نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۳۷-۲۲۹

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 2, Summer 2014, p. 229-237

ارزیابی تأثیر تراکم بوته و الگوهای کشت بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بالنگو (*Lallemantia royleana* Benth.)

علیرضا کوچکی[1*]، سارا بخشائی[2]، علی تبرائی[3] و لیلا جعفری[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر الگو و تراکم کشت بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بالنگو (*Lallemantia royleana* Benth.) آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از تراکم‌های مختلف کاشت در سه سطح ۶۰، ۷۰، ۸۰ بوته در متر مربع و روش‌های کشت در سه سطح جوی و پشته‌ای، کرتی خطی و کرتی درهم. صفات اندازه‌گیری شده شامل صفات کمی از جمله ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت و صفات کیفی شامل میزان موسیلاژ بذر، فاکتور تورم و عملکرد موسیلاژ بود. نتایج نشان داد که تراکم‌های مختلف کشت بر صفات کمی این گیاه به جز وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری داشت ($p\leq$۰/۰۵). تاثیر تراکم بوته بر صفات کیفی به جز عملکرد موسیلاژ معنی‌دار نبود. الگوهای مختلف کشت نیز به جز ارتفاع بوته گیاه بالنگو بر سایر صفات تاثیر معنی‌داری نداشت. با این حال بیشترین میزان صفات کمی و کیفی به روش جوی و پشته‌ای اختصاص داشت. بررسی اثرات متقابل تراکم و الگوی کاشت، نشان داد که بیشترین عملکرد بذر و موسیلاژ در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع همراه با الگوی کشت جوی و پشته‌ای به‌دست آمد. عدم تأثیر معنی‌دار الگوی کاشت و تراکم بر وزن دانه نشان می‌دهد که بالنگو می‌تواند شرایط محیطی را به‌خوبی تحمل نماید که این یکی از ویژگی‌های مهم برای انتخاب و توسعه کاشت گیاهان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، فاکتور تورم، موسیلاژ

مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت و نیاز مبرم صنایع داروسازی به گیاهان دارویی به عنوان مواد اولیه تولید دارو، ناتوانی در تولید پاره‌ای از داروهای حیاتی توسط صنایع داروسازی و همچنین اهمیت مواد مؤثره گیاهان دارویی در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی باعث شده است که توجه و تحقیق پیرامون این دسته گیاهان از نقطه نظر کشت، تولید و مصرف از اهمیت خاصی برخوردار باشد (El-Gendy et al., 2001). مواد مؤثره اگرچه اساساً با فرآیندهای ژنتیکی مرتبط است، ولی سنتز آنها به طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد، به‌طوری که عوامل محیطی سبب تغییراتی در رشد و نمو گیاه دارویی و نیز کمیت و کیفیت مواد مؤثره آن‌ها می‌شود (OmidBeigi, 1995). در بوم‌نظام‌های زراعی و مدیریت‌های متفاوت تولید، شناخت عوامل افزایش‌دهنده کمیت و کیفیت محصول امری ضروری است که بسته به نوع گیاه می‌تواند جهت دستیابی به عملکرد مطلوب و مورد نظر، مورد ملاحظه قرار گیرد (Koocheki et al., 1997). یکی از پیش‌شرط‌های لازم برای دستیابی به عملکرد بالای گیاهی، تأمین شرایط مطلوب جهت استفاده از تابش خورشیدی به منظور تولید مواد فتوسنتزی در بالاترین حد کارآیی آن است (Beheshti et al., 2002). دستیابی به این هدف با تغییر تراکم بوته و توزیع بوته‌ها در واحد سطح زمین میسر است (Latmahalleh et al., 2011). تراکم بوته بر رقابت درون جمعیت گیاهی، رشد رویشی و زایشی مؤثر می‌باشد. بنابراین، هدف از فاصله‌گذاری مناسب میان بوته‌ها آن است که ترکیبی مناسب از عوامل محیطی (آب، اقلیم، نور و خاک) برای حصول حداکثر عملکرد با کیفیت مطلوب تأمین شود (Biyabani,

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استاد و دانشجوی دکتری رشته اگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- مربی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان
(*- نویسنده مسئول: (Email: akooch@um.ac.ir

2008). اثر توزیع یکنواخت بوته در واحد سطح بر دریافت مناسب نور درون پوشش گیاهی نمایان می‌شود. بنابراین، اثر اصلی آرایش کاشت و تراکم گیاهی بر محصول، عمدتاً به علت تفاوت در چگونگی توزیع انرژی تابش خورشید است. با توجه به این‌که سرعت رشد محصول تابعی از انرژی تشعشعی مورد استفاده در فتوسنتز است، لذا افزایش جذب تابش خورشیدی منجر به افزایش عملکرد می‌شود (Ozuniduji et al., 2007). نتایج حاصل از پژوهش بریماوندی و همکاران (Berimavandi et al., 2011) روی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) نشان داد که تأثیر تراکم بر وزن خشک تک بوته، تعداد گل در بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن خشک گل و مقدار اسانس در ۱۰۰ گرم گل معنی‌دار بود، به‌طوری‌که با افزایش تراکم، از ۲۰ به ۸۰ بوته در متر مربع، همه شاخص‌های ذکر شده کاهش نشان داد، درحالی‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس در واحد سطح در تراکم ۶۰ بوته در متر مربع حاصل شد.

