

DOR: [20.1001.1.15625540.1400.23.2.3.9](https://doi.org/10.1001.1.15625540.1400.23.2.3.9)

اثر نسبت‌های کشت مخلوط هم‌زمان و هم‌پوشان بر عملکرد اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) و
کیفیت علوفه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.)
Effect of simultaneous and overlapped intercropping ratios on essential oil yield
of peppermint (*Mentha piperita* L.) and forage quality of guar
(*Cyamopsis tetragonoloba* L.)

معصومه شهبازی^۱، آیدین خدایی جوقان^۲، محمدرضا مرادی تلاوت^۳ و علی مشتقی^۴

چکیده

شهبازی، م.، آ. خدایی جوقان، م. ر. مرادی تلاوت و ع. مشتقی. ۱۴۰۰. اثر نسبت‌های کشت مخلوط هم‌زمان و هم‌پوشان بر عملکرد اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) و کیفیت علوفه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). نشریه علوم زراعی ایران. ۲۳ (۲): ۱۴۱-۱۲۷.

به منظور ارزیابی اثر نسبت‌های کاشت بر عملکرد و کیفیت نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) و گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) در کشت مخلوط هم‌زمان و هم‌پوشان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل زمان کاشت در دو سطح (کاشت هم‌زمان و کاشت هم‌پوشان نعناع فلفلی و گوار) و نسبت‌های کاشت جایگزینی در پنج سطح (کشت خالص نعناع فلفلی، کشت خالص گوار، ۵۰ درصد نعناع فلفلی + ۵۰ درصد گوار، ۲۵ درصد گوار + ۷۵ درصد نعناع فلفلی و ۲۵ درصد نعناع فلفلی + ۷۵ درصد گوار) بودند. نتایج نشان داد که در تیمار کاشت هم‌زمان، بیشترین عملکرد علوفه خشک از کشت خالص گوار (۶۳۴۸ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با نسبت کاشت ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد نعناع فلفلی نداشت. در تیمار کاشت هم‌پوشان نیز بیشترین عملکرد علوفه خشک از کشت خالص گوار و نسبت کاشت ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد نعناع فلفلی بدست آمد. بیشترین میزان ADF (الیاف نامحلول در شوینده اسیدی) گوار (۳۶/۴ درصد) از نسبت کاشت ۵۰ درصد نعناع فلفلی + ۵۰ درصد گوار در تیمار کاشت هم‌پوشان بدست آمد. بیشترین میزان اسانس نعناع فلفلی (۲/۱ درصد) از تیمار ۵۰ درصد نعناع فلفلی + ۵۰ درصد گوار در تیمار کاشت هم‌زمان بدست آمد. بیشترین عملکرد اسانس (۹/۴۹ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار کشت خالص نعناع فلفلی بود. بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۴۲) مربوط به تیمار ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد نعناع فلفلی در کاشت هم‌پوشان بود. نتایج این آزمایش نشان داد که برای افزایش کیفیت علوفه گوار، کشت مخلوط هم‌زمان و نسبت ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد نعناع فلفلی و برای بهبود عملکرد اسانس نعناع فلفلی، کشت مخلوط هم‌پوشان و نسبت ۵۰ درصد نعناع فلفلی + ۵۰ درصد گوار مناسب‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط ردیفی، کیفیت علوفه، گوار و نسبت برابری زمین

مقدمه

یکی از راهکارهای کلیدی پایداری در کشاورزی اکولوژیک، بازگرداندن تنوع به محیط‌های کشاورزی و مدیریت مؤثر آن است. با افزایش تنوع، فرصت حضور توأم گونه‌ها و برقراری روابط سودمند بین آنها افزایش یافته و این موضوع باعث تقویت پایداری اکوسیستم‌های زراعی می‌شود (Nasiri Mahallati et al., 2015). مهم‌ترین و مستقیم‌ترین روش برای افزایش تنوع در یک اکوسیستم زراعی استفاده از نظام چند کشتی است. رشد دو یا چند گیاه به صورت توأم امکان برقراری روابط متقابل بین آنها را فراهم ساخته و باعث افزایش عملکرد در واحد سطح، کاهش آفات و بیماری‌ها، کاهش رشد علف‌های هرز و استفاده کارآمدتر از منابع می‌شود (Bargaz et al., 2015).

استفاده از گیاهان دارویی در نظام‌های چند کشتی، ارزش اقتصادی و کارکردهای زیست محیطی دارد که در نتیجه آن استفاده بهینه از نهاده‌ها صورت گرفته و پایداری بوم نظام‌ها در دراز مدت را به دنبال دارد. نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) یکی از پر مصرف‌ترین گیاهان دارویی تیره نعناعیان است که طعم تند برگ‌های آن باعث معروفیت این گیاه به نام نعناع فلفلی شده است. بیش از ۹۹ درصد غده‌های تولیدکننده اسانس در برگ‌ها و سرشاخه‌های گلدار این گیاه وجود داشته و شامل یک تا دو درصد اسانس، تانن، فلاونوئیدها، کولین و یک ماده تلخ است. اسانس نعناع فلفلی دارای ترکیب‌های منتول (۴۰ تا ۶۰ درصد)، منتوفوران، منتون، پیریتون، پولگون و سینئول است. کیفیت گیاهان دارویی به علت استفاده بهداشتی و مواد شیمیایی معطر یک ضرورت است و کشت مخلوط می‌تواند این موضوع را محقق سازد (Omidbaigi, 2015). کشت مخلوط با گیاهان تیره بقولات یکی از مرسوم‌ترین الگوهای کشت مخلوط است که با بهره برداری بهینه از عوامل

محیطی باعث افزایش رشد و بهبود عملکرد گیاهان هم‌پوشان می‌شود (Awal et al., 2006). گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) یا لوبیای خوشه‌ای (Cluster bean) گیاهی یکساله و تابستانه از خانواده بقولات است که در مناطق نیمه گرمسیری جهان کشت می‌شود. این گیاه متحمل به خشکی بوده و جهت خوراک انسان، تعلیف دام، کود سبز و سبزیجات کاربرد دارد. ریشه این گیاه مانند سایر گیاهان خانواده بقولات با باکتری‌های ریزوبیوم همزیستی دارد که به غنی‌تر نمودن خاک با نیتروژن کمک می‌کند. در ابتدا گوار به عنوان یک گیاه صنعتی کشت می‌شد، اما به دلیل دارا بودن پروتئین بالا امروزه به عنوان علوفه دام استفاده می‌شود (Dhaker et al., 2009). قرار دادن گوار در کشت مخلوط با گیاهان غیر بقولاتی با توجه به توان رقابتی و تراکم مناسب و مورفولوژی مطلوب می‌تواند به علت دارا بودن قابلیت تثبیت نیتروژن باعث کاهش رقابت بین دو گونه و افزایش عملکرد مخلوط شود.

