

The Effect of Nitrogen on some Qualitative and Quantitative Traits of barley in Mixed Cropping with vetch

Hossein Neyestani^{1*}, Hamid Abbasdokht², Ahmad Gholami³

Received: 20 February 2023 Accepted: 27 July 2023

1-Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

2-Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

3-Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

*Corresponding Author Email: Hossein.1365@yahoo.com

Abstract

Background & Objective: The aims of study were to investigate the intercropping of barley and vetch at different levels of nitrogen fertilizer and to find the best planting arrangement. Quantitative and qualitative characteristics of barley were investigated in intercropping with vetch.

Materials & Methods: An experiment was carried out in the 2017-2018, in two research stations, Sisab and Shirvan, Northern Khorasan province. The type of experimental design was a split plot based on a randomized complete block design, with the main factor including nitrogen fertilizer at three levels (zero, 50 and 100 kilograms per hectare) and the sub-factor of different cultivation patterns at five levels (barley monoculture, vetch monoculture, Additive ratios: 15, 30, and 45 increased the density of vetch to barley) and the cultivation was additive mixed cropping. The studied traits included: barley plant height, barley ash content, and neutral detergent insoluble fiber (NDF), number of grains per barley spike, number of spikes per square meter of barley, weight of 1000 grains, protein content and grain yield.

Results: Based on the comparison of the average interaction effect of nitrogen*mixed cropping components, the highest amount of barley ash was obtained in the mixed cropping treatment of 100:45 and in the fertilizer treatment of 100 kg nitrogen, while the lowest amount of this attribute was related to the mixed cropping treatments of 100:15 and It was pure barley that was obtained in the treatment of not using nitrogen, also the highest amount of barley protein and also the weight of 1000 grains were obtained in the treatments of 100:45 and pure barley cultivation, which was obtained in the treatment of using 100 kg of nitrogen per hectare. . Based on the results of the comparison of the average of the three ways interaction, the highest grain yield was obtained in the pure cultivation of barley and in the nitrogen treatment of 100 kg (1675 kg.ha⁻¹), which was related to Sisab region, and the lowest grain yield (790 kg.ha⁻¹) was obtained in mixed cultivation of 100:30 and 50 kg.ha⁻¹ nitrogen treatment, which was related to Shirvan region. Land equality index in mixed cropping treatment was 100:45 and 50 kg/ha nitrogen had the highest amount (LER=1.158) which was obtained in Shirvan region.

Conclusion: The results showed that the highest grain yield was obtained at the fertilizer level of 50 kg of pure nitrogen per hectare. In addition, each barley plant had the highest performance in monocropping, but by calculating LER, which directly shows the amount of increase or decrease in yield in mixed cultivation, the usefulness of mixed cultivation of barley and vetch was acceptable.

Keywords: Barley, Grain Yield, Intercropping, Land Equivalent Ratio, Protein, Vetch

تأثیر کاربرد نیتروژن در برخی صفات کمی و کیفی جو در کشت مخلوط با ماشک

حسین نیستانی^۱، حمید عباس دخت^۲، احمد غلامی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۵

۱- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود

۲- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود

*مسئول مکاتبه: Email: Hossein.1365@yahoo.com

چکیده: این مطالعه با هدف بررسی کشت مخلوط افزایشی جو و ماشک در سطوح مختلف کود نیتروژن، پیدا کردن بهترین آرایش کاشت و بررسی صفات کمی و کیفی جو در کشت مخلوط با ماشک اجرا گردید.

مواد و روش ها: آزمایشی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در دو ایستگاه تحقیقاتی دیم سیسب و شیروان استان خراسان شمالی اجرا شد. نوع طرح آزمایشی بصورت اسپیلت پلات بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی بود که فاکتور اصلی شامل کود نیتروژن در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و فاکتور فرعی الگوهای مختلف کشت در پنج سطح (تک کشتی جو، تک کشتی ماشک، نسبت‌های افزایشی: ۱۵، ۳۰ و ۴۵ افزایش تراکم ماشک به جو) و کشت از نوع درهم و افزایشی بود. صفات مورد بررسی شامل: ارتفاع بوته جو، میزان خاکستر جو، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، تعداد دانه در سنبله جو، تعداد سنبله در متر مربع جو، وزن هزار دانه جو، میزان پروتئین جو و عملکرد دانه جو بود.

یافته ها: بر اساس مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن در اجزای کشت مخلوط بیشترین میزان خاکستر جو در تیمار کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ و در تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد در حالیکه کمترین مقدار این صفت مربوط به تیمارهای کشت مخلوط ۱۰۰:۱۵ و کشت خالص جو بود که در تیمار عدم استفاده از نیتروژن حاصل شد، همچنین بیشترین مقدار پروتئین جو و همچنین وزن هزار دانه به ترتیب در تیمارهای ۱۰۰:۴۵ و کشت خالص جو در تیمار استفاده ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه بیشترین عملکرد دانه در کشت خالص جو و در تیمار نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم (۱۶۷۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد که مربوط به منطقه سیسب بود و کمترین آن در کشت مخلوط ۱۰۰:۳۰ و تیمار کودی ۵۰ کیلوگرم نیتروژن (۷۹۰ کیلوگرم در هکتار) که در منطقه شیروان به دست آمد شاخص نسبت برابری زمین در تیمار کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ و کود نیتروژن ۵۰ کیلوگرم بیشترین مقدار ($LER=1/158$) را داشت که در منطقه شیروان حاصل شد.

نتیجه گیری: نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در سطوح کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کشت خالص جو به دست آمد. علاوه بر این هر گیاه جو در کشت خالص بیشترین عملکرد را داشتند ولی با محاسبه LER که به طور مستقیم مقدار افزایش یا کاهش عملکرد در کشت مخلوط را نشان می‌دهد، سودمندی کشت مخلوط جو و ماشک قابل قبول بود.

واژه های کلیدی: پروتئین، جو، عملکرد دانه، کشت مخلوط، ماشک، نسبت برابری زمین

مقدمه

مطابق پیش‌بینی‌های انجام شده، جمعیت دنیا تا سال ۲۰۵۰ به ۱۰ میلیارد نفر خواهد رسید، بنابراین، تقاضا برای محصولات کشاورزی روند افزایش چشمگیری پیدا خواهد کرد (فائو ۲۰۱۷). لذا با عنایت به محدودیت منابع تولید، کشاورزی متراکم مناسب‌ترین راهبرد افزایش تولید محصولات کشاورزی به شمار می‌رود (هیرپا ۲۰۱۴). با وجود این، کشت متراکم رایج سبب بروز برخی مشکلات مانند کاهش تنوع زیستی گیاهان، فرسایش خاک، حمله آفات، امراض گیاهی و علف‌های هرز و ایجاد مقاومت آنان به سموم کشاورزی و آلودگی منابع آب و خاک شده و پایداری نظام‌های کشاورزی را با خطر مواجه ساخته است؛ بنابراین، شکل‌گیری و ورود تفکری پایدار به مدیریت این نظام‌ها برای مرتفع نمودن مشکلات و کاستی‌های موجود آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. افزایش تنوع زیستی یکی از روش‌هایی است که سبب افزایش پایداری تولید در نظام‌های زراعی می‌شود (راسدو زمان و جنسن ۲۰۱۷). سیستم‌های کشت مخلوط یکی از روش‌هایی است که به منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار از طریق فشردن سازی کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (هنگ و همکاران ۲۰۱۹). در واقع کشت دو یا چند گیاه زراعی که همزمان و در یک قطعه زمین بطوریکه با یکدیگر برهمکنش داشته باشند را کشت مخلوط می‌نامند (آینه بند ۲۰۱۳)، گیلانی و همکاران (۲۰۲۱) بیان کردند که کشت مخلوط در واقع کشت دو یا چند محصول به صورت همزمان در یک قطع زمین است که سبب افزایش شاخص نسبت برابری زمین (LER) می‌باشد.

