با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با تولید ۱۴/۳ تن در هکتار علوفه خشک تفاوت معنی‌داری

نشان نداد.

جدول۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد علوفه و عملکرد معادل جو تحت تأثیر آرایش‌های کشت (DIP) و نیتروژن

Table 2- Analysis variance (maen square) of forage yield and barley equivalent yield under effect of different intercropping arrangements (DIP) and nitrogen

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد علوفه Forage yield	عملکرد معادل جو Equivalent barley yield
تکرار Replication	2	0.39	0.45
آرایش‌های مختلف کشت مخلوط Different intercropping arrangements (DIP)	4	98.43**	71.98**
نیتروژن Nitrogen (N)	3	29.14**	31.4**
آرایش‌های مختلف کشت مخلوط × نیتروژن DIP × N	12	0.93**	0.77**
خطا Error	38	0.13	0.14
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	4.04	4.13

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار

**: Significant at 1% probability level based on LSD

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد علوفه و عملکرد معادل جو تحت آرایش‌های مختلف کشت × نیتروژن

Table 3- Mean comparison for forage yield and barley equivalent yield under different intercropping arrangements (DIP) and nitrogen

	عملکرد علوفه (تن در هکتار) Forage yield ($t.ha^{-1}$)				عملکرد معادل جو (تن در هکتار) Barley equivalent yield ($t.ha^{-1}$)			
نیتروژن → Nitrogen آرایش‌های مختلف کشت Different intercropping ↓ arrangements	0	25	50	75	0	25	50	75
خالص جو Sole barley	9.94^{cde}	12.31^{b}	14.3^{a}	14.51^{a}	9.94^{de}	12.31^{b}	14.3^{a}	14.51^{a}
یک نخودفرنگی- یک جو *B-P	6.97^{h}	8.93^{fg}	10.43^{c}	10.22^{cd}	7.17^{h}	9.18^{fg}	10.7^{c}	10.44^{cd}
دو نخودفرنگی- دو جو B-B-P-P	6.92^{h}	8.67^{g}	9.63^{de}	9.46^{ef}	7.16^{h}	8.98^{g}	9.97^{de}	9.73^{ef}
سه نخودفرنگی- سه جو B-B-B-P-P-P	6.76^{h}	8.44^{g}	9.62^{e}	9.7^{de}	7.11^{h}	8.87^{g}	10.09^{cd}	10.15^{cd}
خالص نخودفرنگی Sole pea	3.76^{k}	4.71^{j}	5.37^{i}	4.9^{ij}	4.7^{k}	5.89^{j}	6.72^{hi}	6.13^{ij}
حداقل تفاوت معنی‌دار LSD (5%)			0.6			0.62		

حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD را نشان می‌دهد.

None similar letters indicate significant difference at 5% probability level based on LSD test.

*: B-P، B-B-P-P و B-B-B-P-P-P: کشت مخلوط یک، دو و سه ردیف جو و نخودفرنگی

*: B-P, B-B-P-P and B-B- B-P-P-P: intercropping of 1, 2 and 3 rows of barley and pea

حداقل عملکرد نیز از تیمار کشت خالص نخودفرنگی با عدم مصرف نیتروژن به میزان ۳/۷۶ تن در هکتار به دست آمد. کشت مخلوط جو و نخودفرنگی نسبت به کشت خالص جو عملکرد کم‌تر اما نسبت به کشت خالص نخودفرنگی عملکرد بیش‌تری تولید کرد. مصرف نیتروژن عملکرد تیمارهای کشت مخلوط مربوط را افزایش داد. در بررسی هاگارد نیلسون و جنسن (Hauggaard-Nielsen & Jensen, 2001) کشت مخلوط لگوم با غله باعث افزایش عملکرد علوفه غله و کاهش عملکرد علوفه لگوم شد. عملکرد بالاتر در کشت خالص غله نسبت به لگوم و کشت مخلوط توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Awal et al., 2007).