در کشت مخلوط حضور گیاهان مجاور بر میزان فراهمی و دسترسی به عناصر غذایی مورد نیاز آنها اثر دارد. برآیند رقابت درون گونه‌ای و برون گونه‌ای گیاهان تعیین‌کننده میزان دسترسی به مواد غذایی در بوم نظام‌های زراعی است (Namdari and Mahmoudi., 2013). بنابراین نحوه کاشت گیاهان مجاور در یک بوم نظام اهمیت به سزایی در عملکرد و کیفیت آنها دارد. مزیت نظام‌های کشت مخلوط برای افزایش عملکرد به سهم هر یک از گونه‌ها در کشت مخلوط، فاصله قرار گرفتن از یکدیگر و تداخل زمان رشد آنها دارد (Shabahang et al., 2013). استفاده از سری‌های جایگزینی و کشت هم‌پوشان از راه‌های ارزیابی کشت مخلوط است. مزیت کشت هم‌پوشان در کاهش رقابت بین گیاهان است، زیرا عمده تقاضای موجود برای منابع در زمان‌های مختلفی رخ می‌دهد (Aynehband, 2014). امانی‌ماچیانی و همکاران (Amani Machiani et al., 2017) در آزمایش

هدف بررسی اثر نسبت‌های کشت مخلوط و هم‌زمان نعنای فلفلی و گوار بر میزان تولید اسانس نعنای فلفلی و کیفیت علوفه گوار انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در شهر ملاثانی با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه و ارتفاع ۳۴ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس آمار هواشناسی بلند مدت، شهر ملاثانی با داشتن بارندگی سالیانه حدود ۲۱۳ میلی‌متر، متوسط دمای ۲۳ و متوسط حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۳۶ و ۹/۵ درجه سانتی‌گراد، از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش در جدول یک ارائه شده است. قبل از شروع آزمایش از خاک مزرعه نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

کشت مخلوط جایگزینی نعنای فلفلی و باقلا نشان دادند که بیشترین مقدار اسانس (۲/۵ درصد) و عملکرد اسانس نعنای فلفلی (۵/۶۱ گرم در متر مربع) به ترتیب از الگوی کشت ۲:۳ و ۳:۲ بدست آمد. در همه نسبت‌های کشت به استثنای الگوی ۱:۱ نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود. ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al., 2017) با بررسی اثر الگوی کشت و میزان نیتروژن بر عملکرد عدس و نعنای فلفلی نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه عدس (۲۶۱۴ کیلوگرم در هکتار) در کشت خالص این گیاه به‌دست آمد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان دهنده افزایش ماده خشک، میزان و عملکرد اسانس نعنای فلفلی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود و در سطح ۷۵ درصد کود نیتروژن، نسبت برابری زمین در همه نسبت‌های مخلوط بیشتر از یک بود.

با توجه به رویکرد استفاده از گیاهان دارویی و نقش این گیاهان در چرخه اقتصادی و همچنین لزوم تولید علوفه باکیفیت، کشت مخلوط می‌تواند راه حل مناسبی جهت دستیابی به این موضوع باشد. این آزمایش با

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش (۹۷-۱۳۹۶) (منبع: ایستگاه هواشناسی اهواز)

Table 1. Meteorological information of experiment site (2017-18) (Ahvaz Meteorology Station)

ماه	حداکثر دما	حداقل دما	میانگین دما	بارندگی
Month	Max. Temperature (°C)	Min. Temperature (°C)	Ave. Temperature (°C)	Rainfall (mm)
Feb. اسفند	25	12.2	18.6	59.2
Mar. فروردین	28	14.4	21.2	27.6
Apr. اردیبهشت	37.2	20.7	28.9	0.21
May. خرداد	42.5	23.1	32.7	0
Jun. تیر	44.3	27.4	35.7	0

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 2. Physicochemical properties of the soil at experiment site

EC (dS.m ⁻¹)	هدایت الکتریکی	3.7
pH	اسیدیته	7.32
N (%)	نیتروژن	0.026
P (mg. kg ⁻¹)	فسفر	8.31
K (mg. kg ⁻¹)	پتاسیم	124
OM (%)	ماده آلی	0.78
Clay (%)	رس	42
Silt (%)	سیلت	41
Sand (%)	شن	17

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل زمان کاشت در دو سطح؛ کاشت هم زمان نعنای فلفلی و گوار (T1) و کاشت هم پوشان نعنای فلفلی و گوار (T2) (کاشت گوار ۴۵ روز بعد از سبز شدن نعنای فلفلی انجام شد) و نسبت های کاشت جایگزینی در پنج سطح؛ کشت خالص نعنای فلفلی (P1)، کشت خالص گوار (P2)، ۵۰ درصد نعنای فلفلی + ۵۰ درصد گوار (یک ردیف نعنای فلفلی و یک ردیف گوار) (P3)، ۲۵ درصد گوار + ۷۵ درصد نعنای فلفلی (یک ردیف گوار و سه ردیف نعنای فلفلی) (P4) و ۲۵ درصد نعنای فلفلی + ۷۵ درصد گوار (یک ردیف نعنای فلفلی و سه ردیف گوار) (P5) بودند.

پس از آماده سازی زمین، کشت به صورت سطح در اسفند سال ۱۳۹۶ انجام شد. در کشت های خالص نعنای فلفلی و گوار و کشت مخلوط ۵۰ درصد نعنای فلفلی + ۵۰ درصد گوار، عرض هر کرت دو متر و طول آن چهار متر در نظر گرفته شد و در هر کرت پنج ردیف کاشت با فواصل ۴۰ سانتی متر ایجاد شد. در کشت مخلوط ردیفی ۷۵ درصد نعنای فلفلی + ۲۵ درصد گوار و ۲۵ درصد نعنای فلفلی + ۷۵ درصد گوار، هر کرت شامل هشت ردیف با طول و عرض چهار متر در نظر گرفته شد. ریزوم های ۲۰ سانتی متری نعنای فلفلی (تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان) به صورت دستی و با فواصل ردیف ۴۰ سانتی متر در عمق شش سانتی متری خاک کاشته شدند. بذر گوار (توده سراوان) در عمق چهار سانتی متری خاک کاشته شد. تراکم نعنای فلفلی ۱۲ بوته در متر مربع (Amani Machiani *et al.*, 2017) و تراکم گوار ۷۵ بوته در متر مربع (Ahmadi Nouraldinvand *et al.*, 2019) در نظر گرفته شد. در کرت های مربوط به تیمارهای کشت مخلوط هم پوشان، بذرهای گوار ۴۵ روز پس از کاشت نعنای فلفلی کاشته شدند. آبیاری به روش غرقابی و بر اساس وضعیت رطوبت خاک و شرایط آب و هوایی

انجام شد. علف های هرز از زمان کاشت تا برداشت به صورت دستی وجین شدند. مساحت برداشت گوار و نعنای فلفلی با در نظر گرفتن نسبت های کشت مخلوط متفاوت بود. برداشت محصول بر اساس تعداد ردیف های کاشت هر تیمار، با رعایت حاشیه، انجام شد. زمان برداشت گوار در تیمار زمان کاشت اول، نیمه دوم خرداد و در تیمار زمان کاشت دوم، اوایل تیر بود. محصول نعنای فلفلی اوایل تیر برداشت شد. نمونه های گوار پس از برداشت به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد خشکانده و توزین شدند. نمونه های نعنای فلفلی پس از برداشت در سایه خشکانده شدند.

برای اندازه گیری محتوای اسانس گیاه نعنای فلفلی، ۴۰ گرم نمونه خشک به روش تقطیر با آب، با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت بعد از به جوش آمدن، اسانس گیری شده و بازده اسانس بر اساس وزن خشک محاسبه گردید (Hassiotis *et al.*, 2014). میزان اسانس با استفاده از رابطه ۱ و عملکرد اسانس با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شدند.