از هدف‌های اصلی سیستم‌های کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح و همچنین افزایش کارایی منابع در دسترس گیاهان در جهت افزایش بهره‌وری اکولوژیکی منابع می‌باشد (ورت و همکاران ۲۰۲۰ و لال و همکاران ۲۰۱۹). در نظام‌های کشت مخلوط گیاهانی که بدین منظور انتخاب می‌شوند باید همپوشانی نیچ اکولوژیکی داشته باشند؛ بنابراین، تفاوت گونه‌های گیاهی از نظر

مورفولوژی و عادت رشد به‌گونه‌ای تعیین گردند که حداقل یک گونه از گونه‌های دیگر سود ببرد (عبدالله پور و همکاران ۲۰۲۰). اختلاف در عمق ریشه دهی، توسعه شعاعی و تراکم طول ریشه از عواملی می‌باشند که بر رقابت دو جزء در کشت مخلوط برای جذب آب و عناصر غذایی مؤثر بوده و سبب افزایش کارایی استفاده از زمین می‌شوند (نصیری محلاتی و همکاران ۲۰۱۱). از مهمترین علت‌های افزایش میزان تولید در سیستم کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی، استفاده بهینه و مناسب از عوامل محیطی مثل نور، مواد غذایی، زمین و مواد غذایی خاک عنوان شده است (رن و همکاران ۲۰۱۶). به جهت اثرات مثبت لگومهای دانه‌ای بر عملکرد و ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه بعدی، آزمایش‌های زیادی در خصوص قرار دادن آن‌ها در تناوب‌های کشت انجام شده است (لوسی و همکاران ۲۰۱۵ و پریسل و همکاران ۲۰۱۵). از متداول‌ترین سیستم‌های کشت مخلوط، کشت مخلوط غلات- لگوم می‌باشد که در آن جز لگوم در کشت مخلوط به جهت اثرات مکملی در مصرف منابع محیطی، سبب بهبود رشد غلات می‌گردد (اسکندری و جوانمرد ۲۰۱۳). تفاوت‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک بین لگوم و غلات در سیستم کشت مخلوط یکی از عوامل اصلی بروز روابط همزیستی دو طرفه مثبت است. گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) از مهمترین و قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که سازش بالایی نسبت به سایر گیاهان زراعی و تحمل زیادی را در برابر خشکی نسبت به سایر غلات سردسیری دارد. این گیاه همانند دیگر غلات تأمین‌کننده نیاز غذایی انسان‌ها و حیوانات می‌باشد و استفاده از آن به‌عنوان یک منبع غنی از نشاسته برای تولید الکل، مورد نظر بوده است. گیاه ماشک (*Vicia ervilia*) نیز از گیاهان علوفه‌ای خانواده لگوم‌ها است که کاشت آن به جهت بهبود حاصلخیزی خاک به جهت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، عملکرد را بهبود می‌دهد و در واقع ترکیب این گیاه در کشت مخلوط، روشی مناسب برای افزایش تولید و عملکرد و بهبود پایداری تولید در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاد به شمار می‌رود (احمدی و همکاران ۲۰۱۰). در مطالعه شاخص‌های سودمندی

خالص جو، کشت خالص ماشک، کشت مخلوط افزایش ۱۵ درصد ماشک به جو، کشت مخلوط افزایش ۳۰ درصد ماشک به جو، کشت مخلوط افزایش ۴۵ درصد ماشک به هر کرت شامل ۶ ردیف و فاصله ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و طول هر ردیف ۵ متر بود، تراکم گیاه جو ۲۷۵ بوته در مترمربع بود و از رقم آبیتر جو و همچنین از ماشک گاوآنه (*Vicia ervilia*) جهت کشت مخلوط استفاده شد. نمونه‌گیری از سطحی به میزان ۲۵ صدم مترمربع از ابتدای کرت بعد حذف اثرات حاشیه‌ای، برداشت شد. به‌منظور حذف اثرات حاشیه‌ای، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها حذف و بقیه کرت برداشت شد و برداشت در تاریخ ۱۳۹۸/۳/۲۰ بود. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل ارتفاع بوته جو، میزان خاکستر، تعداد دانه در سنبله جو، طول سنبله، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) به روش ون سوست و همکاران (۱۹۹۱)، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، میزان پروتئین (به روش برادفورد ۱۹۷۶) و عملکرد دانه جو بودند. برای نمونه‌برداری از یک کوادرات ۰/۲۵ مترمربع استفاده شد که به‌صورت تصادفی در هر کرت مورد نظر قرار داده شد و گیاهانی که داخل کوادرات قرار داشتند برداشت و به آزمایشگاه منتقل می‌شدند. با توجه به نتایج آزمایش خاک (جدول ۱) ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از نوع سوپر فسفات تریپل مصرف شد به صورتی که تمام کود فسفر موردنیاز به‌صورت کود پایه داده شد و در تیمارهایی که باید به نسبت تعریف‌شده در آزمایش کود نیتروژن که از منبع اوره بود باید دریافت می‌کردند در سه مرحله به‌صورت سرک زمان سبز شدن، زمان شروع ساقه رفتن و در زمان سنبله دهی جو مصرف شد.

نسبت برابری زمین (LER^۱)

Y_{ba} = عملکرد گونه b در کشت مخلوط

Y_{bb} = عملکرد گونه b در کشت خالص

کشت مخلوط و به‌منظور به دست آوردن کارایی در سیستم‌های کشت مخلوط، باید به نسبت کاهش تراکم یک‌گونه، تراکم گونه دیگر افزایش یابد (عزیزی و همکاران ۲۰۱۴). در سطوح مختلف کشت مخلوط، نسبت برابری زمین (LER) بالاتر از ۱ است و این موضوع نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط بر تک‌کشتی می‌باشد (سیدی و همکاران ۲۰۱۲). در آزمایشی گزارش شد که در کشت مخلوط جو و شنبلیله تیمارهای مخلوط افزایشی، از نسبت برابری زمین بالاتری نسبت به تیمارهای مخلوط جایگزینی بهره‌مند بودند که این امر به جهت استفاده بهتر گیاهان از منابع موجود مانند نور، آب و مواد غذایی در این تیمارها بوده است (نخزری مقدم و همکاران ۲۰۰۹). در آزمایشی طریفی و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که بالاترین نسبت برابری زمین ($LER=1/5$) از تیمار کشت مخلوط افزایشی ۲۰ درصد شنبلیله به جو حاصل شده است. هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و نسبت‌های مختلف کشت بر صفات کمی و کیفی جو در کشت مخلوط جو و ماشک بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در یک سال و در دو مکان (در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم شهرستان شیروان و ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیسپاب واقع در شهرستان بجنورد) در استان خراسان شمالی به‌صورت کرت‌های خردشده (اسپیلت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. همچنین، نوع کشت مخلوط به صورت درهم و افزایشی بود. عامل اصلی شامل سه سطح نیتروژن (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و عامل فرعی ترکیب کشت گیاهان در ۵ سطح شامل کشت $LER = \left(\frac{Y_{ab}}{Y_{aa}}\right) + \left(\frac{Y_{ba}}{Y_{bb}}\right)$ عملکرد گونه a در کشت مخلوط Y_{ab} عملکرد گونه a در کشت خالص Y_{aa}

^۱-Land Equivalent Ratio

(LSD) در سطح ۵ درصد محاسبه شد و شکل ها با نرم افزار اکسل رسم شدند.

محاسبات آماری داده‌ها و تجزیه واریانس مرکب از طریق نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مورداستفاده در این آزمایش، عمق ۰-۳۰ سانتیمتر.

بافت خاک	کلسیم (meq.lit ⁻¹)	پتاسیم (mg.kg ⁻¹)	فسفر (mg.kg ⁻¹)	درصد نیتروژن کل	EC (dS.m ⁻¹ at 25°C)	اسیدیته خاک	خصوصیات/ مکان
لومی رسی	۷/۸	۱۴۴	۱۳۱	۰/۱۳	۰/۳۷	۷/۵	سیسب
لومی رسی	۸/۳	۱۳۱	۱۵۵	۰/۱۱	۰/۴	۸	شیروان

جدول ۲- میزان بارندگی در ماه‌های مختلف سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷

جمع	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	ماه
۱۴۴	۲۷	۲۳	۲۰	۱۵	۱۴	۵	۸	۵	۱۰	۱۷	سیسب (۱۳۹۷-۹۸)
۱۳۰	۶	۹	۲۴	۲۷	۱۴	۱۶	۸	۱۲	۹	۵	شیروان (۱۳۹۷-۹۸)
۲۹۷	۱۰	۱۴	۵۰	۵۴	۴۷	۳۵	۲۹	۲۳	۱۸	۱۴	میانگین ۳۰ ساله (سیسب)
۲۶۶	۱۱	۱۴	۴۷	۴۶	۴۵	۳۰	۲۴	۲۲	۱۵	۱۲	میانگین ۳۰ ساله (شیروان)