عملکرد جو در تیمارهای آرایش‌های مختلف کشت بیش از حد انتظار (عملکرد کشت خالص تیمار مربوطه × درصد فضای اشغال شده توسط گیاه مورد نظر) بود اما عملکرد بسیار پایین نخود فرنگی در این تیمارها باعث کاهش عملکرد این تیمارها نسبت به تیمار کشت خالص جو شد (جدول ۴). با توجه به تیپ رشدی نخودفرنگی که گیاهی رونده است و جو که گیاهی با رشد مستقیم است انتظار می‌رفت کشت مخلوط این دو گیاه سبب استفاده بهتر آن‌ها از منابع محیطی شود، اما گسترش عرضی‌تر جو شرایط را برای رشد نخودفرنگی بسیار نامطلوب کرد. در واقع جو با رشد مستقیم و عرضی‌تر توانست از نظر دریافت تشعشع خورشیدی و اشغال فضا بر گیاه نخودفرنگی که رشد رونده دارد غالب شود و عملکرد آن را در تیمارهای کشت مخلوط شدیداً کاهش دهد. با وجودی‌که با افزایش تعداد ردیف در کشت مخلوط، رشد نخودفرنگی و در نتیجه عملکرد آن بیش‌تر شد اما باز هم کم‌تر از حد انتظار بود و منجر به کاهش عملکرد کشت مخلوط نسبت به کشت خالص جو شد. عملکرد کم نخودفرنگی باعث شد که تغییر زیادی در عملکرد معادل جو با وجود قیمت بالاتر نخودفرنگی ایجاد نشود. حداکثر عملکرد معادل جو مربوط به تیمار کشت خالص جو با مصرف ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به ترتیب با ۱۴/۵۱ و ۱۴/۳ تن و حداقل آن با ۴/۷ تن در هکتار از تیمار کشت خالص نخودفرنگی با عدم مصرف نیتروژن به دست آمد (جدول ۳). تیمارهای کشت مخلوط با تولید محصول کم‌تر از کشت خالص جو مزیتی از نظر عملکرد علوفه بر کشت خالص جو نشان ندادند اما نسبت به کشت خالص نخودفرنگی برتر بودند.

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد علوفه و عملکرد مورد انتظار جو و نخودفرنگی تحت تأثیر آرایش‌های مختلف کشت

Table 4- Mean comparison for forage yield and expected yield of barley and pea under different intercropping arrangements (DIP)

صفات Traits	عملکرد علوفه (تن در هکتار) Forage yield ($t.ha^{-1}$)			عملکرد مورد انتظار (تن در هکتار) Expected yield ($t.ha^{-1}$)		
آرایش‌های مختلف کشت مخلوط Different intercropping arrangements	جو Barley	نخود فرنگی Pea	کل Total	جو Barley	نخود فرنگی Pea	کل Total
کشت خالص جو Sole barley	12.77	–	12.77[a]	12.77	–	12.77
یک نخودفرنگی- یک جو *B-P	8.21	0.927	9.14[b]	6.385	2.345	8.73
دو نخودفرنگی- دو جو B-B-P-P	7.51	1.16	8.67[c]	6.385	2.345	8.73
سه نخودفرنگی- سه جو B-B-B-P-P-P	6.94	1.7	8.63[c]	6.385	2.345	8.73
کشت خالص نخودفرنگی Sole pea	–	4.69	4.69[d]	–	4.69	4.69
حداقل تفاوت معنی‌دار LSD (5%)			0.97			

حروف غیرمشابه در ستون عملکرد کل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD را نشان می‌دهد.

None similar letters in column of total yield indicate significant difference at 5% probability level based on LSD test.

*: B-P، B-B-P-P و B-B-B-P-P-P؛ کشت مخلوط یک، دو و سه ردیف جو و نخودفرنگی

*: B-P, B-B-P-P and B-B- B-P-P-P: intercropping of 1, 2 and 3 rows of barley and pea

جدول۵- مقایسه نسبت برابری زمین، ضریب نسبی تراکم و شاخص غالبیت جو و نخودفرنگی در آرایش‌های مختلف کشت
Table 5- Comparison of land equivalent ratio, relative crowding coefficient and aggressivity under different intercropping arrangements