(رابطه ۱)

$(100) \times (\text{وزن خشک گیاه} / \text{وزن اسانس}) = \text{میزان اسانس (درصد)}$

(رابطه ۲)

درصد اسانس $\times$ ماده خشک = عملکرد اسانس (گرم در متر مربع)
محتوای خاکستر علوفه با سوزاندن نمونه ها در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت شش ساعت محاسبه شد. محتوای الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (Acid Detergent Fiber; ADF) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (Neutral Detergent Fiber; NDF) با استفاده از ۰/۲ گرم نمونه علوفه گوار بر اساس روش ون سوست (Van Soest *et al.*, 1991) تعیین شد.

نسبت برابری زمین LER ماده خشک با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد.

(رابطه ۳) $LER_Y = (Y_{ab} / Y_{aa}) + (Y_{ba} / Y_{bb})$

Y_{ab} و Y_{ba} به ترتیب عملکرد گوار و نعنای فلفلی در

مخلوط، و Y_{aa} و Y_{bb} به ترتیب عملکرد گوار و نعنای فلفلی در کشت خالص هستند (Yilmaz et al., 2015).

برای تعیین نسبت برابری زمین استاندارد LERs از کشت خالصی استفاده شد که حداکثر عملکرد را داشت (رابطه ۴).

$$\text{LERs} = (Y_{vp} / Y_{vv \max}) + (Y_{vp} / Y_{pp \max}) \quad (\text{رابطه ۴})$$

Y_{vp} و Y_{pv} به ترتیب عملکرد گوار و نعنای فلفلی در کشت مخلوط و Y_{pp} عملکرد گوار و Y_{vv} عملکرد نعنای فلفلی در کشت خالص هستند (Willey, 1979).

نسبت برابری زمین LER برای عملکرد اسانس با استفاده از رابطه ۵ تعیین شد.

$$\text{LER}_{EY} = (Y_{vpe} / Y_{vv}) + (Y_{vp} / Y_{pp}) \quad (\text{رابطه ۵})$$

Y_{vp} و Y_{pv} به ترتیب عملکرد گوار و عملکرد اسانس نعنای فلفلی در کشت مخلوط و Y_{pp} عملکرد گوار و Y_{vv} عملکرد نعنای فلفلی در کشت خالص هستند.

تجزیه داده‌ها شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها (با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد) با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. برای تجزیه آماری و مقایسه میانگین ویژگی‌های مربوط به نعنای فلفلی، به دلیل وجود کورت موهومی در شرایط کشت خالص نعنای فلفلی، تجزیه واریانس به صورت تک عاملی و مقایسه میانگین به صورت ترکیبات تیماری انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان کاشت و نسبت‌های کاشت بر عملکرد علوفه گوار در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش تیمارها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد علوفه (۶۳۴۸/۷ کیلوگرم در هکتار) در کاشت هم‌زمان و کشت خالص گوار و کمترین عملکرد علوفه (۱۷۰/۴ کیلوگرم در هکتار) از کاشت هم‌پوشان و

نسبت کاشت ۷۵ درصد نعنای فلفلی + ۲۵ درصد گوار بدست آمد (شکل ۲-ب). در کاشت هم‌زمان بیشترین عملکرد علوفه (۶۳۴۸/۷ کیلوگرم در هکتار) در کشت خالص گوار مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با نسبت کشت ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد نعنای فلفلی (۶۱۱۳/۹ کیلوگرم در هکتار) نداشت. کمترین عملکرد علوفه از نسبت کاشت ۵۰ درصد نعنای فلفلی + ۵۰ درصد گوار و نسبت کاشت ۲۵ درصد گوار + ۷۵ درصد نعنای فلفلی (به ترتیب ۳۶۱۶/۹ و ۳۸۴۶/۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. در تیمار کاشت هم‌پوشان، بیشترین عملکرد علوفه از کشت خالص گوار و نسبت کاشت ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد نعنای فلفلی (به ترتیب ۵۵۲۴/۱ و ۵۰۲۱/۲ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. کمترین عملکرد علوفه مربوط به نسبت کاشت ۲۵ درصد گوار + ۷۵ درصد نعنای فلفلی (۱۷۰۴/۳ کیلوگرم در هکتار) بود. برتری زراعت مخلوط نسبت به کشت خالص وقتی است که رقابت بین گونه‌ای برای منابع رشد نسبت به رقابت درون گونه‌ای کمتر باشد (Agegnehu et al., 2008). ظریف‌پور و همکاران (Zarifpour et al., 2014) در ارزیابی کشت مخلوط زیره سبز و نخود گزارش کردند که بالاترین عملکرد زیستی نخود (۱۴۵۳/۴ کیلوگرم در هکتار) و زیره (۶۵۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به کشت خالص و کمترین آن در زیره (۲۳۴/۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۸۰ درصد زیره + ۲۰ درصد نخود (۶۵ درصد کاهش نسبت به تک کشتی) و در نخود (۲۷۹/۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۱۰۰ درصد زیره سبز + ۲۰ درصد نخود (۸۱ درصد کاهش نسبت به تک کشتی) مشاهده شد. در آزمایش مربوط به کشت مخلوط جو و رازیانه، بیشترین عملکرد علوفه خشک (۶۸۰۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۱۰۰ درصد جو بدست آمد علت آن به ویژگی‌های متفاوت دو گیاه به لحاظ تفاوت در میزان آب میان بافتی و خصوصیات مورفولوژیک گیاهان، زمان

برداشت و مرحله برداشت جو با رازیانه نسبت داده شد (Kiani et al., 2014). نتایج تحقیق حاضر با نتایج پژوهش‌های یاد شده مطابقت دارد، هرچند در این تحقیق عملکرد علوفه در نسبت کشت ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد نعنای فلفلی تفاوت معنی‌داری با کشت خالص گوار نداشت که با توجه به مزایای کشت مخلوط از نظر افزایش تنوع زیستی و پایداری، این تیمار را می‌توان تیمار برتر در نظر گرفت. در مقابل نتایج این آزمایش، طریفی و همکاران (Toreifi et al., 2018) در کشت مخلوط جو و شبلیله نشان دادند که در تمامی نسبت‌های کشت مخلوط، میزان ماده خشک بیشتری نسبت به کشت خالص تولید شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نسبت‌های کشت بر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) معنی‌دار نبود، ولی اثر زمان کاشت و برهم‌کنش آنها به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بودند. بیشترین مقدار ADF (۳۶/۴ درصد) مربوط به تیمار ۵۰ درصد نعنای فلفلی + ۵۰ درصد گوار در تیمار کاشت هم‌پوشان و کمترین مقدار آن (۲۷ درصد) مربوط به تیمار ۵۰ درصد نعنای فلفلی + ۵۰ درصد گوار در کشت هم‌زمان بود (شکل ۱-الف). به نظر می‌رسد که کاهش رقابت درون‌گونه‌ای در شرایط کشت مخلوط باعث افزایش قدرت گیاه گوار در استفاده از منابع و افزایش قدرت رقابت و بهبود خصوصیات کیفی آن شده است. در آزمایشی که توسط نجف‌آبادی و همکاران (Najafabadi et al., 2017) روی گلرنگ و گاودانه (*Vicia Ervillia* L.) صورت گرفت گزارش شد که کشت خالص گاودانه در سیستم کم‌نهاد با ۳۹/۲۵ درصد، کمترین مقدار ADF علوفه را داشت. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2016) در ارزیابی کشت مخلوط جو با شبلیله گزارش کردند که با کاهش درصد جو در نسبت‌های مخلوط از مقدار ADF علوفه کاسته شد و بیشترین

مقدار ADF (۲۹/۱ درصد) از کشت خالص جو به دست آمد.

الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) یک شاخص جهت تخمین میزان الیاف علوفه از قبیل سلولز، همی سلولز، لیگنین، سیلیس، تانن و کوتین است. همی سلولز، سلولز و لیگنین بخش عمده فیبر علوفه را تشکیل داده و جزء کربوهیدرات‌های ساختمانی گیاه به شمار می‌روند (Nakhzari, 2013). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نسبت و زمان کاشت بر الیاف نامحلول در شوینده خنثی معنی‌دار نبود و برهم‌کنش تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار NDF (۱/۱۵ درصد) مربوط به تیمار ۲۵ درصد گوار + ۷۵ درصد نعنای فلفلی در تیمار کاشت هم‌پوشان و کمترین مقدار آن (۰/۹۹ درصد) مربوط به تیمار ۲۵ درصد گوار + ۷۵ درصد نعنای فلفلی در کاشت هم‌زمان بود. به غیر از تیمار ۲۵ درصد گوار + ۷۵ درصد نعنای فلفلی، کلیه نسبت‌های کشت در کاشت هم‌زمان و هم‌پوشان در یک سطح قرار داشتند (شکل ۱-ب). در آزمایش قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2016)، بیشترین میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی (۴۵/۷ درصد) در نسبت کشت ۱۰۰ درصد جو و کمترین مقدار آن (۳۳/۵ درصد) از تیمار ۱۰۰ درصد شبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) حاصل شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نسبت کشت و برهم‌کنش تیمارهای آزمایش بر میزان خاکستر علوفه معنی‌دار نبود، اما اثر زمان کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان خاکستر علوفه گوار (۱۷/۵ درصد) به کاشت دیرتر گوار و کمترین مقدار آن (۱۵/۸ درصد) به کاشت هم‌زمان دو گیاه تعلق داشت (شکل ۱-د). به نظر می‌رسد که در شرایط کشت هم‌پوشان کوتاه‌تر بودن دوره رشد و زودتر بودن زمان برداشت محصول، باعث افزایش میزان مواد معدنی در اندام هوایی گیاه گوار شده است.

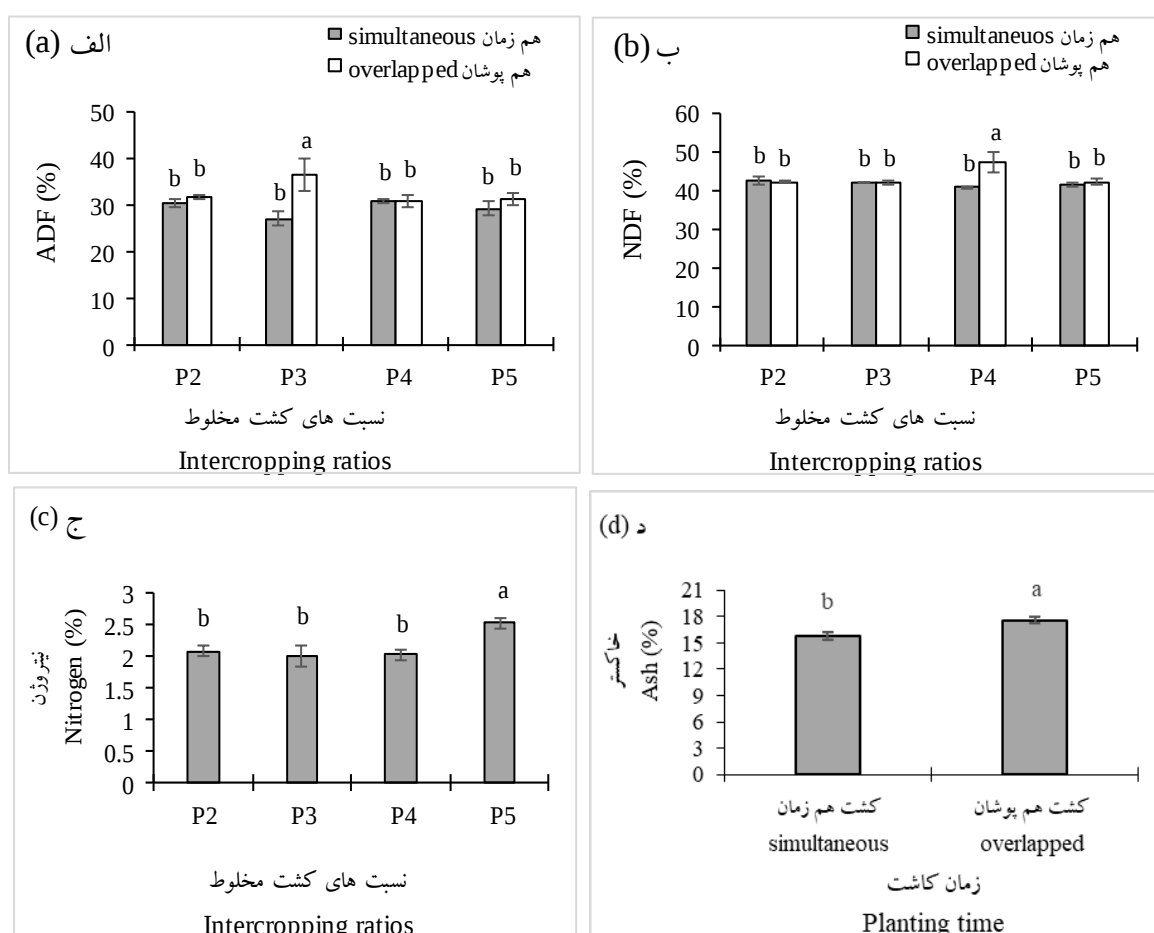
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نسبت کاشت و زمان کاشت در سطح احتمال پنج درصد بر محتوای نیتروژن بوته گوار معنی دار بود. بیشترین میزان نیتروژن بوته (۲/۳ درصد) مربوط به کاشت هم زمان و کمترین مقدار آن (۲/۰۳ درصد) مربوط به کاشت هم پوشان بود. به نظر می رسد که در کشت هم زمان به دلیل استقرار هم زمان بوته های گوار و نعنای فلفلی، شرایط برای رشد بوته های گوار فراهم تر از شرایط کاشت هم پوشان بوده و با توجه به فراهم بودن زمان بیشتر برای رشد، دسترسی گیاه به نیتروژن بیشتر بوده و در نتیجه جذب آن بهتر صورت گرفته است. بر اساس نتایج، بیشترین میزان نیتروژن (۲/۵ درصد) مربوط به نسبت ۲۵ درصد نعنای فلفلی + ۷۵ درصد گوار و کمترین مقدار آن (به ترتیب ۲/۰۸، ۲/۰۲ و ۲/۰۲ درصد) مربوط به کشت خالص گوار خالص، ۵۰ درصد نعنای فلفلی + ۵۰ درصد گوار و ۲۵ درصد گوار + ۷۵ درصد نعنای فلفلی بود که تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۱- ج). به نظر می رسد که دلیل افزایش محتوای نیتروژن بوته مربوط به توانایی جذب نیتروژن در هر دو گیاه گوار و نعنای فلفلی است که هر قدر میزان نیتروژن در دسترس آنها افزایش یابد، رشد رویشی آنها افزایش یافته و باعث افزایش میزان نیتروژن در گیاه خواهد شد. در تیمار کاشت هم پوشان به دلیل رشد اولیه بیشتر نعنای فلفلی، این گیاه در رقابت نسبت به گوار برتری داشته و نیتروژن خاک را بهتر مورد استفاده قرار داده است. بعلاوه به دلیل قدرت بیشتر نعنای فلفلی در رقابت، گوار رشد کمتری داشته و به همین دلیل دسترسی آن به نیتروژن کاهش یافته و در نتیجه جذب آن کاهش یافته است. در آزمایشی که توسط ظریف پور و همکاران (Zarifpour et al., 2014) در کشت مخلوط زیره سبز و نخود زراعی صورت گرفت، گزارش شد که تیمار ۶۰ درصد زیره سبز: ۴۰ درصد نخود، دارای بیشترین (۲/۶ درصد) و تیمار ۸۰ درصد زیره سبز: ۲۰ درصد نخود دارای کمترین میزان نیتروژن بودند که نشان دهنده