بالنگو (*Lallemantia royleana* Benth.) گیاهی دارویی و یکساله از خانواده نعناعیان بوده که حاوی اسانس و موسیلاژ است (Zarghani, 1989). عده‌ای از محققین با بررسی رسوبات مناطق شمال یونان، بیان داشتند که بذرهای جنس *Lallemantia* در عصر برنز (۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح) مورد استفاده قرار می‌گرفته است. آنها پس از بررسی‌های باستان‌شناسی بیان داشتند که یکی از این بذرها، بذرهای گیاه بالنگو است (Roohi Nogh, 2011 به نقل از Jones, 2005). از طرف دیگر، والاموتی (Valamoti, 2010) گزارش کرد که بذرهای یافت شده از عصر برنز در شمال یونان منشأ اروپایی نداشته و از ایران و افغانستان به این منطقه تجارت می‌شده است. بنابراین، طبق بررسی‌های انجام شده می‌توان گفت که گیاه بالنگو بومی منطقه خاورمیانه، قفقاز، شمال هند و پاکستان می‌باشد. دانه موسیلاژی آن استفاده‌های وسیعی در غذاهای گوناگون با اهداف درمانی دارد و همچنین به عنوان یک افزودنی خوش‌طعم‌کننده در نوشیدنی‌های سرد مورد استفاده قرار می‌گیرد (Malavya & Dutt, 1941).

از آنجاکه این گیاه هنوز به صورت اهلی شده از نظر زراعی در ایران کشت نمی‌شود و تنها بصورت پراکنده و در سطح بسیار اندکی کشت می‌شود، ضرورت اهلی‌سازی آن با توجه به الگوهای رایج و رعایت عدم مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی احساس می‌شود. از طرف دیگر تحقیقات انجام شده روی این گیاه در جهان و از جمله ایران بسیار کم می‌باشد. لذا این آزمایش با هدف بررسی اثر الگوهای کشت و تراکم بر رشد و عملکرد کمی وکیفی گیاه دارویی بالنگو در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی ´۲۸ °۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی ´۱۵ °۳۶ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا)، به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. هر یک از کرت‌های آزمایش در ابعاد ۱/۵× ۱/۵ متر مربع ایجاد شد. به‌منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها، بین کرت‌ها و تکرارها به ترتیب ۰/۵ و یک متر فاصله به صورت نکاشت در نظر گرفته شد. فاکتورهای آزمایش عبارت از تراکم‌های مختلف کاشت گیاه دارویی بالنگو در سه سطح ۶۰، ۷۰، ۸۰ بوته در متر مربع و روش‌های کشت در سه سطح جوی و پشته‌ای، کرتی خطی و کرتی درهم بودند. قبل از عملیات کاشت ابتدا در زمین مورد نظر دو دیسک عمود بر هم زده شد و سپس با دستگاه ماله، تسطیح انجام شد. از بستر کود گاوی پوسیده به میزان ۱۰ تن در هکتار به منظور تأمین نیازهای تغذیه‌ای گیاه استفاده شد. بذور مورد استفاده از توده بومی خراسان شمالی بود که از عرصه‌های طبیعی جمع‌آوری گردید. کاشت در سه الگوی جوی و پشته‌ای (کشت روی پشته‌هایی با عرض ۳۰ سانتی‌متر)، کرتی خطی (کشت داخل کرت‌های مسطح با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر) و کرتی درهم (کشت داخل کرت‌های مسطح بصورت درهم) بدون در نظر گرفتن تراکم انجام شد و بذرها با مقدار کمی خاک پوشانده شد. به‌منظور ممانعت از خشک شدن خاک و اختلال در جوانه‌زنی، دور آبیاری‌های اولیه هر چهار روز و پس از استقرار گیاهچه‌های آن، آبیاری با دور هفت روز تا پایان فصل رشد انجام گرفت. پس از رسیدن گیاه به مرحله ۶-۴ برگی برای اعمال تراکم‌های مورد نظر تنک کردن بوته‌ها با دست انجام شد. وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شده و در طول آزمایش، از هیچ ماده شیمیایی نظیر آفت‌کش استفاده نگردید. در پایان فصل رشد به منظور اندازه‌گیری ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد بذر و شاخص برداشت، گیاهان هر کرت با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای برداشت شدند. بذور بدست آمده از هر تیمار برای محاسبه شاخص‌های کیفی از جمله درصد موسیلاژ

(٪)، فاکتور تورم (میلی‌متر) و عملکرد موسیلاژ (کیلوگرم در هکتار) به آزمایشگاه منتقل شد.