نتایج و بحث

ارتفاع بوته جو

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات جو، مشاهده گردید که اثرات ساده مکان، نیتروژن و اجزاء کشت مخلوط در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید و اثرات متقابل نیتروژن در اجزاء کشت مخلوط در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و سایر اثرات متقابل در این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین انجام‌گرفته بر اساس اثر متقابل نیتروژن و اجزاء کشت مخلوط بیشترین مقدار ارتفاع بوته در جو در تیمار نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ با متوسط عددی ۸۷ سانتی‌متر و کمترین آن در تیمار عدم استفاده نیتروژن و کشت مخلوط ۱۰۰:۱۵ با متوسط ۶۲/۰۵ سانتی‌متر به دست آمد (شکل ۱). چنین می‌شود استنباط کرد که گیاه

ماشک به جهت سازوکار مساعدت با گیاه جو موجب افزایش رشد رویشی و در نتیجه سبب افزایش ارتفاع گیاه جو شده است اثر مساعدتی گیاه جو ممکن است به خاطر بهره‌وری بیشتر از نیتروژن خاک باشد. با مقایسه تیمارهای کودی مشاهده شد که تیمار کود نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم نسبت به دو سطح دیگر آن ارتفاع بوته بیشتری داشته است. بر اساس نتایج آزمایش می‌توان استنباط کرد که جو در کشت مخلوط به دلیل نیتروژن تثبیت‌شده ماشک، ارتفاع خود را افزایش داد. در واقع افزایش سهم لگوم در مخلوط با غله، به جهت تثبیت زیستی نیتروژن، حاصلخیزی خاک را افزایش خواهد داد و سبب افزایش میزان اندام هوایی یا ارتفاع بوته عمل خواهد نمود. همچنین از نتایج چنین نیز استنباط می‌شود که به جهت ایجاد رقابت بین‌گونه‌ای در کشت مخلوط ارتفاع بوته افزایش خواهد یافت دلیل آن نیز این است که به جهت بالا

مقدار خاکستر سبب بهبود کیفیت علوفه شد که این امر می‌تواند به جهت جذب بهتر عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن درکشت مخلوط نسبت به تککشتی باشد.

الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)

یکی از موارد مهم در تعیین مرغوبیت و خوش‌خوراکی علوفه، کیفیت آن می‌باشد. کشت مخلوط در اکثر موارد موجب افزایش کیفیت علوفه می‌گردد. نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف کاشت بر NDF (الیاف نامحلول در شوینده خنثی) است. NDF نشان‌دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام است. وقتی درصد NDF افزایش می‌یابد مصرف ماده خشک به‌طور کلی کاهش می‌یابد (آینه بند و همکاران، ۲۰۲۰).

سطوح نیتروژن، مکان و نسبت‌های مختلف اجزای کشت مخلوط اثر معنی‌داری بر میزان NDF جو ($p < 0.01$) داشتند اثرات متقابل نیز به‌جز اثر مکان* نیتروژن این صفت را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه عامل‌ها که در شکل ۳ آورده شده نشان می‌دهد که مقدار این صفت در منطقه سیسپا بیشتر از منطقه شیروان بود، بطوریکه بیشترین مقدار این صفت با متوسط ۴۱۸/۸ گرم بر کیلوگرم مربوط به تیمار عدم استفاده نیتروژن و کشت خالص جو در منطقه سیسپا بود و کمترین مقدار این صفت با متوسط ۲۶۹ گرم بر کیلوگرم مربوط به تیمار نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ بود که در منطقه شیروان حاصل شد.

به نظر می‌رسد با توجه به اینکه میزان مواد سلولزی و همی سلولزی در غلات بیشتر از لگوم‌ها است پس با افزایش سهم ماشک در کشت مخلوط از مقدار NDF جو کاسته شده است از طرفی افزایش میزان کود نیتروژن مقدار NDF جو را کاهش داده است به همین دلیل مقدار NDF در کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ و نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم کمترین مقدار را داشت. محققان گزارش کردند که اگر گیاهان لگوم و غلات در ترکیب باهم قرار بگیرند سبب می‌شود نسبت متعادلی از فیبر خام حاصل گردد (اسماعیلی و همکاران ۲۰۱۲). قنبری و همکاران (۲۰۱۶)

بودن تراکم گیاهی نور به بخش‌های پایینی گیاه نرسیده در این حالت هورمون اکسین تجزیه نمی‌شود که عدم تجزیه آن سبب افزایش غلظت اکسین شده و درنهایت سبب افزایش ارتفاع بوته خواهد شد (کروز و سینوکت ۲۰۰۳). در آزمایشی نجفی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند، بیشترین مقدار ارتفاع بوته جو با میانگین ۹۲/۲۳ سانتی‌متر در کشت مخلوط جو و شبدر به دست آمد. در تحقیق دیگر گزارش شده که افزایش نسبت گیاه خردل در کشت مخلوط با جو سبب افزایش ارتفاع بوته جو نسبت به کشت خالص شد (خرمدل و اسدی ۲۰۱۶).

میزان خاکستر جو

بر اساس نتایج آنالیز واریانس مرکب صفات، مشاهده شد که اثرات ساده مکان، نیتروژن و اجزاء کشت مخلوط در سطح احتمال آماری ۱ درصد معنی‌دار گردید و اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید به‌جز اثر متقابل دوگانه مکان* نیتروژن که از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه مکان* نیتروژن* اجزاء کشت مخلوط نیز نشان می‌دهد که در منطقه سیسپا و نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ بیشترین مقدار این صفت با متوسط عددی ۷/۸۲۵ درصد حاصل گردید و کمترین مقدار آن در منطقه شیروان و تیمار عدم استفاده نیتروژن و کشت مخلوط ۱۵-۱۰۰ با متوسط ۴/۶۹ درصد به دست آمد (شکل ۲). درصد خاکستر نشان‌دهنده مواد معدنی موجود در بافت‌های گیاهی است، هرچه مقدار خاکستر بیشتر باشد گیاه مواد معدنی بالاتری را در اختیار دام قرار می‌دهد و بنابراین ارزش غذایی علوفه برای دام بیشتر خواهد بود در این تحقیق نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ جذب مواد معدنی بیشتری را نسبت به اجزای دیگر داشته است. برخی از محققان گزارش کردند که در کشت مخلوط جو و شنبلیله، مقدار خاکستر علوفه را افزایش داده است (طریفی و همکاران ۲۰۱۸) که با نتایج این آزمایش همسو می‌باشد. نتایج آزمایش ده‌مرده و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که کشت مخلوط ذرت- لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata*) در مقایسه با تککشتی آن‌ها از لحاظ

کردند، جدا از اینکه افزایش مقدار پروتئین به جهت وجود لگوم ها و باکتری‌های ریشه این گیاهان، با افزایش مقدار نیتروژن خاک سبب افزایش پروتئین دانه و علوفه خواهند شد (تانگ و همکاران ۲۰۱۴). صادق پور و همکاران (۲۰۱۳) اعلام کردند که مقدار پروتئین در لگوم ها بیشتر از غلات است پس در کشت مخلوط غلات با لگوم ها پروتئین علوفه زیاد خواهد شد. نوربخش و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که در نظام کشت مخلوط غلات و لگوم ها، بیشترین مقدار پروتئین در کشت خالص لگوم ها حاصل می‌شود و با افزایش سهم بذر لگوم ها در کشت مخلوط، مقدار پروتئین غلات افزایش خواهد یافت. چنین می‌توان نتیجه گرفت که علت افزایش پروتئین جو در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، به جهت افزایش تثبیت نیتروژن توسط ماشک باشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود مقدار پروتئین جو در کشت خالص جو و همچنین عدم استفاده نیتروژن نسبت به الگوهای کشت مخلوط و استفاده کود نیتروژن مقدار کمتری داشت، لذا می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش مقدار کود نیتروژن و افزایش سهم ماشک به جو، مقدار پروتئین جو افزایش می‌دهد. برای رسیدن به مقدار پروتئین زیاد، کشت مخلوط غلات با لگوم نسبت به تک‌کشتی غلات ارجحیت دارد. طریفی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند، کشت مخلوط غله و لگوم نسبت به کشت خالص غله مقدار پروتئین بیشتری تولید می‌کند و افزایش مقدار استفاده کود نیتروژن نیز سبب افزایش مقدار پروتئین می‌شود که با نتایج این آزمایش همسو است. محققان گزارش کردند در تیمارهای کشت مخلوط با افزایش سهم ماشک به جو مقدار پروتئین افزایش می‌یابد، دلیل آن می‌تواند ناشی از قدرت تثبیت نیتروژن توسط ماشک و کاهش رقابت در جذب نیتروژن توسط اجزای کشت مخلوط باشد (شریفی نژاد و همکاران ۲۰۱۸).