کمک نخود به جذب بهتر نیتروژن توسط گیاه زیره است که نتایج آزمایش حاضر با این یافته همخوانی نداشت.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان اسانس نعنای فلفلی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند. بیشترین میزان اسانس (۲/۱ درصد) مربوط به تیمار ۵۰ درصد نعنای فلفلی + ۵۰ درصد گوار در تیمار کاشت هم زمان بود که با نسبت های ۵۰ درصد نعنای فلفلی + ۵۰ درصد گوار در تیمار کاشت هم پوشان و ۲۵ درصد نعنای فلفلی + ۷۵ درصد گوار در تیمار کاشت هم زمان و ۲۵ درصد نعنای فلفلی + ۷۵ درصد گوار در تیمار کاشت هم پوشان تفاوت معنی داری نداشت. کمترین میزان اسانس (یک درصد) از تیمار ۷۵ درصد نعنای فلفلی + ۲۵ درصد گوار در تیمار کاشت هم پوشان حاصل شد (شکل ۲- ج). افزایش میزان اسانس در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص را می توان به افزایش فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت زیستی نیتروژن توسط گیاه گوار نسبت داد. بیگناه و همکاران (Bigonah et al., 2014) در کشت مخلوط گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) و شنبلیله گزارش کردند که تأثیر نسبت های کشت مخلوط بر درصد و عملکرد اسانس برگ گیاه گشنیز معنی دار بود. ابراهیم قوچی و همکاران (Ebrahim Ghochi et al., 2017) در آزمایش کشت مخلوط نعنای فلفلی و شنبلیله گزارش کردند که بیشترین میزان اسانس نعنای فلفلی (۲/۸۵ درصد) و شنبلیله (۰/۸۱ درصد) از نسبت کاشت ۱:۱ حاصل شد. پیرزاد و همکاران (Pirzad et al., 2018) گزارش کردند که بیشترین میزان اسانس گیاه سیاه دانه (*Nigella sativa* L.) (۱/۲۶ درصد) از نسبت کاشت مخلوط ۵۰:۵۰ (سیاه دانه: لوبیا) هم پوشان با کود زیستی به دست آمد نسبت به کشت خالص بدون کود ۲۸/۵ درصد افزایش داشت و کمترین میزان اسانس (۰/۹۰ درصد) مربوط به کشت خالص بدون کود بود.

واریانس نشان داد که عملکرد اسانس در مخلوط در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. بیشترین عملکرد اسانس در مخلوط (۹/۴ کیلوگرم در هکتار) مربوط به کشت خالص نعناع فلفلی بدست آمد که با تیمار ۵۰ درصد نعناع فلفلی + ۵۰ درصد گوار در تیمار کاشت هم پوشان (۸/۰۴ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی داری نداشت. کمترین عملکرد اسانس (۴/۸ کیلوگرم در

نتایج نشان داد که عملکرد اسانس در واحد سطح اشغالی در سطح یک درصد تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. بیشترین عملکرد اسانس (۲۱/۶ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار ۲۵ درصد نعناع فلفلی + ۷۵ درصد گوار در تیمار کاشت هم پوشان و کمترین مقدار آن (۶/۹ کیلوگرم در هکتار) مربوط به به تیمار ۷۵ درصد نعناع فلفلی + ۲۵ درصد گوار در تیمار کاشت هم پوشان بود. نتایج تجزیه



شکل ۱- اثر نسبت های مخلوط و زمان کاشت نعناع فلفلی و گوار بر الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (الف)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (ب) علوفه گوار و اثر نسبت های مخلوط بر میزان نیتروژن علوفه گوار (ج) و زمان کاشت بر میزان خاکستر علوفه گوار (د)

Fig. 1. Effect of intercropping ratios and planting time of peppermint and guar on ADF (a), NDF (b) of guar and the effect of intercropping ratios on forage nitrogen content (c) and planting time on forage ash content of guar (d)

P2: کشت خالص گوار، P3: ۵۰ درصد نعناع فلفلی + ۵۰ درصد گوار، P4: ۲۵ درصد گوار + ۷۵ درصد نعناع فلفلی، P5: ۲۵ درصد نعناع فلفلی + ۷۵ درصد گوار

P2: pure cropping of guar, P3: 50% peppermint + 50% guar, P4: 25% guar + 75% peppermint, P5: 25% peppermint + 75% guar

هکتار) از نسبت ۲۵ درصد نعنای فلفلی + ۷۵ درصد گوار در تیمار کاشت هم‌زمان بدست آمد. دلیل پایین بودن عملکرد اسانس در نسبت‌های ۷۵:۲۵ درصد دو گیاه را می‌توان به کمتر بودن عملکرد خشک در واحد سطح مخلوط نعنای فلفلی نسبت داد. نتایج آزمایش مافی و موسیلاری (Maffei and Mucciarelli, 2003) در ارتباط با کشت مخلوط نعنای فلفلی و سویا نشان داد که در نسبت‌های مختلف کشت، عملکرد اسانس نعنای فلفلی به دلیل کاهش زیست توده در مقایسه با کشت خالص کاهش یافت که نتایج این پژوهش با این موضوع همخوانی دارد. در آزمایش امانی ماچیان و همکاران (Amani Machiani et al., 2017) بیشترین عملکرد اسانس از تیمارهای ۳:۲ و ۲:۳ (باقلا:نعناع فلفلی) بدست آمد و کمترین میزان نیز از تیمار ۱:۲ بدون تفاوت معنی‌دار با تیمارهای ۱:۱ و ۱:۳ بدست آمد که نتایج تحقیق حاضر با این موضوع مطابقت ندارد. پیرزاد و همکاران (Pirzad et al., 2018) گزارش کردند که بیشترین عملکرد اسانس گیاه سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) (۰/۵۱ گرم در متر مربع) از کشت خالص هم‌پوشان با کود زیستی و کمترین مقدار آن (۰/۰۸ گرم در متر مربع) از نسبت‌های کاشت مخلوط ۷۵:۲۵ (سیاه‌دانه: لوبیا) بدون مصرف کود زیستی به‌دست آمد. در کشت خالص هم‌پوشان با کود زیستی، ۵۰ درصد افزایش عملکرد اسانس نسبت به کشت خالص بدون مصرف کود مشاهده شد.