در این آزمایش برای اندازه‌گیری درصد موسیلاژ گیاه بالنگو روش‌های متعددی از جمله روش گرم و روش سرد بررسی شد (Tabrizi, 2004). با توجه به این‌که موسیلاژ بالنگو به شدت به بذر چسبیده است، هیچکدام از روش‌های فوق برای اندازه‌گیری درصد موسیلاژ مناسب نبود. بنابراین، با تغییرات جزئی در دستگاه آبمیوه-گیری موسیلاژ بذر استخراج شد (به نقل از Roohi Nogh, 2011). به این صورت که ابتدا تیغه‌های میانی بخش قیف‌مانند دستگاه را برداشته و سطح داخلی آن کاملا صاف شد، بنابراین یک بخش قیف-مانند با دیواره‌های دارای سوراخ‌های ریز (قطر سوراخ‌ها کمتر از ۰/۵ میلی‌متر) حاصل شد که دانه بالنگو نمی‌توانست از آن خارج شود. اساس کار بر پایه نیروی گریز از مرکز بود. مقدار ۵ گرم بذر به مدت ۲۴ ساعت در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر خیسانده شد تا موسیلاژ آن کاملاً در اطراف بذر متورم شود. سپس نمونه، پس از گرم کردن در داخل دستگاه ریخته شد. موسیلاژ بذور پس از برخورد به دیواره‌های دستگاه سست و از سوراخ‌های دیواره خارج شدند، ولی بذرها داخل دستگاه باقی ماندند. بذرها پس از جمع‌آوری با مقداری آب مقطر مخلوط شده و مجدداً عمل فوق برای هر نمونه پنج بار تکرار شد، به-طوری‌که پس از این مرحله، بذرها کاملا عاری از موسیلاژ بودند. سپس موسیلاژ مرطوب در داخل ظروف نسوز قرار داده شد. این ظروف به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از توزین هر نمونه، مقدار موسیلاژ که به صورت لایه‌ای نازک و کاملا خشک به ته ظرف چسبیده بود، اندازه‌گیری و درصد موسیلاژ محاسبه شد.

تورم بذر از خصوصیات بذور حاوی ماده موسیلاژ می‌باشد که در اثر جذب آب، موسیلاژ موجود در بذور متورم می‌شود. جهت تعیین فاکتور تورم یک گرم بذر درون استوانه مدرج ۲۵ میلی‌لیتر ریخته شد و حجم بذر خشک درون لوله مشخص شد. سپس استوانه مدرج تا حجم ۲۰ میلی‌لیتر از آب مقطر پر شد. پس از ۲۴ ساعت افزایش حجم اشغال شده توسط دانه‌ها درون آب اندازه‌گیری شد و به عنوان فاکتور تورم گزارش گردید (Roohi Nogh, 2011 به نقل از Tabrizi, 2004).

عملکرد موسیلاژ برای هر هکتار از طریق معادله (۱) محاسبه و بر حسب کیلوگرم موسیلاژ در هکتار بیان شد در این معادله عملکرد بذر بر حسب کیلوگرم در هکتار و مقدار موسیلاژ بر حسب درصد بود (Roohi Nogh, 2011):

معادله (۱) (عملکرد دانه × مقدار موسیلاژ) = عملکرد موسیلاژ

تجزیه واریانس داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس حداقل تفاوت معنی‌دار LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثر الگوی کاشت بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی بالنگو

با توجه به جدول تجزیه واریانس، اعمال الگوهای مختلف کشت بر گیاه دارویی بالنگو تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) بر ارتفاع بوته گیاه داشت، ولی تأثیر آن بر تعداد شاخه جانبی، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد بذر و شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۱). با این حال، روش جوی و پشته‌ای بیشترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد بذر، وزن هزار دانه و شاخص برداشت را به ترتیب با میانگین‌های ۳۰/۵ سانتی‌متر، ۱۷/۷ عدد، ۳۱۰۲/۲ کیلوگرم در هکتار، ۴۲۴/۲ کیلوگرم در هکتار، ۱/۴ گرم و ۱۳/۶ درصد را به خود اختصاص داد و کمترین ارتفاع بوته (۲۳/۲ سانتی‌متر)، تعداد شاخه جانبی (۱۱/۵ عدد)، عملکرد بیولوژیک (۲۵۹۱/۲ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بذر (۳۳۳/۶ کیلوگرم در هکتار)، وزن هزار دانه (۱/۳ گرم) و شاخص برداشت (۱۲/۶ درصد) نیز در بین این تیمارها در تیمار کشت به صورت کرتی درهم مشاهده شد (جدول ۲). با توجه به این‌که در تیمارهای جوی و پشته‌ای آب بهتر در دسترس گیاه بوده است و این موضوع دستیابی بهتر به عناصر غذایی را برای گیاه در پی دارد، لذا در دسترس بودن بیشتر آب و عناصر غذایی ضروری گیاه از طریق افزایش میانگره‌ها ارتفاع گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Sarmadnia & Koocheki, 2003).