تعداد دانه در سنبله جو

بر اساس نتایج آنالیز واریانس مرکب صفات، مشاهده گردید که اثرات ساده مکان، نیتروژن و اجزاء کشت مخلوط و همچنین اثرات متقابل آن معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین صورت گرفته بر اساس اثر متقابل

در آزمایشی که در ترکیب کشت مخلوط جو سنبلیله انجام شد گزارش کردند که بیشترین میزان NDF در کشت خالص جو و کمترین آن در کشت خالص سنبلیله حاصل شد. لیتورجیدوس و همکاران (۲۰۰۷) در کشت مخلوط ماشک معمولی با گندم زمستانه و جو گزارش کردند که کشت مخلوط باعث کاهش NDF نسبت به کشت خالص می‌شود. آرمسترانگ و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که کشت مخلوط لوبیا بالارونده با ذرت باعث افزایش NDF می‌شود که آن هم موجب کاهش قابلیت هضم آن نسبت به تک‌کشتی ذرت می‌گردد. یولکا و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی کشت مخلوط ماشک مجارستانی با غلات گزارش کردند که کمترین و بیشترین میزان NDF به ترتیب از تیمارهای کشت خالص ماشک مجارستانی و کشت خالص یولاف به دست آمد. در بررسی کشت مخلوط یولاف با ماشک معمولی در نواحی مدیترانه مشخص شد که بیشترین میزان NDF از تیمار مخلوط یولاف با ماشک معمولی به میزان ۵۵۵ گرم در کیلوگرم به دست آمد (ایرول و همکاران ۲۰۰۹).

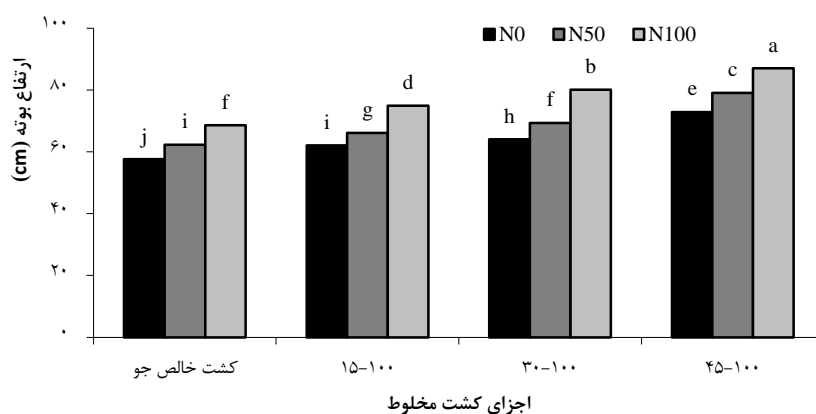
میزان پروتئین جو

نتایج جدول تجزیه واریانس داده ها نشان داد، میزان پروتئین جو تحت تأثیر مکان، کود نیتروژن و اجزای کشت مخلوط و همچنین اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۳). بر اساس مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه عامل‌ها مشاهده شد که در منطقه شیروان نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ با متوسط ۱۲۳/۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار پروتئین به دست آمد و کمترین آن مربوط به سیسب و تیمار عدم استفاده نیتروژن و کشت خالص جو با متوسط ۵۳/۲۵ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار پروتئین را در بین تیمارها داشت (شکل ۴). با مقایسه نظام‌های متفاوت کشت مخلوط افزایشی مشاهده شد که هرچه بر مقدار ماشک در کشت مخلوط زیاد می‌شود مقدار پروتئین آن نظام کشت بیش‌تر و به همراه آن علوفه خوش خوراک تر می‌شود. از آنجایی که مقدار پروتئین لگوم ها نسبت به غلات بیشتر است، مقدار پروتئین غله با افزایش نسبت لگوم در کشت مخلوط زیاد خواهد شد. محققان گزارش

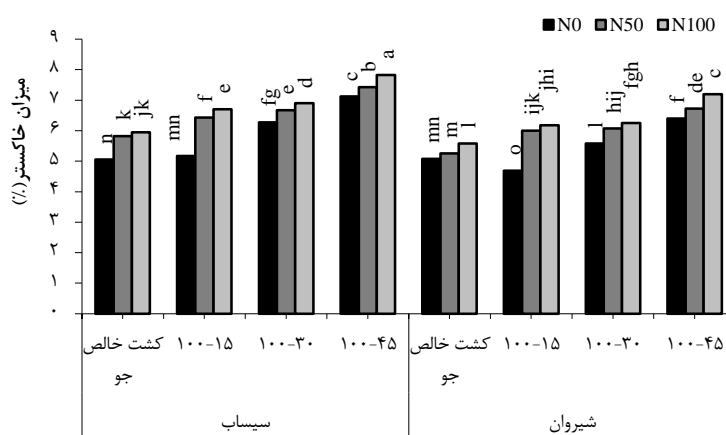
در سنبله شده و این امر نیز تعداد دانه در سنبله را افزایش داده است که با نتایج آزمایش کهرایان و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت داشت.

همچنین به نظر می‌رسد که تثبیت نیتروژن و آزادسازی اسیدهای آلی توسط گیاه ماشک، دستیابی به عناصر غذایی در مدت دوره رشد و مراحل بحرانی را برای گیاه همراه در کشت مخلوط با جو، موجب افزایش تعداد دانه در سنبله شده است (اینال و همکاران ۲).

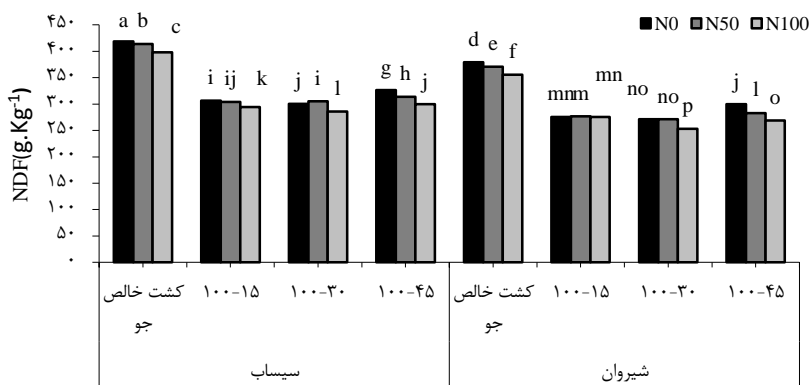
سه‌گانه که در شکل ۵ آورده شده است مشاهده شد که در منطقه سیسب و نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم و کشت مخلوط ۱۰۰:۳۰ با متوسط ۱۷/۷۵ دانه در سنبله بیشترین مقدار را داشت. از نتایج آزمایش چنین استنباط می‌شود، کشت مخلوط جو و ماشک در نسبت‌های مختلف نشان داد که با افزایش سهم ماشک به جو، رقابت برون گونه‌ای ماشک نسبت به رقابت با جو کاهش یافته و فضای بیشتری را برای رشد جو فراهم کرده است؛ بنابراین، مواد فتوسنتزی بیشتری به سنبله‌ها انتقال یافته است که این مسئله سبب تشکیل تعداد دانه‌های بیشتری



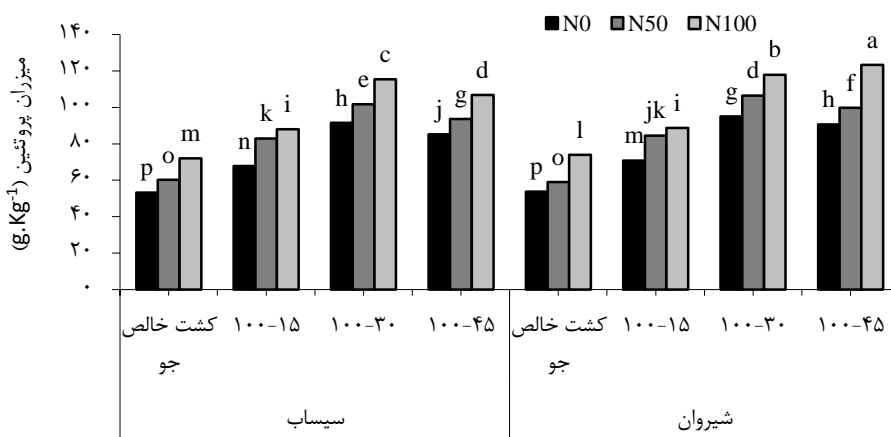
شکل ۱- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری اجزای کشت مخلوط و نیتروژن برای صفت ارتفاع بوته جو (میانگین دو منطقه)



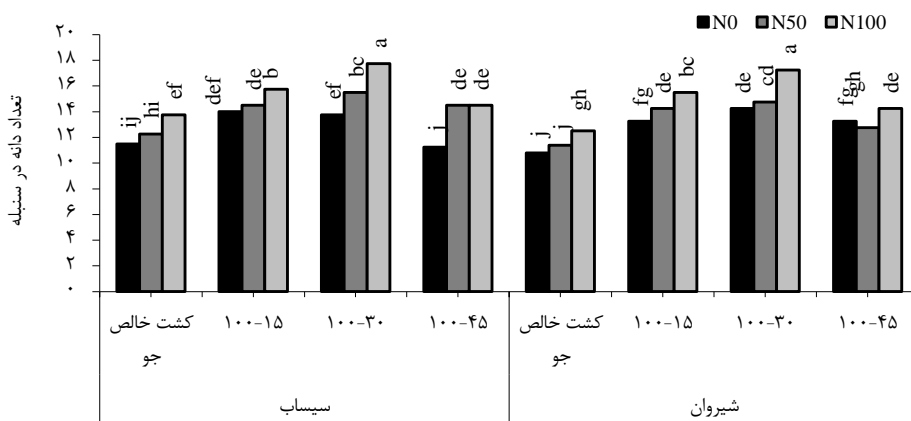
شکل ۲- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سه‌گانه مکان، اجزای کشت مخلوط و نیتروژن برای صفت میزان خاکستر جو در دو منطقه سیسب و شیروان



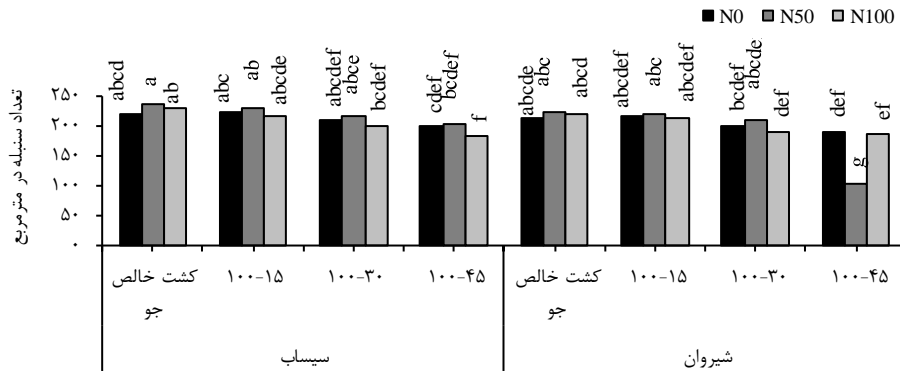
شکل ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سه گانه مکان، اجزای کشت مخلوط و نیتروژن برای صفت NDF در دو منطقه سیسب و شیروان



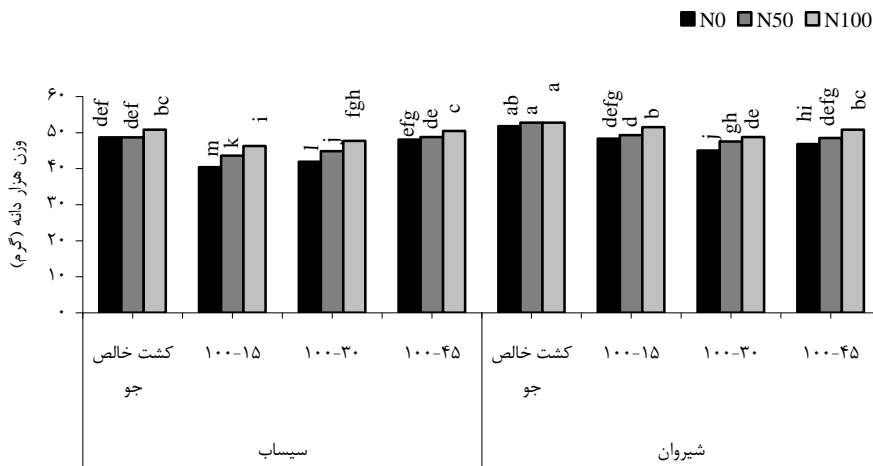
شکل ۴- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سه گانه مکان، اجزای کشت مخلوط و نیتروژن برای صفت میزان پروتئین جو در دو منطقه سیسب و شیروان



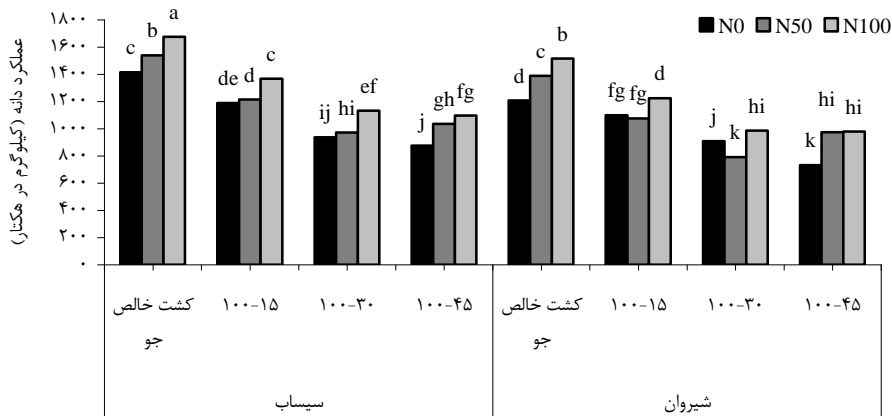
شکل ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سه گانه مکان، نیتروژن و اجزای کشت مخلوط برای صفت تعداد دانه در سنبله جو در دو منطقه سیسب و شیروان



شکل ۶- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سه گانه مکان، اجزای کشت مخلوط و نیتروژن برای صفت تعداد سنبله در مترمربع در دو منطقه سیساب و شیروان



شکل ۷- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سه گانه مکان، اجزای کشت مخلوط و نیتروژن برای صفت وزن هزار دانه جو در دو منطقه سیساب و شیروان



شکل ۸- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری سه گانه مکان، اجزای کشت مخلوط و نیتروژن برای صفت عملکرد دانه جو در دو منطقه سیساب و شیروان

تعداد سنبله در مترمربع

با توجه به جدول تجزیه مرکب شماره ۳، مشاهده شد که اثرات مکان، اجزاء کشت مخلوط و اثر متقابل دوگانه نیتروژن، اجزاء مخلوط و همچنین اثر متقابل سه‌گانه مکان، نیتروژن و اجزاء کشت مخلوط در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و اثرات متقابل دوگانه مکان و نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید، اما اثر ساده نیتروژن و اثر دوگانه مکان و اجزاء کشت مخلوط از نظر آماری معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین صورت گرفته بر اساس اثر سه‌گانه عامل‌ها مشاهده شد که بیشترین تعداد سنبله در منطقه سیساب، نیتروژن ۵۰ کیلوگرم و کشت خالص جو با متوسط ۲۳۷/۸ سنبله در مترمربع به دست آمد و کمترین مقدار در منطقه شیروان و تیمار نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار و کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ با متوسط عددی ۱۰۳ سنبله در مترمربع به دست آمد (شکل ۶).

وزن هزار دانه

آنالیز واریانس مرکب صفات جو نشان داد که صفت وزن هزار دانه جو تحت تأثیر اثرات ساده مکان، نیتروژن، اجزاء کشت مخلوط و اثرات متقابل آن قرار گرفت (جدول ۳). بر اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌گانه عامل‌ها مشاهده شد که در منطقه شیروان و نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم و کشت خالص جو بیشترین وزن هزار دانه (۵۲/۷۵ گرم) و در منطقه سیساب عدم استفاده نیتروژن و کشت مخلوط ۱۰۰:۱۵ (۴۰/۳۸ گرم) کمترین مقدار وزن هزار دانه را در بین تیمارها داشت که اختلاف بین آنها ۲۵/۵ درصد بود (شکل ۷).

با افزایش میزان کود نیتروژن مقدار وزن هزار دانه افزایش یافت بطوریکه مقدار وزن هزار دانه در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بیشتر از دو سطح دیگر کود بود احتمالاً مصرف کود نیتروژن به مقدار ۵۰ کیلوگرم نتوانسته مواد فتوسنتزی موردنیاز برای دانه‌های تشکیل شده جو را تأمین نماید و دانه‌های این سطح کود از میانگین کمتری برخوردار بودند. همچنین شکل ۷ نشان داد که روند تغییرات وزن هزار دانه جو در اجزای کشت

مخلوط تفاوت داشته است بطوریکه با افزایش مقدار جز ماشک در کشت مخلوط ابتدا مقدار وزن هزار دانه کاهش و سپس افزایش یافت. به نظر می‌رسد که تأمین نیتروژن در زمان پر شدن دانه جو از طریق افزایش مصرف نیتروژن به‌ویژه در مجاورت گیاه ماشک و یا دسترسی جو به نیتروژن تثبیت‌شده توسط ماشک سبب افزایش وزن هزار دانه جوشده است. با توجه به اینکه افزایش میزان نیتروژن مصرفی سبب افزایش تعداد سنبله در واحد سطح شده و همچنین سبب افزایش تعداد دانه در سنبله شده است، در این شرایط منبع قوی سبب تقاضای بیشتر برای مواد فتوسنتزی شده و در نتیجه فراهمی نیتروژن با تقویت فتوسنتز گیاه می‌تواند سبب افزایش پر شدن دانه‌ها مؤثر باشد. مشهدی و عباس دخت (۲۰۱۵) گزارش کردند که افزایش مقدار نیتروژن مصرفی سبب رشد اندام‌های هوایی و به‌ویژه دانه‌ها می‌شود وزن هزار دانه تابعی از شرایط محیطی در موقع پر شدن دانه و توانایی گیاه در فراهم نمودن مواد شیره پرورده برای منبع است. به نظر می‌رسد که ساختار تاج پوشش مختلف دو گیاه جو و ماشک در کشت مخلوط در دستیابی به تشعشع خورشیدی مؤثر بوده که این موضوع به جهت افزایش جذب نور، بهبود رشد اندام‌های هوایی و افزایش تعداد دانه را در بر داشته است که با افزایش تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه در کشت مخلوط کمتر از کشت خالص شده است.

کهریان و همکاران (۲۰۱۸) در یک آزمایش که در کشت مخلوط درهم جو بهاره و ماشک گل خوشه‌ای انجام دادند، گزارش کردند با افزایش سهم بوته ماشک به جو وزن هزار دانه جو کاهش پیدا کرد، زیرا با افزایش تراکم گیاهی مواد فتوسنتزی می‌بایست در تعداد بیشتری از منابع توزیع شود و این موضوع سبب کاهش وزن هزار دانه شده است که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت.

عملکرد دانه جو

به‌تناسب افزایش کود نیتروژن عملکرد دانه جو افزایش یافت و با افزایش مقدار بذر ماشک در سیستم

کشت مخلوط افزایشی، عملکرد دانه جو کاهش یافت. تأثیر دو عامل نیتروژن و اجزای کشت مخلوط بر عملکرد دانه جو در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). از طرفی، مقایسه میانگین‌ها بر پایه آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد اختلاف بین تیمارها را از نظر آماری و عددی مشخص کرد (شکل ۸ و جدول ۴). بر اساس مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه عامل‌ها مشخص شد که در منطقه سیسپاب و نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم و کشت خالص جو با متوسط عددی ۱۶۵۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار را داشت در منطقه شیروان و تیمار عدم استفاده نیتروژن و کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ با متوسط ۷۳۲/۵ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را در بین تیمارها داشت (شکل ۸). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده عملکرد دانه جو در کشت خالص بیشتر از کشت‌های مخلوط بوده است و این موضوع می‌تواند به دلیل عدم وجود رقابت در کشت‌های خالص باشد و در کشت‌های مخلوط به نسبتی که ماشک افزوده شده به خاطر ایجاد رقابت، عملکرد دانه جو نسبت به کشت خالص جو کاهش‌یافته است این کاهش در همه

سطوح اجزای کشت مخلوط مشاهده شد به عبارتی در این نوع کشت (مخلوط افزایشی) با ثابت نگه‌داشتن جز جو (غله) و افزایش مناسب جز ماشک (لگوم) به جهت ایجاد رقابت بین‌گونه‌ای بین غله و لگوم عملکرد دانه غله کاهش خواهد یافت. ملاتودی و ماریگا (۲۰۱۲) گزارش کردند، اجزای کشت مخلوط در خودتنظیمی بوم نظام زراعی با تعدیل آشفستگی محیطی و استفاده مناسب از منابع موجود در خاک (در جهت تقلید از طبیعت و افزایش تعداد گونه در واحد سطح) نقش مهمی دارد. محققان رقابت بین‌گونه‌ای را دلیلی بر افزایش رشد رویشی و کاهش اجزای زایشی گزارش کردند همچنین آن‌ها گزارش کردند این امر انرژی جذب‌شده توسط گونه را به سمتی جهت می‌دهد که بتواند اثرات رقابتی را کاهش دهد و در نهایت میزان انرژی کمتری به تولید عملکرد دانه اختصاص می‌دهد (چاپاگین و رایسما ۲۰۱۴). صادق پور و جهانزاد (۲۰۱۲) گزارش کردند، کشت مخلوط گونه یونجه یک‌ساله با گونه جو موجب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه جو شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات جو

تعداد دانه در سنبله	میزان پروتئین	NDF	میزان خاکستر	ارتفاع بوته	درجه آزادی	منابع تغییر
۳/۸۸*	۳۴۱/۲۶ **	۲۴۸۶۴/۸۴۴ **	۶/۷۴۲ **	۱۱۷۰/۴۰۷ **	۱	مکان
۰/۸۳۴	۶/۹۸۳	۰/۷۰۵	۰/۰۰۷	۹/۷۰۱	۶	خطای مکان
۴۶/۶۰۵ **	۳۹۸۴/۰۳۱ **	۲۸۳۲/۲۹۲ **	۶/۸۳۹ **	۱۵۱۲/۶۹۸ **	۲	سطوح نیتروژن
۲/۸۸۶*	۱۶/۹۴۸*	۱۴ ns	۰/۰۲۳ ns	۷/۴۰۷ ns	۲	مکان* نیتروژن
۰/۲۴۲	۱۶/۹۴۸	۱۷/۵۰۷	۰/۰۱۶	۲/۷۵۷	۱۲	خطای فاکتور اول
۵۴/۷۱۳ **	۹۱۶۷/۵۶۶ **	۶۱۰۹۷/۹۵۵ **	۱۲/۱۴۸ **	۱۲۰۷/۷۱۹ **	۳	اجزاء مخلوط
۰/۹۵۲*	۹۲/۶۲۲ **	۲۸۵/۴۵۵ **	۰/۱۷۹*	۳/۱۰۲ ns	۳	مکان* اجزاء مخلوط
۱/۴۹۳*	۷۷/۵۸۷ **	۲۴۸/۶۱۱ **	۰/۴۹۲*	۱۲/۶۳۹*	۶	نیتروژن* اجزاء مخلوط
۱/۸۱۳*	۲۳/۵۵۹*	۳۱/۰۶۹*	۰/۰۰۶*	۱/۷۷۳ ns	۶	مکان* نیتروژن* اجزاء مخلوط
۰/۱۴۲	۱/۹۰۴	۱۱/۸۱۴	۰/۰۱۷	۱/۷۰۸	۵۴	خطای فاکتور دوم
۶/۸	۴/۴۵	۱۱/۱۱	۶/۷۵	۸/۹۲		ضریب تغییرات (%)

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری می‌باشد.

شاخص نسبت برابری زمین

بر اساس آنالیز واریانس مرکب شاخص‌های ارزیابی کست مخلوط که در جدول ۵ آورده شده است مشاهده شد که اثرات ساده مکان، نیتروژن و اجزای کشت و اثرات

متقابل آن به جز اثر دوگانه مکان در اجزاء کشت مخلوط معنی‌دار شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر سه‌گانه عامل‌ها نشان می‌دهد که در منطقه شیروان و در تیمار نیتروژن ۵۰ کیلوگرم در هکتار و کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵

نور و یا افق‌های مختلف خاک می‌تواند دلیل LER بزرگ‌تر از یک باشد. نقش اختلافات مورفولوژیک در دستیابی به LER بالاتر و در نتیجه سودمندی کشت مخلوط توسط یلماز و همکاران (۲۰۰۸) در کشت مخلوط ذرت - لگوم و هوگارد نیلسون و همکاران (۲۰۰۳) در کشت مخلوط جو - نخود نیز گزارش شده است.