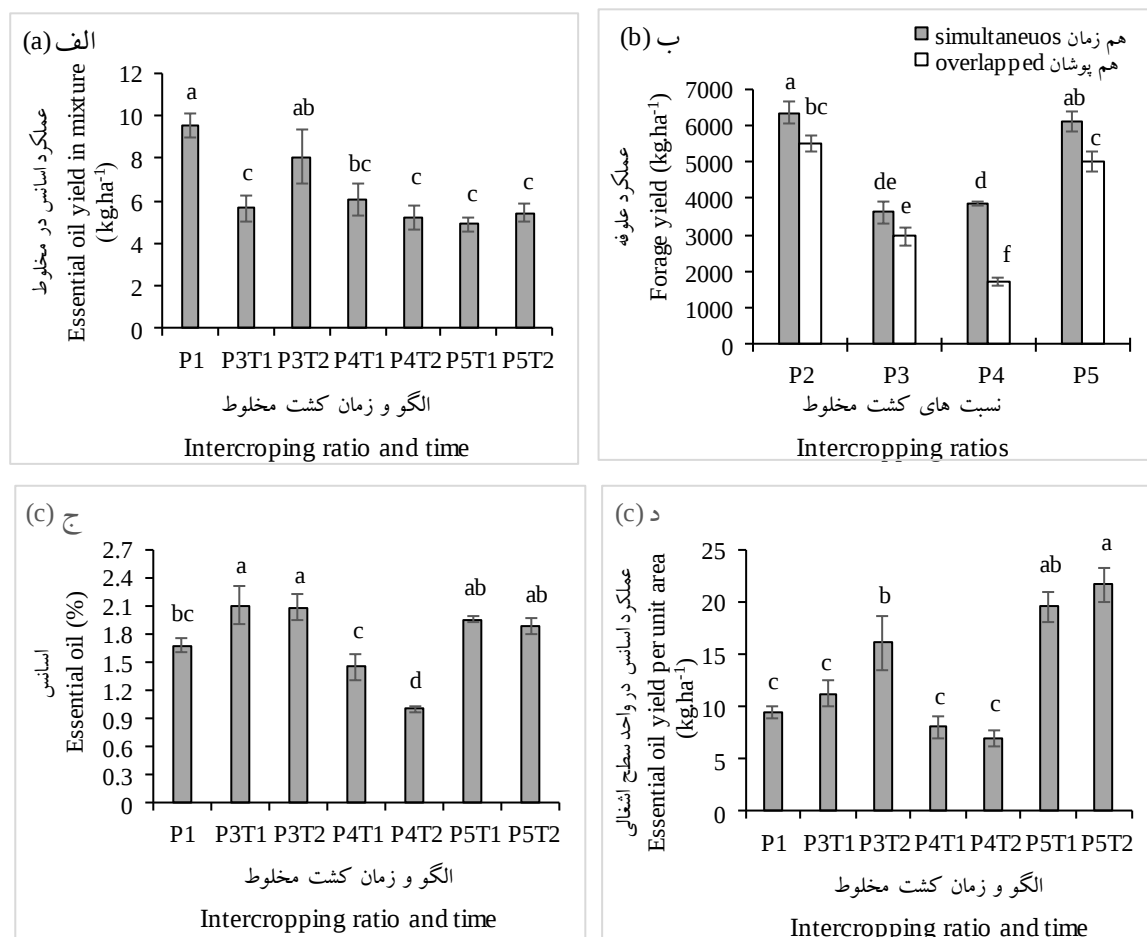
ارزیابی نسبت برابری زمین (LER) نشان داد که بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۴۲) متعلق به تیمار ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد نعنای فلفلی در تیمار کاشت هم‌پوشان بود (جدول ۱). در سایر تیمارها به استثنای تیمار ۵۰ درصد نعنای فلفلی + ۵۰ درصد گوار در تیمار کاشت هم‌زمان، نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود که می‌توان استدلال کرد به دلیل مهیا بودن آشیان اکولوژیک مناسب برای هر دو گیاه، استفاده از منابع محیطی برای گیاهان متناسب بوده و در این شرایط

حداقل رقابت برون‌گونه‌ای صورت گرفته و این ترکیب، نسبت به تک کشتی برتری داشته است. کمترین نسبت برابری زمین (۰/۹۷) در تیمار ۵۰ درصد گوار + ۵۰ درصد نعنای فلفلی در تیمار کاشت هم‌زمان دو گیاه مشاهده شد (جدول ۱). قلی‌نژاد و رضائی‌چیان (Gholinezhad, and Rezaei-Chiyaneh, 2014) در کشت مخلوط سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) با نخود گزارش کردند که بالاترین مقدار نسبت برابری زمین (۱/۴۵) از نسبت کاشت ۲۵ درصد نخود + ۷۵ درصد سیاه‌دانه حاصل شد و کمترین مقدار LER (۱/۳۶) از نسبت کاشت ۷۵ درصد نخود + ۲۵ درصد سیاه‌دانه به دست آمد که نشان دهنده افزایش ۴۵ درصدی سودمندی نسبت به کشت خالص است. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) در ارزیابی کشت مخلوط زعفران و زیره سبز نشان دادند که بیشترین نسبت برابری زمین از کشت مخلوط به نسبت ۵۰:۵۰ حاصل شد. در آزمایش کشت مخلوط باقلا و نعنای فلفلی نسبت برابری زمین در کلیه الگوهای کاشت به جز تیمار ۱:۱ بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود (Amani Machiani et al., 2017).

مقدار نسبت برابری زمین استاندارد (LER_s) محصول نعنای فلفلی و گوار در جدول ۱ نشان داده شده است. بیشترین مقدار LER_s (۱/۲۳) به تیمار ۲۵ درصد نعنای فلفلی + ۷۵ درصد گوار در تیمار کاشت هم‌زمان تعلق داشت. در تیمارهای ۷۵ درصد نعنای فلفلی + ۲۵ درصد گوار در تیمار کاشت هم‌زمان و تیمار ۲۵ درصد نعنای فلفلی + ۷۵ درصد گوار در تیمار کاشت هم‌پوشان، LER_s به ترتیب ۱/۱۴ و ۱/۱۳ بوده و کمترین مقدار آن (۰/۹۰) به تیمار ۵۰ درصد نعنای فلفلی + ۵۰ درصد گوار در تیمار کاشت هم‌زمان تعلق داشت. سخاوی و همکاران (Sakhavi et al., 2017) در کشت مخلوط زیره (*Cuminum cyminum* L.) و باقلا گزارش کردند که در

کلیه تیمارهای کشت مخلوط، به جز مخلوط ۴:۴ زیره باقلا در تیمار کودی ۱۰۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد شیمیایی + ۵۰ درصد زیستی، LERs بزرگتر از یک بود که نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک کشتی بود. در آزمایش امانی ماچیان و همکاران (Amani Machiani *et al.*, 2017) در کشت مخلوط نعناع فلفلی و باقلا نسبت برابری استاندارد فقط در نسبت‌های ۳:۲، ۳:۳ و ۱:۳ بالاتر از یک بود. بیشترین نسبت برابری زمین استاندارد (۱/۳۱) به الگوی ۲:۳ (باقلا: نعناع فلفلی) تعلق داشت.