الگوهای کاشت بر صفات کیفی از جمله درصد موسیلاژ، فاکتور تورم و عملکرد موسیلاژ اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). با این‌حال، حداکثر درصد موسیلاژ، فاکتور تورم و عملکرد موسیلاژ در تیمارهای کشت کرتی درهم مشاهده شد و کمترین مقدار این صفات نیز مربوط به تیمارهای کشت جوی و پشته‌ای بود (جدول ۴). این موضوع می-تواند به این دلیل باشد که تولید متابولیت‌های ثانویه در شرایط تنش بیشتر می‌باشد و تولید موسیلاژ هم مکانیزمی در برابر تنش خشکی

می‌باشد (Douglas, 2002) و در مورد گیاه دارویی بالنگو نیز شرایط تنش عدم آبیاری بهینه در تیمارهای کرتی باعث افزایش درصد موسیلاژ شده است. به عبارت دیگر، در کشت جوی و پشته‌ای، آبیاری نسبت به دو روش کرتی دیگر بهتر انجام شده و گیاه به دلیل جذب آب بهتر رشد طولی بهتری نیز داشته است. همچنین این‌گونه به نظر می‌رسد که برتری روش جوی و پشته‌ای به دلیل عدم آب‌گرفتگی و سله‌بندی بستر کشت و صدمه کمتر به گیاه در زمان آبیاری نیز باشد. عدم تأثیر معنی‌دار الگوی کاشت بر وزن دانه نشان می‌دهد که بالنگو می‌تواند شرایط محیطی را به خوبی تحمل نماید و به‌نظر می‌رسد که این گیاه برای حفظ بقای خود نسبت به تغییرات شرایط محیطی به طور ذاتی از طریق اندازه بذر به خوبی آنرا تنظیم می‌نماید که این یک ویژگی مهم برای انتخاب و توسعه گیاهان دارویی می‌باشد (Norooz poor & rezvani Moghadam, 2006). تیمارهایی که به روش جوی و پشته‌ای کشت شدند، شاخص برداشت بیشتر و لذا عملکرد بالاتری نسبت به دو روش کرتی دیگر نشان دادند.

اثر تراکم بوته بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی بالنگو

تراکم‌های مختلف کشت بر صفات کمی گیاه دارویی بالنگو شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد بذر و شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) داشت، ولی بر روی وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد بذر و شاخص برداشت به ترتیب با میانگین‌های ۲۸/۸ سانتی‌متر، ۳۳۸۳/۴ کیلوگرم در هکتار، ۴۸۷/۳ کیلوگرم در هکتار و ۱۴/۴ درصد در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و کمترین ارتفاع بوته (۲۴/۹ سانتی‌متر)، عملکرد بیولوژیک (۲۲۸۸/۵ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بذر (۲۷۲/۵ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۱۱/۹ درصد) در تیمار۶۰ بوته در متر مربع مشاهده شد (جدول ۲). با افزایش تراکم بوته تعداد شاخه جانبی و وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طوری‌که بیشترین تعداد شاخه جانبی و وزن هزار دانه به ترتیب با میانگین ۱۵/۶ عدد و ۱/۵۱ گرم، مربوط به تیمار تراکم ۶۰ بوته در متر مربع و کمترین تعداد شاخه جانبی (۱۳/۴عدد) و وزن هزار دانه (۱/۲گرم) در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ۲). از بین صفات کیفی تراکم بوته بر درصد موسیلاژ و فاکتور تورم اثر معنی‌داری نداشت، ولی تاثیر آن بر عملکرد موسیلاژ معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۳). با این وجود بیشترین درصد موسیلاژ (۱۵/۳ درصد) در تیمار۶۰ بوته در متر مربع، فاکتور تورم (۸۲/۶ میلی‌لیتر) در تیمار ۶۰ بوته در متر مربع و عملکرد موسیلاژ (۷۴/۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۸۰ بوته در متر مربع بود. کمترین درصد موسیلاژ و فاکتور تورم در تیمار ۸۰ بوته در متر مربع و کمترین عملکرد موسیلاژ در تیمار ۶۰ بوته در متر مربع مشاهده گردید (جدول ۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر روش کاشت و تراکم بر خصوصیات کمی بالنگو