شاخص Index	نسبت برابری زمین Land equivalent ratio			ضریب نسبی تراکم Relative crowding coefficient			غالبیت Aggressivity	
تیمار Treatment	جو Barley	نخود فرنگی Pea	کل Total	جو Barley	نخود فرنگی Pea	کل Total	جو Barley	نخود فرنگی Pea
*B-P	0.643	0.198	0.841	1.8	0.25	0.45	0.89	-0.89
B-B-P-P	0.588	0.247	0.835	1.43	0.33	0.47	0.68	-0.68
B-B-B-P-P-P	0.543	0.362	0.9.5	1.19	0.57	0.68	0.36	-0.36

*: B-P، B-B-P-P و B-B-B-P-P-P: کشت مخلوط یک، دو و سه ردیف جو و نخود فرنگی
*: B-P, B-B-P-P and B-B- B-P-P-P: intercropping of 1, 2 and 3 rows of barley and pea

شاخص‌های ارزیابی رقابت و سودمندی اقتصادی

نسبت برابری زمین

نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط کم‌تر از یک بود که نشان‌دهنده نامطلوب بودن کشت مخلوط جو و نخودفرنگی می‌باشد (جدول ۵). نسبت برابری زمین در کشت مخلوط جایگزین یک ردیف جو و یک ردیف نخودفرنگی کم‌تر از دو تیمار دیگر بود. در هر سه تیمار، نسبت برابری زمین جو بیش از ۰/۵ (حد انتظار) اما نسبت برابری زمین نخودفرنگی کم‌تر از ۰/۵ (حد انتظار) بود. با وجودی که نسبت برابری زمین جو بیش از حد انتظار بود اما نتوانست کاهش نسبت برابری زمین نخودفرنگی را جبران کند لذا، نسبت برابری کل کم‌تر از یک بود و این به این مفهوم است که کشت مخلوط مطلوب نبود. با افزایش تعداد ردیف، نسبت برابری زمین نخودفرنگی افزایش اما نسبت برابری زمین جو کاهش یافت. افزایش تعداد ردیف شرایط را برای رشد بهتر نخودفرنگی فراهم کرد. در بررسی مشهدی (Mashhadi, 2011) نیز نسبت برابری زمین در کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) و نخود زراعی کم‌تر از یک بود که برتری خاصی بر کشت خالص نشان نداد. در بررسی وی گندم عملکرد خوبی داشت اما عملکرد نخود مطلوب نبود.

ضریب نسبی تراکم

ضریب نسبی تراکم جو در هر سه تیمار کشت مخلوط بیش از ضریب نسبی تراکم نخودفرنگی بود (جدول ۵). افزایش تعداد ردیف ضریب نسبی تراکم جو را کاهش اما ضریب نسبی تراکم نخودفرنگی را افزایش داد اما باز هم ضریب نسبی تراکم جو بیش از نخودفرنگی بود بنابراین، جو بر نخودفرنگی غلبه نسبی داشت و با افزایش تعداد ردیف نخود فرنگی، غلبه جو کاهش یافت. ضریب نسبی تراکم کل کم‌تر از یک بود که نشان‌دهنده عدم مزیت کشت مخلوط بر کشت خالص می‌باشد. چنین نتیجه‌ای توسط اعظم خان (Azam Khan, 2002) نیز در کشت مخلوط نخود و کلزا گزارش شده است.

شاخص غالبیت

نتایج حاصل از محاسبه شاخص چیرگی (غالبیت) نشان می‌دهد که جو گیاه غالب و نخودفرنگی گیاه مغلوب بود (جدول ۵). با افزایش تعداد ردیف به دلیل عدم پوشش کامل زمین توسط جو، غالبیت جو کاهش یافت. رشد اولیه سریع جو نسبت به نخودفرنگی و استفاده مطلوب جو از فضا باعث غالبیت آن نسبت به نخودفرنگی گردید. در بررسی بانیک و همکاران (Banik et al., 2006) جو گیاه غالب و نخودفرنگی گیاه مغلوب بود. غالبیت جو در تیمارهای کشت مخلوط با نخودفرنگی و عدس نیز گزارش شده است (Wahla et al., 2009).