کلیه تیمارهای کشت مخلوط، به جز مخلوط ۴:۴ زیره باقلا در تیمار کودی ۱۰۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد شیمیایی + ۵۰ درصد زیستی، LERs بزرگتر از یک بود که نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک کشتی بود. در آزمایش امانی ماچیان و همکاران



شکل ۲- اثر نسبت‌های مخلوط و زمان کاشت نعناع فلفلی و گوار بر عملکرد اسانس نعناع فلفلی در مخلوط (الف)، عملکرد علوفه گوار (ب)، درصد اسانس نعناع فلفلی (ج) و عملکرد اسانس در واحد سطح (د)

Fig. 2. Effect of intercropping ratios and planting time of peppermint and guar on essential oil yield of peppermint (a), forage yield of guar (b), essential oil content (c) and essential oil yield per unit area (d)

P2: کشت خالص نعناع فلفلی، P3: ۵۰ درصد نعناع فلفلی + ۵۰ درصد گوار، P4: ۲۵ درصد گوار + ۷۵ درصد نعناع فلفلی، P5: ۲۵ درصد نعناع فلفلی + ۷۵ درصد گوار، T1: کاشت هم‌زمان نعناع فلفلی و گوار، T2: کاشت هم‌پوشان نعناع فلفلی و گوار

P2: sole cropping of peppermint, P3: 50% peppermint + 50% guar, P4: 25% guar + 75% peppermint, P5: 25% peppermint + 75% guar, T1: simultaneous intercropping of peppermint and guar and T2: overlapped intercropping of peppermint and guar

فلفلی + ۷۵ درصد گوار در تیمار کاشت هم‌زمان و کمترین مقدار آن (۰/۹۶) در تیمار ۷۵ درصد

نتایج نشان داد که بیشترین نسبت برابری زمین از نظر عملکرد اسانس (۱/۴۸) در تیمار ۲۵ درصد نعناع

نوعان فلفلی + ۲۵ درصد گوار در تیمار کاشت هم‌پوشان از یک بود و این نشان دهنده برتری کشت مخلوط مشاهده شد. عملکرد اسانس در سایر تیمارها نیز بیشتر نسبت به کشت خالص است.

جدول ۱- نسبت برابری زمین، نسبت برابری زمین استاندارد و نسبت برابری زمین عملکرد اسانس در تیمارهای کشت مخلوط نوعان فلفلی و گوار

Table 1. LER, standard LER and LER for essential oil yield in peppermint and guar intercropping treatments

تیمارهای آزمایشی Treatments	نسبت برابری زمین LER			نسبت برابری زمین استاندارد LER Standard			نسبت برابری زمین عملکرد اسانس LER for essential oil yield		
	گوار Guar	نوعان فلفلی Peppermint	مجموع Total	گوار Guar	نوعان فلفلی Peppermint	مجموع Total	گوار Guar	نوعان فلفلی Peppermint	مجموع Total
P ₃ T ₁	0.57	0.40	0.97	0.52	0.37	0.90	0.57	0.45	1.03
P ₃ T ₂	0.54	0.67	1.21	0.43	0.53	0.96	0.54	0.85	1.39
P ₄ T ₁	0.40	0.81	1.21	0.37	0.76	1.14	0.48	0.53	1.02
P ₄ T ₂	0.30	0.91	1.22	0.24	0.72	0.97	0.39	0.56	0.96
P ₅ T ₁	0.97	0.37	1.34	0.88	0.34	1.23	0.97	0.42	1.39
P ₅ T ₂	0.91	0.51	1.42	0.73	0.40	1.13	0.91	0.56	1.48

P₃T₁: کاشت هم‌زمان، ۵۰ درصد نوعان فلفلی + ۵۰ درصد گوار، P₃T₂: کاشت هم‌پوشان، ۵۰ درصد نوعان فلفلی + ۵۰ درصد گوار، P₄T₁: کاشت هم‌زمان، ۷۵ درصد نوعان فلفلی + ۲۵ درصد گوار، P₄T₂: کاشت هم‌پوشان، ۷۵ درصد نوعان فلفلی + ۲۵ درصد گوار، P₅T₁: کاشت هم‌زمان، ۲۵ درصد نوعان فلفلی + ۷۵ درصد گوار، P₅T₂: کاشت هم‌پوشان، ۲۵ درصد نوعان فلفلی + ۷۵ درصد گوار

P₃T₁: simultaneous, 50% peppermint + 50% guar, P₃T₂: overlapped, 50% peppermint + 50% guar, P₄T₁: simultaneous, 75% peppermint + 25% guar, P₄T₂: overlapped, 75% peppermint + 25% guar, P₅T₁: simultaneous, 25% peppermint + 75% guar, P₅T₂: overlapped, 25% peppermint + 75% guar

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که از نظر عملکرد علوفه گوار در واحد سطح، کشت خالص و تیمار ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد نوعان فلفلی برترین تیمارها بودند. از نظر زمان کاشت، کاشت هم‌زمان نسبت به کاشت هم‌پوشان ارجحیت داشت. در مورد کیفیت علوفه گوار تیمار ۵۰ درصد گوار + ۵۰ درصد نوعان فلفلی دارای بهترین خصوصیات کیفی بود و کاشت هم‌پوشان نسبت به کاشت هم‌زمان برتری داشت. بیشترین عملکرد اسانس از تیمار کشت خالص

نوعان فلفلی و تیمار ۵۰ درصد نوعان فلفلی + ۵۰ درصد گوار حاصل شد. بیشترین نسبت برابری زمین مربوط به تیمار ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد نوعان فلفلی بود. بر اساس نتایج این تحقیق برای افزایش کیفیت علوفه گوار، کشت مخلوط هم‌زمان و نسبت ۷۵ درصد گوار + ۲۵ درصد نوعان فلفلی و برای بهبود عملکرد اسانس نوعان فلفلی، کشت مخلوط هم‌پوشان و نسبت ۵۰ درصد نوعان فلفلی + ۵۰ درصد گوار نسبت به تک کشتی برتری داشته و برای منطقه مورد مطالعه مناسب‌تر هستند.

References

- Agegehu, G., A. Ghizaw and W. Sinebo. 2008. Yield potential and land-use efficiency of wheat and faba bean mixed intercropping. *Agron. Sustain. Dev.* 28(2): 257-263.
- Ahmadi Nouraldin, F., M.R. Moradi Telavat, S.A. Siadat and A. Moshatati. 2018. The reaction of vegetative and reproductive growth of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) to humic acid application with irrigation water in different planting densities. *Iran. J. Pulse. Res.* 10(2): 104-118. (In Persian with English

abstract).

- Amani Machiani, M., A. Javanmard and F. Shekari. 2017.** The effect of intercropping patterns on peppermint (*Mentha piperita* L.) dry biomass yield and essential oil content and faba bean (*Vicia faba* L.) seed yield. J. Crop Prod. Proces. 7(3): 79-97. (In Persian with English abstract).
- Awal, M. A., H. Koshi and T. Ikeda. 2006.** Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agric. Meteorol. 139 :74-83.
- Aynehband, A. 2014.** Ecology of Agricultural Systems. (2nd Ed.) Shahid Chamran University Press. (In Persian).
- Bargaz, A., M.E. Isaac, E.S. Jensen and G. Carlsson. 2015.** Intercropping of faba bean with wheat under low water availability promotes faba bean nodulation and root growth in deeper soil layers. Procedia Environ. Sci. 29: 111-112.
- Bigonah, R., P. Rezvani Moghaddam and M. Jahan. 2014.** Effects of intercropping on biological yield, percentage of nitrogen and morphological characteristics of Coriander and Fenugreek. Iran. J. Field Crops Res. 12(3): 369-377. (In Persian with English abstract).
- Ebrahim Ghochi, Z., G. Mohsenabadi and M. Majidian. 2017.** Evaluation of yield, quantity and quality traits in intercropping of Peppermint (*Mentha piperita* L.) and Fenugreek (*Trigonella foenum - graceum* L.) under different planting dates. J. AgriC. Sci. Sustain. Prod. 27(3): 1-15. (In Persian with English abstract).
- Ebrahimi, S., A. Abbasi Sourki and S. Fallah. 2017.** Effects of different nitrogen levels and transplanting date on growth characteristics, yield and essential oil of peppermint in row intercropping whit lentil. J. Crop Prod. 10(3) :119-132. (In Persian with English abstract).
- Dhaker, H., S.L. Mundra, and N.K. Jain. 2009.** Weed management in cluster bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.]. Indian J. Weed Sci. 41: 224-227.
- Ghanbari, S., M.R. Moradi Telavat and S.A. Siadat. 2016.** Evaluation of competitive indices in barley intercropped with fenugreek under manure applications. J. Crops Improv. 18(4): 821-834. (In Persian with English abstract).
- Gholinezhad, E. and E. Rezaei Chiyaneh. 2014.** Evaluation of grain yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) in intercropping with chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iran. J. Crop Sci. 16(3): 236-249. (In Persian with English abstract).
- Hassiotis, C.N., F. Ntana, D.M. Lazari, S. Poullos and K.E. Vlachonasios. 2014.** Environmental and developmental factors affect essential oil production and quality of *Lavandula angustifolia* during flowering period. Ind. Crops Prod. 62: 359-366.
- Kiani, S., S.A. Siadat, M.R. Moradi Telavat, A.R. Abdali Mashhadi and M. Sare. 2014.** Effect of nitrogen rates on yield and quality of forage in intercropping of barley (*Hordeum vulgare* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare* L.). Iran. J. Crop Sci. 16(2):77-90. (In Persian with English abstract).