Table 1- Analysis of variance of planting pattern and plant density (mean of squares) on quantitative characteristics of Balangu

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع Plant height	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branches	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد بذر Seed yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار (R) Replication (R)	2	3.482	1.487	0.014	87758.481	3289.481	1.517
روش کاشت (P) Planting pattern method (P)	2	120.991*	89.255 ns	0.051 ns	593947.148 ns	18774.481 ns	3.476 ns
تراکم (D) Density (D)	2	33.266*	10.816*	0.130 ns	2697856.148*	103955.148*	13.873*
P×D	4	0.135 ns	0.261 ns	0.003 ns	24306.593 ns	936.148 ns	1.424 ns
خطا Error	16	0.513	0.449	0.0001	29145.731	600.481	1.911
کل Total	26	–	–	–	–	–	–

ns و *: به ترتیب بی‌معنی و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

ns and *: are non-significant and significant at 5% probability level, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل الگوهای کاشت و تراکم بوته بر خصوصیات کمی بالنگو

Table 2- Means comparison of simple and interaction effects between planting pattern and plant density and on quantitative characteristics of Balangu

شاخص برداشت (٪) Harvest index (%)	عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	تعداد شاخه جانبی در بوته Number of lateral stems per plant	ارتفاع (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تیمار Treatment
13.79^{a}	424.22^{a}	3102.22^{a}	1.46^{a}	17.79^{a}	30.58^{a}	A_1
13.61^{a}	389.33^{a}	2800.44^{a}	1.36^{a}	14.37^{a}	27.06^{b}	A_2
12.64^{a}	333.66^{a}	2591.22^{a}	1.31^{a}	11.50^{a}	23.25^{c}	A_3
14.40^{a}	487.33^{a}	3383.44^{a}	1.28^{a}	13.49^{c}	28/84^{a}	B_1
13.66^{ab}	387.33^{b}	2821.88^{b}	1.34^{a}	14.49^{b}	27.07^{ab}	B_2
11.98^{b}	272.55^{c}	2288.55^{c}	1.51^{a}	15.68^{a}	24.99^{b}	B_3
14.25^{a}	510.00^{a}	3571.66^{a}	1.22^{a}	10.69^{a}	32.42^{a}	A_1B_1
14.32^{a}	450.33^{a}	3140.66^{a}	1.28^{a}	11.20^{a}	30.75^{a}	A_1B_2
12.27^{a}	312.33^{a}	2594.33^{a}	1.45^{a}	12.62^{a}	28.58^{a}	A_1B_3
14.61^{a}	501.66^{a}	3434.66^{a}	1.26^{a}	13.26^{a}	28.71^{a}	A_2B_1
13.68^{a}	383.66^{a}	2801.33^{a}	1.30^{a}	14.58^{a}	27.23^{a}	A_2B_2
13.09^{a}	282.66^{a}	2165.33^{a}	1.53^{a}	15.26^{a}	25.25^{a}	A_2B_3
14.34^{a}	450.33^{a}	3144.00^{a}	1.36^{a}	16.52^{a}	25.38^{a}	A_3B_1
13.00^{a}	328.00^{a}	2523.66^{a}	1.46^{a}	17.70^{a}	23.22^{a}	A_3B_2
10.58^{a}	222.66^{a}	2106.00^{a}	1.56^{a}	19.16^{a}	21.16^{a}	A_3B_3

*میانگین‌های با حروف متفاوت، بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری درسطح احتمال پنج درصد دارند.

*Means with different letters are significantly different based on LSD test at p≤0.05.

A_1: جوی و پشته‌ای، A_2: کرتی خطی، A_3: کرتی درهم و B_1: تراکم ۸۰ بوته در متر مربع، B_2: تراکم ۷۰ بوته در متر مربع و B_3: تراکم ۶۰ بوته در متر مربع

A_1: row planting, A_2: mixed row planting, A_3: flat planting and B_1: 80 plant.m^{-2}, B_2: 70 plant.m^{-2} and B3: 60 plant.m^{-2}

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر روش کاشت و تراکم بر خصوصیات کیفی بالنگو

Table 3- Analysis of variance of planting pattern and plant density (mean of squares) on qualitative characteristics of Balangu

عملکرد موسیلاژ Mucilage yield	فاکتور تورم Swelling factor	مقدار موسیلاژ Mucilage content	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
141.964	20.835	0.0001	2	تکرار (R) Replication (R)
112.900 ns	100.076 ns	0.0003 ns	2	روش کاشت (P) Planting pattern method (P)
1515.558 *	2222.878 ns	0.0002 ns	2	تراکم (D) Density(D)
84.409 *	27.914 ns	0.0001 ns	4	P×D
33.663	59.745	0.0001	16	خطا Error
–	–	–	26	کل Total

ns و *به ترتیب بی‌معنی و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

ns and *: are non-significant and significant at 5% probability levels, respectively.