نسبت رقابتی

مقایسه نسبت رقابتی جو و نخودفرنگی بیان‌گر توانایی رقابتی بیش‌تر جو نسبت به نخودفرنگی می‌باشد (جدول ۶). این نسبت در تیمار کشت مخلوط یک ردیف جو و یک ردیف نخود فرنگی، دو ردیف جو و دو ردیف نخودفرنگی و سه ردیف جو و سه ردیف نخودفرنگی به ترتیب برای جو ۳/۲۶، ۲/۳۸ و ۱/۵ و برای نخودفرنگی به ترتیب ۰/۳۱، ۰/۴۲ و ۰/۶۷ بود که حاکی از کاهش این نسبت در جو و افزایش آن در نخودفرنگی با افزایش تعداد ردیف می‌باشد. علت این امر افزایش فاصله آخرین ردیف جو تا اولین ردیف بعدی جو (به ترتیب ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متر) و در نتیجه رقابت کم‌تر

جو با نخودفرنگی بود.

جدول ٦- مقایسه نسبت رقابتی، کاهش عملکرد واقعی و سودمندی کشت مخلوط جو و نخودفرنگی در آرایش‌های مختلف کشت
Table 6- Comparison of competitive ratio, actual yield loss and intercropping advantage under different intercropping arrangements

شاخص Index	نسبت رقابتی Competitive ratio		کاهش عملکرد واقعی Actual yield loss			سودمندی کشت مخلوط Intercropping advantage		
تیمار Treatment	جو Barley	نخود فرنگی Pea	جو Barley	نخود فرنگی Pea	کل Total	جو Barley	نخود فرنگی Pea	کل Total
*B-P	3.26	0.31	0.29	-0.6	-0.31	38.42	-90.72	-56.29
B-B-P-P	2.38	0.42	0.18	-0.51	-0.33	21.21	-75.8	-54.59
B-B-B-P-P-P	1.5	0.67	0.09	-0.28	-0.19	10.38	-41.29	-30.92

*: B-P، B-B-P-P و B-B-B-P-P-P: کشت مخلوط یک، دو و سه ردیف جو و نخود فرنگی
*: B-P, B-B-P-P and B-B- B-P-P-P: intercropping of 1, 2 and 3 rows of barley and pea

در بررسی بانیک و همکاران (Banik et al., 2006) جو توانایی رقابت بالاتری نسبت بـه نخـودفرنگی در کشـت مخلـوط داشـت. در بررسـی اوال و همکـاران (Awal et al., 2007) نیـز جـو رقیـب قوی‌تری نسبت به بادام زمینی برای استفاده از منابع در کشت مخلوط بود.

کاهش عملکرد واقعی

در هر سه تیمار کشت مخلوط، این شاخص در جو مثبت (افزایش عملکرد نسبت به فضای اشغال شده) و در نخودفرنگی منفی (کـاهش عملکرد نسبت به فضای اشغال شده) بود (جدول ۶). این امر حاکی از این است که جو نه تنها کاهش عملکرد بلکه افزایش عملکرد داشـت. با توجه به عملکرد پایین نخودفرنگی (کم‌تر از حد انتظار)، این صـفت در هر سه تیمار نخودفرنگی منفی بود و باعث شد این صفت در کشت مخلوط نیز منفی و در نتیجه کشت مخلـوط مطلـوب نباشـد. کـاهش واقعی عملکرد در کشت مخلوط جـو و نخـودفرنگی توسـط بانیـک و همکاران (Banik et al., 2006) نیز گزارش شده است.

سودمندی کشت مخلوط

با بررسی این شاخص مشاهده گردید که در هر سه تیمـار کشـت مخلوط جو و نخـود فرنگـی، سـودمندی کشـت مخلـوط منفـی بـود. سودمندی کشت مخلوط در هر سه تیمار در جـو مثبـت و در فرنگـی منفی بود (جدول ۶). سودمندی کشت مخلوط در تیمار یک ردیف جو و یک ردیـف نخـودفرنگی ۵۶/۲۹- بـود. بـا افـزایش تعـداد ردیـف، سودمندی کشت مخلوط به ۵۴/۵۹- و ۳۰/۹۲- رسید بنابراین، کشت مخلوط جو و نخـودفرنگی سـودمندی اقتصـادی نداشـت. در بررسـی ییلماز و همکاران (Yilmaz et al., 2008) در کشت مخلـوط ذرت و لوبیا و در بررسی دهیمـا و همکـاران (Dhima et al., 2007) در کشت مخلوط یولاف و جو با ماشک نیز این شاخص در لگوم منفی و در غله مثبت بود.

نتیجه‌گیری

وزن خشک علوفه در تیمار کشت خالص جو با مصـرف ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بـه ترتیـب ۱۴/۵۱ و ۱۴/۳ تـن در هکتار بود که بیش از سایر تیمارها بود. وزن خشـک علوفـه در تیمـار کشت خالص نخودفرنگی بدون مصرف نیتروژن ۳/۷۶ تـن در هکتـار بود که کم‌تر از تیمارهای دیگر بود. عملکرد معادل جـو در تیمارهـای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص جو کاهش و نسـبت بـه کشـت خـالص نخـودفرنگی افـزایش نشـان داد. نسـبت برابـری زمـین در تیمارهای کشت مخلوط کم‌تر از یک بود که نشان‌دهنـده نـامطلـوب بودن کشت مخلوط جو و نخودفرنگی نسبت به تک‌کشتی مـی‌باشـد. بررسی ضریب نسبی تراکم نشان داد که ضریب نسبی تـراکم جـو در هر سه تیمار کشـت مخلـوط بـیش‌تـر از نخـودفرنگی بـود. محاسـبه شاخص چیرگی (غالبیت) نشان داد که جو گیاه غالـب و نخـودفرنگی گیاه مغلوب بود. بررسی نسـبت رقـابتی جـو و نخـودفرنگی بیـان‌گـر توانایی رقابتی بیش‌تر جو نسبت بـه نخـودفرنگی بـود. در تیمارهـای کشت مخلوط، کاهش عملکرد واقعی در جو مثبـت و در نخـودفرنگی منفی بود. کشت مخلوط جو و نخودفرنگی باعث افـزایش سـودمندی

اقتصادی گیاه جو و کاهش سودمندی گیاه نخودفرنگی گردید. در مجموع کشت مخلوط جو و نخودفرنگی نسبت به کشت خالص سودمندی اقتصادی نداشت.

منابع

1- Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. European Journal of Agronomy 25: 202-207.

2- Ahlawat, I.P.S., and Gangaiah, B. 2010. Effect of land configuration and irrigation on sole and linseed (*Linum usitatissimum* L.) intercropped chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian Journal of Agricultural Sciences 80(3): 250-253.

3- Awal, M.A., Pramanik, M.H.R., and Hossen, M.A. 2007. Interspecies competition growth and yield in barley peanut intercropping. Asian Journal of Plant Science 6(4): 577-584.

4- Azam Khan, M. 2002. Production efficiency of pea (*Pisum sativum* L.) as affected by inoculation phosphorus levels and intercropping, MSc Thesis, Pakistan: Faisalabad University.

5- Banik, P. 1996. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row-replacement series system. Journal of Agronomy and Crop Science 176(5): 289-294.

6- Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Barley and pea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy 24(4): 325-332.

7- Banik, P., Sasmal, T., Ghosal, P.K., and Bagchi, D.K. 2000. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* var. Toria) and legume in 1:1 and 2:1 replacement series system. Journal of Agronomy and Crop Science 185(1): 9-14.

8- Campillo, R., Jobet, C., and Undurraga, P. 2010. Effect of nitrogen on productivity, grain quality, and optimal nitrogen rates in winter barley cv kumpa-inia in andisols of southern chile. Chilean Journal of Agricultural Research 70(1): 122-131.

9- Dhima, K.V., Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., and Dordas, C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding rasio. Field Crops Research 100(2-3): 249-256.