با متوسط عددی ۱/۱۵۸ بیشترین مقدار این شاخص به دست آمد و کمترین مقدار آن در منطقه سیسپاب و در تیمار عدم استفاده نیتروژن و کشت مخلوط ۱۵:۱۰۰ با متوسط ۰/۹۸۶۳ حاصل شد (جدول ۵). اختلافات مورفولوژیک گراس و لگوم و در نتیجه ایجاد اشکوب‌های مختلف و استفاده مکملی از منابع، بهره‌برداری بهتر از

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات جو

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد سنبله در متر مربع	وزن هزار دانه	عملکرد دانه جو
مکان	۱	۵۲۸۰/۶۶۷ **	۱۹۰/۴۰۷ **	۴۱۰۵۵۵/۰۴۲ **
خطای مکان	۶	۴۰۲/۲۲۲	۰/۲۴۸	۱۸۷۶/۱۸۸
سطوح نیتروژن	۲	۱۴۸/۹۴۸ ns	۹۹/۴۲۶ **	۳۳۰۲۲۶/۲۹۲ **
مکان * نیتروژن	۲	۱۸۴۶/۳۳۳ *	۲/۵۹۹ *	۱۲۱۷/۵۴۲ ns
خطای فاکتور اول	۱۲	۴۸۹/۸۵۸	۰/۲۰۳	۱۹۱۸/۵۸۳
اجزاء مخلوط	۳	۱۱۱۵۰/۸۶۱ **	۱۲۳/۷۰۸ **	۱۳۹۲۷۱۷/۷۵ **
مکان * اجزاء مخلوط	۳	۱۰۳۹/۴۲۷ ns	۴۵/۱۴۱ **	۴۸۹۶/۲۹۲ *
نیتروژن * اجزاء مخلوط	۶	۱۶۵۹/۳۰۹ **	۴/۶۵۷ *	۲۹۸۹۳/۱۶۷ **
مکان * نیتروژن * اجزاء مخلوط	۶	۱۶۲۸/۶۲۸ **	۲/۴۰۵ *	۶۲۳۱/۷۱۹ *
خطای فاکتور دوم	۵۴	۴۳۹/۴۵۱	۰/۱۲۲	۱۸۱۸/۱۰۹
ضریب تغییرات (%)		۳/۸۹	۶/۹۲	۷/۵

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری می‌باشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب صفت ارزیابی کشت مخلوط

منابع تغییر	درجه آزادی	نسبت برابری زمین
مکان	۱	۰/۰۰۸ *
خطای مکان	۶	۰/۰۰۱
سطوح نیتروژن	۲	۰/۰۱۲ *
مکان * نیتروژن	۲	۰/۰۱۱ *
خطای فاکتور اول	۱۲	۰/۰۰۳
اجزاء مخلوط	۲	۰/۱۸۵ **
مکان * اجزاء مخلوط	۲	۰/۰۰۱ ns
نیتروژن * اجزاء مخلوط	۴	۰/۰۱۱ **
مکان * نیتروژن * اجزاء مخلوط	۴	۰/۰۰۳ *
خطای فاکتور دوم	۳۶	۰/۰۰۱

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری می‌باشد.

جدول ۵ مقایسه میانگین مرکب صفت ارزیابی کشت مخلوط در اثرات متقابل مکان* نیتروژن* کشت مخلوط

نسبت برابری زمین	تیمار
۰/۹۸۶۳ h	سیساب* نیتروژن صفر* ۱۵-۱۰۰
۰/۹۶۴۷ efg	سیساب* نیتروژن صفر* ۳۰-۱۰۰
۱/۰۹۰ bcd	سیساب* نیتروژن صفر* ۴۵-۱۰۰
۰/۹۳۸۵ fgh	سیساب* نیتروژن ۵۰* ۱۵-۱۰۰
۰/۹۵۳۰ efg	سیساب* نیتروژن ۵۰* ۳۰-۱۰۰
۱/۱۳۵ ab	سیساب* نیتروژن ۵۰* ۴۵-۱۰۰
۰/۹۶۲۲ efg	سیساب* نیتروژن ۱۰۰* ۱۵-۱۰۰
۰/۹۷۷۵ ef	سیساب* نیتروژن ۱۰۰* ۳۰-۱۰۰
۱/۱۱۲ bc	سیساب* نیتروژن ۱۰۰* ۴۵-۱۰۰
۱/۰۶۲ d	شیروان* نیتروژن صفر* ۱۵-۱۰۰
۱/۰۶۹ cd	شیروان* نیتروژن صفر* ۳۰-۱۰۰
۱/۱۲۱ ab	شیروان* نیتروژن صفر* ۴۵-۱۰۰
۰/۹۲۹۷ gh	شیروان* نیتروژن ۵۰* ۱۵-۱۰۰
۰/۹۸۶۳ e	شیروان* نیتروژن ۵۰* ۳۰-۱۰۰
۱/۱۵۸ a	شیروان* نیتروژن ۵۰* ۴۵-۱۰۰
۰/۹۵۴۵ efg	شیروان* نیتروژن ۱۰۰* ۱۵-۱۰۰
۰/۹۶۵۵ efg	شیروان* نیتروژن ۱۰۰* ۳۰-۱۰۰
۱/۱۳۴ ab	شیروان* نیتروژن ۱۰۰* ۴۵-۱۰۰

اختلاف تیمارها در ستون هایی که دارای حروف مشترک هستند معنی دار نمی باشد.

نتیجه گیری

در واقع نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در سطوح کودی ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد. علاوه بر این هر گیاه جو در کشت خالص بیشترین عملکرد را داشتند ولی با محاسبه LER که به طور مستقیم مقدار افزایش یا کاهش عملکرد در کشت مخلوط را نشان می دهد، سودمندی کشت مخلوط جو و ماشک قابل قبول بود. در هر دو منطقه و همچنین در هر سه سطح کودی تیمار کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ دارای LER بیشتر از یک بود. به این ترتیب تیمار کشت مخلوط ۱۰۰:۴۵ و سطح کودی ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین میزان LER را

داشت که مربوط به منطقه شیروان بود که می تواند به عنوان تیمار برتر معرفی گردد. با عنایت به نتایج حاصل شده از این پژوهش، استفاده از گیاه ماشک به عنوان گونه تثبیت شده کننده نیتروژن همراه با مصرف ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار برای دستیابی به عملکرد مطلوب می تواند مؤثر باشد.

سپاسگزاری

از کلیه کارکنان دانشکاه کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود که در انجام آزمایش ها همکاری کردند صمیمانه تقدیر و تشکر میگردد.

منابع مورد استفاده

Abbasdokht H, Chaichi MR, Asadi S, Nazari M, Manafi Noran M, and Khademi HR. 2016. Effects of types of nitrogenous fertilizer (biological, chemical, integrative) and cropping mixes on some forage-medicine characteristics in additive intercropping of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) with fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.), Archives of Agronomy and Soil Science, DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03650340.2016.1166212>.

- Ayaneband A. 2013. Ecology of agricultural ecosystems. Publications of Shahid Chamran University of Ahvaz, 291p. (In Persian).
- Ayaneband A, Hosseini S and Frzaneh M. 2020. The effect of types of fodder plants and cultivation method on the quantity and quality of fodder in mixed cropping pattern. *Agricultural Crops*, 2: 305-293. <https://doi.org/10.22059/jci.2020.284842.2240>
- Abdollahpour K, Nassiri Mahallati M and Khorramdel S. 2020. Effect of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and black seed (*Nigella sativa* L.) additive intercropping on yield and yield components. *Iran Journal of Field Crops Research*, 18: 1. 31-47. Doi: 10.22067/GSC.V18I1.71335
- Ahmadi A, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Zehtab Salmasi S, Amini R and Janmohammadi H. 2010. Evaluation of yield and advantage indices in barley and vetch intercropping. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 20: 78-88. Doi: 20.1001.1.24764310.1389.20.4.7.4
- Armstrong KL, Albrecht KA, Lauer JG and Ridey H. 2008. Intercropping corn with lablab bean, velvet bean and scarlet runner bean for forage. *Journal of Crop Science*, 48: 371 – 379. DOI:10.2135/cropsci2007.04.0244
- Azizi KH, Daraeimofrad AR, Heidari S and Ahmadifard M. 2014. Studying Utilization Time of Lands under Relay Intercropping of Broadleaf Vetch and Triticale. In *Crop Ecosystems Research*, 1 (4), 105-115. (In Persian).
- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3).
- Chapagain T and Riseman A. 2014. Barley-pea intercropping: Effects on land productivity carbon and nitrogen transformations. *Field Crops Research*, 166: 18– 25. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.06.014>
- Cruz PA and Sinoquet H. 2003. Competition for light and nitrogen during a regrowth cycle in a tropical forage mixture. *Field Crops Research*, 36: 21-30. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(94\)90049-3](https://doi.org/10.1016/0378-4290(94)90049-3)
- Dahmardeh M, Ghanbari A, Siahsar BA and Ramrodi M. 2011. Evaluation of forage yield and protein content of maize and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping. *Iran Journal of Field Crops Science*, 13 (4): 658-670.
- Erol A, Kaplan M and Kizilsimsek M. 2009. Oats (*Avena sativa*) - common vetch (*Vicia sativa*) mixtures grown on a low-input basis for a sustainable agriculture. *Tropical Grasslands*, 43: 191 - 196.
- Eskandari H and Javanmard A. 2013. Evaluation of forage yield and quality in intercropping patterns of maize and cowpea. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 4(23): 101-111. (In Persian).
- Esmaeili A, Hosseini MB, Mohammadi M and Hosseinikhah FS. 2012. Evaluation of grain yield, dry matter production and some of the forage and silage quality properties in annual medic (*Medicago scutellata*) and spring barley (*Hordeum vulgare*) intercropping. *Seed and Plant Production Journal*, 28(3): 277-296. (In Persian).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2017. The future of food and agriculture; Trends and challenges, Annual report. FAO. 180.
- Ghanbari S, Moradi-Talavat MR and Siadat SA. 2016. Effect of manure application on forage yield and quality of barley (*Hordeum vulgare* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in intercropping. *Iranian Journal of Crop Science*, 17(4):315-328. (In Persian). DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.4.5.3
- Gilani, A.R., Abbasdokht, H., and Gholam, A. 2021. Effects of Thiobacillus and Different Levels of Sulfur Fertilizer on Growth and Physiological Indices in Intercropping of Sesame (*Sesamum indicum* L.) and Mung Bean (*Vigna radiata* L.), *Gesunde Pflanzen*, DOI: 10.1007/s10343-021-00554-6
- Hauggaard-Nielsen H, Ambus P and Jensen ES. 2003. The comparison of nitrogen using and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 65: 289-300. DOI:10.1023/A:1022612528161