جدول ٤ – مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل تراکم و الگوهای کاشت بر خصوصیات کیفی بالنگو

Table 4- Means comparison of simple and interaction effects of planting pattern on qualitative characteristics of Balangu

عملکرد موسیلاژ (کیلوگرم در هکتار) Mucilage yield (kg.ha^{-1})	فاکتورتورم (میلی‌لیتر) Swelling factor (ml)	درصد موسیلاژ (٪) Mucilage content (%)	تیمار Treatment
59.88^{a}	63.38^{a}	14.8^{a*}	A_1
61.67^{a}	63.32^{a}	17.3^{a}	A_2
66.71^{a}	69.72^{a}	18.2^{a}	A_3
74.29^{a}	51.23^{a}	15.3^{a}	B_1
65.27^{ab}	67.53^{a}	17.0^{a}	B_2
48.70^{b}	82.66^{a}	18.0^{a}	B_3
66.34^{cd}	44.84^{a}	13.0^{a}	A_1B_1
67.63^{c}	67.26^{a}	15.0^{a}	A_1B_2
51.05^{de}	78.04^{a}	16.3^{a}	A_1B_3
88.23 ^{a}	53.79^{a}	16.8^{a}	A_2B_1
68.02^{c}	68.30^{a}	17.7^{a}	A_2B_2
51.90^{de}	82.88 ^{a}	18.3^{a}	A_2B_3
76.38^{b}	55.00^{a}	0.17^{a}	A_3B_1
60.18^{d}	67.03^{a}	0.18^{a}	A_3B_2
43.17^{e}	87.06^{a}	0.19^{a}	A_3B_3

میانگین‌های با حروف متفاوت، براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند.

*Means with different letters are significantly different based on Duncan's tests at p≤0.05.

A_1: جوی و پشته‌ای- A_2: کرتی خطی – A_3: کرتی درهم و B_1: تراکم ۸۰ بوته در متر مربع – B_2: تراکم ۷۰ بوته در متر مربع – B_3: تراکم ۶۰ بوته در متر مربع

A_1: row planting - A_2: mixed row planting - A_3: flat planting and B_1: 80 (plant.m^{-2}) - B_2: 70 (plant.m^{-2}) - B_3: 60 (plant.m^{-2})

به نظر می‌رسد که افزایش تراکم از ۶۰ به ۸۰ بوته در متر مربع باعث افزایش رقابت برای جذب نور شده که این امر خود باعث افزایش ارتفاع گیاه بالنگو شده است. همچنین به نظر می‌رسد با افزایش تراکم و کاهش فضای تغذیه‌ای در دسترس بوته‌ها، سایه-اندازی و رقابت بوته‌ها برای جذب نور و عناصر غذایی بیشتر شده و در نتیجه گیاه در تراکم‌های بالاتر نسبت به تراکم‌های کمتر تعداد شاخه جانبی کمتری تولید نموده است. الرمامنه (Al-Ramamneh, 2009)، گزارش کرد که در آویشن (*Thymus vulgaris* L.) فاصله کمتر بوته‌ها باعث افزایش ارتفاع شد و دلیل آن‌را افزایش رقابت گیاه برای نور بیان کرد. طاهری اصغری (Taheri Asghari, 2010) نیز گزارش کرد که افزایش تراکم باعث کاهش تعداد شاخه جانبی در گیاه دارویی کاسنی (*Cichorium intybus* L.) گردید. چنین به‌نظر می-