10- Fallah, S.A., Baharlouie, S., and Abbasi Surki, A. 2014. Evaluation of competitive and economic indices in canola and pea intercropping at different rates of nitrogen fertilizer. Journal of Agroecology 6(3): 571-581. (In Persian with English Summary)

11- Hassanzadeh Gorttapeh, A., Fathollahzadeh, A., Nasrollahzadeh Asl, A., and Akhondi, N. 2008. Agronomic nitrogen efficiency in different wheat genotypes in west Azerbaijan province. Electronic Journal of Crop Production 1(1): 82-100. (In Persian with English Summary)

12- Hauggaard-Nielsen, H., and Jensen, E.S. 2001. Evaluating pea and barley cultivars for complementarity in intercropping at different levels of soil N availability. Field Crops Research 72(3): 185-196.

13- Javanshir, A., Dabbagh, A., Hamidi, A., and Gholypour, M. 2000. The Ecology of Intercropping. Mashhad University Press Mashhad, Iran 222 pp. (In Persian)

14- Lithourgidis, A.S., Dordas, C.A., Damalas, C.A., and Vlachostergios, W. 2006. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. Australian Journal of Crop Science 5(4): 396-410.

15- Mandal, B.K., Dasgupta, S., and Roy, P.K. 2002. Effect of intercropping on yield components of barley, pea and mustard under diferent moisture regions. Asian Journal of Plant Science 155: 261-267.

16- Mashhadi, T. 2011. Influence of different N supply and intercropping patterns of wheat (*Triticum aestivum* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) on grain yield and yield components. MSc Thesis. Plant Production Group, University of Gonbad Kavous 131 pp. (In Persian with English Summary)

17- Mazaheri, D. 1998. Intercropping (2nd Eds.), Tehran University Press, Tehran, Iran 262 pp. (In Persian)

18- Pooramir, F., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Ghorbani, R. 2012. Evaluation the yield and yield components of intercropping sesame and chickpea in replacement series. Iranian Journal of Field Crops Research 8(5): 757-767. (In Persian with English Summary)

19- Sadeghipoor, O., and Monem, R. 2009. Effect of nitrogen and phosphorus deficit on percent and yield of mung bean protein. Environmental Stress in Plant Sciences 1(2): 159-167.

20- Thakur, N.S. 2003. Identification in pea (*Pisum sativum* L.) based intercropping system under irrigated condition

of Satpura Plateau. Journal of Crop Science 4: 310-312.

21- Thomas, A., Thenua, O.V.S., and Shivakumar, B.G. 2010. Impact of levels of irrigation and fertility gradients on dry matter production, nutrient uptake and yield of pea (*Pisum sativum* L.) intercropping system. Legume Research 33(1): 10-16.

22- Wahla, I.H., Ahmad, R., Ehsanullah Ahmad, A., and Jabbar, A. 2009. Competitive functions of components crops in some barley based intercropping systems. International Journal of Agriculture and Biology 11: 69-72.

23- Waraich, E.A., Ahmad, R., and Ali, A. 2007. Effects irrigation and nitrogen effects on grain development and yield in wheat (*Tritticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Botany 39(5): 1663-1672.

24- Willey, R.M. 1979. Intercropping, its importance and research needs, competition and yield advantages. Journal of Crop Science 32: 1-10.

25- Willey, R.M., and Rao, M.R. 1980. A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. Experimental Agriculture 16: 105-117.

26- Yilmaz, S., Atak, M., and Erayman, M. 2008. Identification of advantages of maize legume intercropping over solitary cropping through competition incides in the east Mediterranean region. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 32: 111-119.

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 1, Spring 2016, p. 47-58

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۵۸-۴۷

Effects of Nitrogen and Different Intercropping Arrangements of Barley (*Hordeum vulgare* L.) and Pea (*Pisum sativum* L.) on Forage Yield and Competitive Indices

A. Nakhzari Moghaddam[1*]

Submitted: 17-07-2015
Accepted: 08-11-2015

Nakhzari Moghaddam, A. 2016. Effect of nitrogen and different intercropping arrangements of barley (*Hordeum vulgare* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) on forage yield and competitive indices. Journal of Agroecology 8(1): 47-58.

Introduction

Intercropping, the agricultural practice of cultivating two or more crops in the same space at the same time, is an old and commonly used cropping practice which aims to match efficiently crop demands to the available growth resources (Agegnehu et al., 2006; Dhima et al., 2007). Intercropping of chickpea with linseed reduced the chickpea yield by 60.3%, although linseed occupied only 33% of the total area. The loss of chickpea yield was compensated by the additional yield of linseed, and thus the system productivity of chickpea + linseed intercropping was increased by 43.4% compared with sole chickpea (Ahlawat & Gangaiah, 2010).

The objectives of the present study were to study the competition indices of barley and pea intercropping and effects of nitrogen and different intercropping arrangements on forage yield.

Materials and methods

In order to evaluate effects of nitrogen and different intercropping arrangements of barley and pea on yield and competitive indices, an experiment was conducted as factorial based on Randomized Complete Block Design with three replications on farm research on Gonbad Kavous University (37°26'N, 55°21'E, and 45m above sea level) in 2011-2012. Different intercropping arrangement levels were a sole crop of barley, intercropping of one line barley and one line pea, intercropping of two lines of barley and two lines of pea, intercropping of three lines of barley and three lines of pea and sole crop of pea and nitrogen consumption was in four levels of none application of nitrogen and application of 25, 50 and 75 $kg.ha^{-1}$.

Seed planting was done during the first week of December 2011. Sowing was performed manually by planting twice more seeds of pea than the expected plant density. Sole barley (cv. Sahra) planted at the rate of 160 $kg.ha^{-1}$ and sole pea (cv. Sungro) planted at the rate of 500000 $plants.ha^{-1}$. Row spacing was 20 cm. The experimental plots for a sole crop of barley, a sole crop of pea and one row of barley + one row of pea were 4 rows and for two rows of barley + two rows of pea and three rows of barley + three rows of pea were 6 and 8 rows, respectively.

50% of urea was applied during sowing. The other 50% of urea was side banded when the barley plants were at flowering stage. Weed control was performed manually. Forage yield was determined by harvesting each crop from 2, 4 and 6 rows. Barley was harvested at soft drought and the pea was harvested at seed filling stage in 3 May 2012. Data were analyzed using SAS software. Analysis of variance was performed for the forage yield and Equal Yield of barley.

Results and discussion

The results showed the effects of different intercropping arrangements, nitrogen application and interaction of different intercropping arrangements × nitrogen application on forage yield and Equivalent Yield of barley was significant (α= 1%). The high forage yield and Equivalent Yield of barley belonged to a sole crop of barley with application of 75 and 50 kg Nha^{-1} with 14.51 and 14.3 $tonha^{-1}$, respectively. The minimum dry weight and Equivalent Yield of barley was obtained from the sole crop of pea without consumption of nitrogen with 3.76 and 4.7 tha^{-1}, respectively. Increasing the pea and barley rows in intercropping treatments decreased forage yield because of lower yield of pea. Land Equivalent Ratio in intercropping treatments was less than 1. This index in barley was greater than pea (0.643, 0.588 and 0.543 for barley and 0.198, 0.247 and 0.362 for pea in 1, 2 and 3 rows, respectively). Other indices (Relative Crowding Coefficient, Aggressivity, Competitive Ratio, Actual

1- Assistant Professors of Crop Production Group, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
(*- Corresponding author Email: a_nakhzari@yahoo.com)

Yield addition, Intercropping Advantage and Equivalent Yield of barley) in barley were also greater than pea in intercropping. Barley was the dominant crop in this study.

Conclusion

Forage dry weight and Equivalent Yield of barley in a sole crop of barley with consumption of 75 and 50 $kg_N.ha^{-1}$ was the maximum and in sole crop of pea with non-consumption of N was minimum. All indices in barley in this study were greater than pea. This indicated that barley was the dominant crop.

Keywords: Aggressivity, Equivalent yield, Land equivalent ratio, Relative crowding coefficient

References

Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. European Journal of Agronomy 25: 202-207.

Ahlawat, I.P.S., and Gangaiah, B. 2010. Effect of land configuration and irrigation on sole and linseed *(Linum usitatissimum)* intercropped chickpea (*Cicer arietinum*)**.** Indian Journal of Agricultural Sciences 80(3): 250-253.

Dhima, K.V., Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., and Dordas, C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding rasio. Field Crops Research 100(2-3): 249-256.