- Hirpa T. 2014. Response of maize crop to spatial arrangement and staggered interseeding of haricot bean. *Environ International*, 3:3. 126-138. DOI:10.3126/ije.v3i3.11072
- Hong Y, Berentsen P, Heerink N, Shi M and Werf W. 2019. The future of intercropping under growing resource scarcity and declining grain prices - A model analysis based on a case study in Northwest China. *Journal of Agricultural systems*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102661>
- Inal A, Gunes A, Zhang F and Cakmak I. 2007. Peanut/maize intercropping induced changes in rhizosphere and nutrient concentrations in shoots. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45: 350-356. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2007.03.016>
- Kahrarian B, Farahvash F, Mohammadi S, Mirshekari B and Rashidi V. 2018. Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) and vetch (*Vicia villosa* Roth.) intercropping. *Journal of Crop Ecophysiology*, 4(48): 651-670. (In Persian)
- Khorrandel S and Asadi GA. 2016. The Effect of mixed crop mixed ratios on crop variety and weed and yield. *Production of Crops*, 7(1): 131-156. (In Persian).
- Lal B, Rana K, Rana D, Shivay Y, Sharma D, Meena B and Gautam G. 2019. Biomass, yield, quality and moisture use of Brassica carinata as influenced by intercropping with chickpea under semiarid tropics. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18: 61-71. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.01.001>
- Lithourgidis AS, Dhima KV, Vasilakoglou IB, Dordas CA and Yiakoulaki MD. 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agronomy for Sustainable Development*, 27: 95-99.
- Luce MST, Grant CA, Zebarth BJ, Ziadi NO, Donovan JT and Blackshaw RE. 2015. Legumes can reduce economic optimum nitrogen rates and increase yields in a wheat-canola cropping sequence in western Canada. *Field Crops Research*, 179: 12- 25. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.04.003>
- Mashhadi E and Abbasdokht H. 2015. Interaction effect of nitroxin biologic fertilizer, mineral nitrogen fertilizer and hydropriming on grain yield and yield components of maize, SC704, *Cereal Research Journal*, 5(3):273-287. (In Persian).
- Molatudi RL and Mariga IK. 2012. Grain yield and biomass response of a maize/dry bean intercrop to maize density and dry bean variety. *African Journal of Agricultural Research*, 7:3139-3146. DOI: 10.5897/AJAR10.170
- Najafi SD, Ghanbari A, Bonjar M Ramroudi and Sirousmehr A. 2014. Evaluation of yield and yield components in intercropping of barley (*Hordeum vulgare* L.) with clover (*Trifolium resupinatum* L.). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 4: 31-39.
- Nakhzari Moghaddam A, Chaechi MR, Mazaheri D, Rahimian Mashhadi H, Majnoon Hosseini N and Noori Nia AA. 2009. The effect of corn (*Zea mays*) and green gram (*Vigna radiata*) intercropping on yield, LER and some quality characteristics of forage. *Iranian Journal of Field Crops Science*, 40(4): 113-121. (In Persian). Doi: 20.1001.1.20084811.1388.40.4.15.3
- Nassiri Mahallati M, Koocheki A and Jahan M. 2011. Radiation absorption and use efficiency in relay intercropping and double cropping of winter wheat and maize. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8: 878- 890. (In Persian). Doi: 20.1001.1.20081472.1389.8.6.1.6
- Noorbakhsh F, Koocheki A and Nasirimahalati M. 2017. Evaluation of Species diversity effect on some of agroecosystem services in the intercropping of corn, soybean and marshmallow Yield, Land equivalent ratio, soil microbial respiration and biomass, carbon sequestration potential. *Electronic Journal of Crop Production*, 9(1):49-68. (In Persian). DOI:10.1007/s42106-018-0032-0
- Preissel S, Reckling M, Schläfke N and Zander P. 2015. Magnitude and farm economic value of grain legume pre-crop benefits in Europe: a review. *Field Crops Research*, 175: 64- 79. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.01.012>

- Raseduzzaman M and Jensen ES. 2017. Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. *European Journal of Agronomy*, 91: 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.09.009>
- Ren Y, Liuc J, Wangd Z and Zhanga S. 2016. Planting density and sowing proportions of maize–soybean intercrops affected competitive interactions and water-use efficiencies on the Loess Plateau, China. *European Journal of Agronomy*, 72:70–79. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.10.001>.
- Sadeghpour A, Jahanzad E, Esmaili A, Hosseini MB and Hashemi M. 2013. Forage yield, quality and economic benefit of intercropped barley and annual medic in semi-arid conditions: Additive series. *Field Crops Research*, 148: 43-48. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.03.021>
- Sadeghpour A and E Jahanzad. 2012. Seed yield and yield components of intercropped barley (*Hordeum vulgare* L.) and annual medic (*Medicago scutellata* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, 3: 47-50.
- Sharifi Nejad, M., Ghanbari, A., and Siroos Mehr. A.R. 2018. Investigating the ecophysiological aspects and forage quality indicators in intercropping of corn (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Agricultural Ecology*, 10(1): 268-280. Doi: 10.22067/JAG.V10I1.60479.
- Seyedi M, Hamzei G, Ahmadvand G and Abutalebian MA. 2012. The Evaluation of Weed Suppression and Crop Production in Barley-Chickpea Intercrops. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. From <http://Sustainagriculture.tabrizu.ac.ir>, 22 (3), 102-114. (In Persian).
- Tang X, Bernard L, Brauman A, Daufresne T, Deleporte P, Desclaux D and Hinsinger P. 2014. Increase in microbial biomass and phosphorus availability in the rhizosphere of intercropped cereal and legumes under field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 75: 86-93. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.04.001>.
- Tarqi SH, Fateh A and Ayne band A. 2017. The effect of different ratios of mixed crops of barley (*Hordeum vulgare*) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) under the effect of nitrogen fertilizer on the quantity and quality of dry matter. *Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Journal of Crop Production*, 11(1): 23-35. (In Persian) .DOI:10.22069/EJCP.2018.12601.1982
- Toreifi SH, Fateh E and Aynehband A. 2018. Effect of different barley (*Hordeum vulgare*) and fenugreek (*Trigonella foenum- graecum*) intercropping planting ratio and nitrogen fertilizer on dry matter quality and quantity. *Journal of Crop Production*, 11(1):23-35. DOI:10.22069/EJCP.2018.12601.1982
- Van Soest PJ, Roberson JB and Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10): 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- Verret V, Pelzer E, Bedoussac L and Jeuffroy M. 2020. Tracking on-farm innovative practices to support crop mixture design: The case of annual mixtures including a legume crop. *European Journal of Agronomy*, 115: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126018>
- Yilmaz S, Atak M and Erayman M. 2008. Identification of advantages of maize – legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the east Mediterranean region. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32: 111 - 119.
- Yolcu H, Polat M and Aksakal V. 2009. Morphologic, yield and quality parameters of some annual forages as sole crops and intercropping mixtures in dry conditions for livestock. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7(3 and 4): 594 - 599.