رسد که با وجود این‌که با افزایش تراکم و در نتیجه افزایش رقابت بین بوته‌ای و نیز محدودیت منابع، عملکرد بیولوژیک در هر بوته کاهش یافته است، ولی به دلیل افزایش تعداد بوته‌ها، عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. همان‌طور که بیان شد تراکم‌های بوته تأثیر معنی‌داری بر درصد موسیلاژ نداشتند. با توجه به تأثیر آنها بر عملکرد بذر و از آنجا که عملکرد موسیلاژ حاصلضرب عملکرد دانه در درصد موسیلاژ است (معادله ۱)، معنی‌دار بودن عملکرد موسیلاژ قابل توجیه می‌باشد. اوهلر (Ohler, 1995) هم این‌گونه بیان کرد که تراکم‌های بالا در افزایش عملکرد مؤثرند، به‌نحوی‌که با افزایش تراکم عملکرد تک بوته کاهش پیدا می‌کند، ولی بوته‌های اضافی جبران این کاهش را می‌نمایند و لذا عملکرد کل افزایش پیدا می‌کند. الرمامنه (Al-Ramamneh, 2009) نیز عنوان کرد که با افزایش تراکم طی دو سال اول رشد آویشن، عملکرد ماده خشک افزایش یافت. عملکرد هر جامعه گیاهی حاکی از نحوه فعالیت آن در طی فصل رشد و نمو و نحوه استفاده از تشعشع، مواد غذایی، آب و سایر مواد غذایی می‌باشد. تسهیم و تخصیص مواد فتوسنتزی در گیاهان مختلف تابع خصوصیات ژنتیکی گیاه و نیز شرایط محیطی است. روابط بین مبدأ و مخزن، نسبت بین هورمون‌های مختلف، شرایط محیطی بخصوص دما و رطوبت از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر شکل‌گیری عملکرد گیاهان زراعی هستند (Sarmadnia & Koocheki, 2003). نجفی (Nadjafi, 2001) بیان نمود که عملکرد بذر اسفرزه تحت تأثیر مقادیر مختلف تراکم قرار گرفت. نتایج این تحقیق با نتایج نوروزپور و رضوانی‌مقدم (Norooz poor & Rezvani Moghaddam, 2006) که بیان کردند که تراکم اثر معنی‌داری روی وزن هزار دانه اسفرزه (*Plantago ovata* L.) نداشت، نیز سازگاری دارد. کالن و همکاران (Callan, 2005) بیان کردند که در سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) با افزایش تراکم، غلظت ماده مؤثره کاهش یافت. در آزمایشی گزارش شده است که سطوح مختلف تراکم تأثیری بر درصد موسیلاژ در گیاه اسفرزه نداشت (Norooz poor & Rezvani Moghaddam, 2006).

اثرات متقابل تراکم و الگوهای مختلف کشت بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی بالنگو

اثر متقابل الگوی کشت و تراکم، بر صفات کمی معنی‌دار نبود (جدول ۱)، ولی با این وجود، بیشترین ارتفاع (۳۲/۴ سانتی‌متر) مربوط به تیمار تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و الگوی کشت جوی و پشته‌ای بود و تیمار تراکم ۶۰ بوته در متر مربع و الگوی کشت کرتی درهم نیز کمترین ارتفاع بوته (۲۱/۶ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داد. با کاهش تراکم و تغییر الگوی کشت از جوی و پشته‌ای به کرتی، عملکرد بذر نیز کاهش یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که تیمار کشت جوی و پشته‌ای در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع، به خوبی از حداکثر توان گیاه استفاده کرده است. از بین شاخص‌های کیفی نیز اثر متقابل تراکم و الگوی کاشت فقط در مورد عملکرد موسیلاژ معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۳). اثر متقابل الگوهای کاشت و تراکم بوته بر شاخص برداشت در جدول ۳ نشان داده شده است. بیشترین شاخص برداشت در تیمار تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و الگوی کشت جوی و پشته‌ای حاصل شد. لذا به نظر می‌رسد که تیمار کشت جوی و پشته-ای در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع قسمت کمتری از رشد خود را به بخش رویشی اختصاص داد.

معنی‌دار نشدن اثرات متقابل الگوی کاشت و تراکم بر درصد موسیلاژ بالنگو به معنی این است که تغییرات این صفت از روند خاصی تبعیت نمی‌کند، لذا می‌توان نتیجه گرفت با وجود این‌که این صفت تحت هم تأثیر وراثت بوده و هم تنش‌های محیطی روی تولید موسیلاژ که از متابولیت‌های ثانویه است مؤثرند، در این آزمایش تنش ناشی از تراکم بالا و عدم دسترسی گیاه به آب کافی در تیمارهای کرتی (خطی و درهم) در حدی بوده که باعث افزایش موسیلاژ شد، ولی این افزایش معنی‌دار نبوده است.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این تحقیق حاکی از آن است که صفات کمی گیاه دارویی بالنگو به جز وزن هزار دانه تحت تأثیر تراکم‌های کشت قرار گرفت و در بین تیمارها، تراکم ۸۰ بوته بیشترین مقدار این صفات را به خود اختصاص داد. اعمال الگوهای مختلف کشت فقط بر ارتفاع بوته گیاه دارویی بالنگو تأثیر معنی‌داری داشت و کشت جوی و پشته‌ای وضعیت بهتری نسبت به دو الگوی کاشت دیگر نشان داد و با کاهش تراکم و تغییر الگوی کشت از جوی و پشته‌ای به کرتی، عملکرد کاهش یافت. از بین صفات کیفی تأثیر تراکم بوته فقط بر عملکرد موسیلاژ معنی‌دار بود، ولی الگوهای کشت بر تمامی صفات کیفی اثر معنی‌داری نداشت. بنابراین، به‌کارگیری تراکم مطلوب در کنار الگوی کاشت مناسب می‌تواند در افزایش عملکرد کمی و کیفی مناسب نقش مؤثری داشته باشد.

سپاسگزاری

شده است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

اعتبار این پژوهش از محل پژوهه طرح شماره ۲/۲۱۳۰۷ مصـوب ۹۰/۱۲/۲۰ معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تـأمین

منابع

Al-Ramamneh, E.A.D.M. 2009. Plant growth strategies of (*Thymus vulgaris* L.) in response to population density. Industrial Crops and Products 30: 389-394.

Beheshti, A., Koocheki, A., and Nasiri Mahallati, M. 2002. The effect of planting pattern on light interception and radiation use efficiency in canopy of three maize cultivar. Seed and Plant Improvement Journal 18: 417-431.

Biyabani, A. 2008. The effect of planting patterns (row spacing and plant to plant in row) on the green yield pea garden (*Pisum sativum* var. Shamshiri). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 15: 39-43.

Board, J.E., and Harville, B.G. 1996. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow–row, late-planted soybean. Agronomy Journal 88:567-572.

Berimavandi, A.R., Hashemabadi, D., Ghaziani, M.V.F., and Kaviani, B. 2011. Effects of plant density and sowing date on the growth, flowering and quantity of essential oil of (*Calendula officinalis* L.). Journal of Medicinal Plant Research 5: 5110-5115.

Callan, N.W., Yokelson, T., Wall-MacLane, S., Westcott, M.P., Miller, J.B., and Ponder, G. 2005. Seasonal trends and plant density effects on cichoric acid in (*Echinacea purpurea* L.) moench. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 11: 35-46.

Douglas, J.A., Follett, J.M., and Heaney, A.J. 2002. The effect of plant density on of valerian root. Acta Horticulture 426: 264-272.

El-Gendy, S.A., Hosni, A.M., Ahmed, S.S., and Sabri, R.M. 2001. Sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) productivity under different organic fertilization and inter-plant spacing levels in anewly reclaimed land in Egypt. Annals of Agricultural Science (Cairo) 46: 319-338.

Jones, G., and Valamoti, S.M. 2005. Lallemantia, an imported or introduced oil plant in bronze age northern Greece. Vegetation History and Archaeobotany 14: 571-577.

Koocheki, A., Hosseini, M., and Khazaee, H. 2008. Sustainable Agriculture Systems. Jihad Daneshgahi Publication of Mashhad, Mashhad, Iran 173 pp. (In Persian)

Latmahalleh, D.A., Niyaki, S.A.N., and Vishekaei, M.N.S. 2011. Effects of plant density and planting pattern on yield and yield components of iranian ox-tongue (*Echium amoenum* Fisch. and Mey.) in North of Iran. Journal of Medicinal Plant Research 5: 932-937.

Malavya, B.K., and Dutt, S. 1941. Chemical examination of the fixed oil derived from the seeds of (*Lallenamntia royleana* Benth.) or Tukhm-i-malanga. Proceedings of the Indian Academy of Sciences - Section A 14: 80-84.

Noroozpoor, G., and Rezvani Moghaddam, P. 2006. Effect of different irrigation intervals and plant density on oil yield and essences percentage of black cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Pajouhesh and Sazandegi 73: 133-138. (In Persian with English Summary)

Ohler, T.A., and Mitchell, C.A. 1995. Effects of carbon dioxide level and plant density on cowpea canopy productivity for a bioregenerative life support system. Life support & biosphere science: International Journal of Earth Space 2: 3-9.

Omidbeigi, R. 1995. Production and Processing Approaches of Medicinal Plants. Vol (1). Astanghods Razavi Publication, Mashhad, Iran 286 pp. (In Persian)

Ozuniduji, A., Esfehani, M., Samizadeh Lahiji, H., and Rabiee, M. 2007. Effect of planting pattern and plant density

on growth indices and radiation use efficiency of apetalous and petalled flowers rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Agricultural Science 9(4): 382-400.

Roohi Nogh, A. 2011. Effect of organic fertilizers and plant density on quantitative and qualitative characteristics of Balangu (*Lallenamntia royleana* B.). MSc Thesis. Faculty of Agricalture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Sarmadnia, G., and Koocheki, A. 2003. Crop Physiology. Jihad Daneshgahi Publication, Mashhad, Iran 387 pp. (In Persian)

Tabrizi, L. 2004. Effect of water stress and manure on quantitative and qualitative characteristics of (*Plantago ovat*a L.) and (*Plantago psyllium* L.). MSc Thesis in Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Taheri Asghari, M. 2010. Effect of water stress on some characteristics of (*Cichorium intybus* L.) under different plant densities . Journal of Crop Ecophysiology 2: 147-155.

Valamoti, S.M., and Jones, G. 2010. Bronze and oil: A possible link between the introduction of tin and Lallemantia to northern Greece. Annual of the British School at Athens 105: 83-96+xv.

Zargari, A. 1989. Medicinal Plants. Tehran University Publication, Tehran, Iran 3750 pp. (In Persian)