- Koocheki, A., S. M. Seyyedi and S.H. Gharaei. 2016.** Evaluation of the effects of saffron–cumin intercropping on growth, quality and land equivalent ratio under semi-arid conditions. *Sci. Hort.* 201: 190-198.
- Maffei, M. and M. Mucciarelli. 2003.** Essential oil yield in peppermint soybean strip intercropping. *Field Crops Res.* 84(3): 229-240.
- Najafabadi, A., J. Jalilian and M. Zardoshti. 2017.** The effect of intercropping patterns on quantitative and qualitative characteristics of safflower and bitter vetch in high-input and low-input farming systems. *J. Crops Improv.* 19(2): 445-460.
- Nakhzari Moghaddam, A. 2014.** The yield and forage quality of intercropping barley and mustard in different planting dates. *J. Crop Prod.* 5(4): 173-190. (In Persian with English abstract).
- Namdari, M. and S. Mahmoudi. 2013.** Evaluation of yield and productivity indices in planting ratios of intercropping of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and canola (*Brassica napus* L.). *Iran. J. Crop Sci.* 14(4): 346-357. (In Persian with English abstract).
- Nasiri Mahallati, M., A. Koocheki, P. Rezvani Moghadam and A. Beheshti. 2015.** Agroecology. Ferdowsi University of Mashhad Press (In Persian).
- Omidbeigi, R. 2015.** Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 1). (8nd Ed.) Astan Quds Publication. (In Persian).
- Pirzad, A., S. Davirani, J. Jalilian and E. Rezaei Chiyaneh. 2018.** The physiological role of bio-fertilizers in improving the crop yield of black cumin and common bean intercropping. *J. Crop Prod. Proc.* 8(1): 87-101. (In Persian with English abstract).
- Sakhavi, S., R.M. Amini, M.R. Shakiba and A. Dabbagh Mohammadi Nasab. 2017.** Effect of bio- and chemical fertilizers on grain and essential oil yield of cumin (*Cuminum cyminum* L.) in intercropping with faba bean (*Vicia faba* L.). *J. Agric. Sci. Sustain. Prod.* 27(2): 49-63. (In Persian with English abstract).
- Shabahang, J., S. Khorramdel and R. Gheshm. 2013.** Evaluation of symbiosis with mycorrhiza on yield, yield components and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and ajowan (*Carum copticum* L.) under different nitrogen levels. *Agroecology*, 5 (3): 289-298. (In Persian with English abstract).
- Toreifi, SH., E. Fateh and A. Ayneband. 2018.** The effect of different barley (*Hordeum vulgare*) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) intercropping planting ratio under nitrogen fertilizer on dry matter quality and quantity. *J. Crop Prod.* 11(1): 23-35. (In Persian with English abstract).
- Van Soest, P.J, J.B. Roberson and B.A. Lewis. 1991.** Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Verma, R., A. Chauhan, R.S. Verma, L.U. Rahman and A. Bish. 2013.** Improving production potential and resources use efficiency of peppermint (*Mentha piperita* L.) intercropped with geranium (*Pelargonium graveolens* L. Herit ex Ait) under different plant density. *Ind. Crops Prod.* 44: 577-582.
- Wiley, R.W. 1979.** Intercropping its importance and research needs: Part I. Competition and yield advantage.

Field Crop Abs. 32: 1-10.

Yilmaz, S., A. Ozel, M. Atak and M. Erayaman. 2015. Effects of seeding rates on competition indices of barley and vetch intercropping systems in the Eastern Mediterranean. Turk J. Agric. For. 39: 135-143.

Zarifpour, N., M.T. Naseri and M. Nassiri Mahallati. 2014. Evaluate the effect of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) on quantity and quality characteristics of species. Iran. J. Field Crops Res. 12(1): 34-43. (In Persian with English abstract).

Effect of simultaneous and overlapped intercropping ratios on essential oil yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) and forage quality of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.)

Shahbazi, M.¹, A. Khodaei- Joghani², M.R. Moradi-Telavat³ and A. Moshatati⁴

ABSTRACT

Shahbazi, M., A. Khodaei- Joghani, M.R. Moradi-Telavat and A. Moshatati. 2021. Effect of simultaneous and overlapped intercropping ratios on essential oil yield of peppermint (*Mentha piperita* L.) and forage quality of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*. 23(2): 127-141. (In Persian).

To evaluate the effect of simultaneous and overlapped intercropping ratios on yield and quality of essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.) and forage of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.), an experiment was conducted as factorial arrangements in randomized complete block design with four replications in Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran during 2017-2018. Experimental factors included: planting time at two levels (simultaneous and overlapped planting of peppermint and guar) and intercropping ratios at five levels (sole planting of peppermint, sole planting of guar, 50% peppermint + 50% guar, 25% guar + 75% peppermint and 25% peppermint 75% guar). The results showed that at simultaneous intercropping the highest forage yield obtained from sole guar (6348 kg.ha⁻¹), which was not significantly different from the planting ratio of 75% guar + 25% peppermint. In overlapped intercropping, the highest forage yield obtained from sole guar and 75% guar + 25% peppermint planting ratio, respectively. The highest guar ADF (36.4%) obtained from the planting ratio of 50% peppermint + 50% guar under overlapped intercropping. The highest peppermint essential oil content (2.1%) obtained from 50% peppermint + 50% guar planting ratio in the simultaneous intercropping. The highest essential oil yield (9.49 kg.ha⁻¹) belonged to the treatment of sole peppermint. The highest LER (1.42) belonged to 75% guar + 25% peppermint planting ratio in overlapped intercropping. The results showed that for increasing the quality of guar forage, simultaneous intercropping and 75% guar + 25% peppermint planting ratio and -for improving peppermint essential oil yield, overlapped intercropping and 50% peppermint + 50% guar planting ratio was suitable.

Key words: Cluster bean, Forage quality, Land equivalent ratio and Row intercropping

Received: November, 2020 Accepted: May, 2021

1. MSc Graduated Student, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

2. Assistant Prof., Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
(Corresponding author) (Email: a.khodaei@asnrukh.ac.ir)

3. Associate Prof., Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

4. Assistant Prof., Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran