مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۳، شماره ۲، ۱۳۹۱ (۲۵۴-۲۴۳)

اثر شرایط کشت و روشهای مختلف خشک کردن، بر مدت زمان خشک شدن، میزان اسانس، خصوصیات رنگ و بار میکروبی گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.)

سعیده محتشمی[1*]، مصباح بابالار[2]، سید محمد ابراهیم زاده موسوی[3]، محمد حسین میرجلیلی[4] و جمانه ادیب [5]

۱، ۲، ۳ و ۵، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد، استاد و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۴، استادیار گروه کشاورزی پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی

(تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۱ - تاریخ تصویب: ۹۰/۷/۱۰)

چکیده

خشک کردن یکی از مراحل مهم پس از برداشت گیاهان دارویی می باشد که نقش مهمی در کمیت و کیفیت محصول دارد. به منظور بررسی تاثیر روشهای مختلف خشک کردن بر سرعت خشک شدن، میزان اسانس، خصوصیات رنگ و بار میکروبی گیاه بادرشبی، آزمایشی بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با دو فاکتور روش خشک کردن (۵ روش) و شرایط کشت (۲ شرایط) با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول و دوم به ترتیب عبارت بودند از: روشهای خشک کردن (۱- آفتاب ۲- سایه ۳- آون با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد ۴- آون با دمای ۴۰ درجه سانتی گراد ۵- آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد) و شرایط کشت (۱- کشت در شرایط گلخانه و خارج از فصل ۲- کشت در مزرعه). خشک کردن نمونه ها تا زمانی که وزن آنها به محتوای رطوبتی ۱۰ درصد بر پایه وزن تر یا ۰/۱ بر پایه وزن خشک رسید ادامه داشت. نتایج نشان دهنده تاثیر معنی دار تیمارها بر تمامی فاکتورهای اندازه گیری شده بود. به طوری که در هر دو شرایط مزرعه و گلخانه کمترین زمان خشک شدن (۱۱ و ۱۴ ساعت) در روش آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد و بیشترین آن (۵۵ و ۷۳ ساعت) مربوط به تیمار سایه بود. بالاترین درصد اسانس (وزنی- وزنی) در هر دو شرایط مربوط به تیمار سایه و کمترین آن مربوط به آون دمای ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی گراد بود. همچنین تیمار های آون با دمای ۵۰ درجه و آفتاب به طور موثری توانستند بار میکروبی را کاهش دهند.

واژه های کلیدی: **بادرشبی، خشک کردن، دما، اسانس، پس از برداشت.**

مقدمه

بادرشبی از گیاهان دارویی مهم خانواده نعناع (Lamiaceae) می باشد که اسانس آن در صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی، غذایی و عطر سازی کاربردهای فراوانی دارد. مواد موثره پیکر رویشی این

* نویسنده مسئول: سعیده محتشمی تلفن: ۰۹۳۷۵۳۵۶۳۳۴ E-mail: mohtashamis@yahoo.com

گیاه آرام بخش و اشتها آور است. اسانس آن خاصیت ضد باکتری داشته و از آن برای مداوای دل درد و نفخ شکم استفاده می شود (Omidbaigi, 2005b). روغن بذر بادرشبی نیز به دلیل داشتن اسیدهای چرب در صنعت کاربرد دارد. از آن جایی که روغن آن با وجود محتوای بالای اسید لینولنیک دارای طعم خوبی است، می تواند در تولید مکمل های رژیمی استفاده شود (Domokos et al., 1994) و در برخی نقاط ایران به صورت تازه، به عنوان سبزی خوردن همراه با غذا یا سالاد مصرف می شود.

گیاهان دارویی و معطر سطح بالایی از رطوبت و میکروارگانیسم ها را دارا می باشند. بنابراین خشک کردن سریع، مهمترین کار در فرایند پس از برداشت، جهت اجتناب از کاهش مواد ارزشمند این گیاهان فسادپذیر می باشد (Muller et al., 1989). خشک کردن یکی از قدیمی ترین روشهای نگهداری محصولات کشاورزی بعد از برداشت است. این فرایند شامل حذف رطوبت با استفاده از عمل تبخیر تا حد رسیدن به یک آستانه خاص است تا بتوان محصول را برای مدت طولانی انبار کرد و فعالیتهای آنزیمی میکروارگانیسمها و مخمرها در آن متوقف شود. خشک کردن طبیعی (سایه و آفتاب) و خشک کردن با هوای داغ به دلیل در برداشتن هزینه‌های کمتر، هنوز هم از مهمترین روش‌های مورد استفاده در تولید ماده گیاهی خشک هستند. روش خشک کردن طبیعی معایب زیادی دارد.

برای مثال، امکان جابجایی مقادیر زیاد ماده گیاهی وجود نداشته و دستیابی به استانداردهای ثابت کیفیت مقدور نمی باشد. علاوه بر این دمای بالا و تشعشعات شدید خورشیدی اثر منفی بر کیفیت نمونه ها دارد و موجب کاهش ویتامین ها، اسانسها و یا تغییرات در رنگ محصولات خشک شده می شود (Soysal & Oztekin, 2001). خشک کردن سریع و کامل گیاهان حاوی اسانس، به حفظ رنگ و اسانس آنها کمک می کند (Martinov et al., 2007).

انتخاب روش، میزان دما و زمان مناسب خشک کردن بسته به نوع مواد موثره متفاوت می باشد. امروزه از روش های مختلفی بسته به نوع مواد موثره گیاهان استفاده می شود. بیشترین دمای خشک کردن مریم گلی (*Salvia officinalis*)، ۳۰ درجه سانتی گراد می باشد و با افزایش دما از ۳۰ به ۵۵ درجه سانتی گراد، زمان خشک کردن تا ۹۰ درصد کاهش می یابد اما در این دما میزان اسانس تا ۱۵ درصد کاهش می یابد و رنگ اسانس از سبز به خاکستری تغییر می کند (Martinov et al., 2007).

اگر چه خشک کردن اندام های مورد نظر یک گیاه دارویی در درجه حرارت های بالا باعث از بین رفتن جمعیت قارچها و باکتریهای آنها می شود، ولی باید توجه داشت که افزایش بیش از حد دما، سبب کاهش مقدار اسانس می شود. درجه حرارت مطلوب برای خشک کردن اندامهایی که حاوی اسانس می باشند ۳۰ تا ۵۰ درجه سانتی گراد گزارش شده است (Omidbaigi, 2005a; Martinov et al., 2007). رفتارهای خشک کردن گیاهان دارویی مختلف از جمله جعفری (Soysal et al., 2006)، برگ بو (Yagcoglu et al., 1999)، نعناع (Park et al., 2002; Lebert et al., 1992)، آویشن (Balladin & Headley, 1999)، چای سیاه (Panchariya et al., 2002) و جین سنگ (Ren & Chen, 1998) توسط تعدادی از محققان مطالعه شده است. خشک کردن برگهای تازه ریحان شیرین، مرزنجوش و جعفری در یک خشک کن هوای داغ، برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۱۰ درصد (بر پایه وزن تر) در دماهای ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۵ درجه سانتی گراد به ترتیب ۱۵، ۱۶، ۵ و ۶ ساعت طول کشید (Parker, 1999). گیاهان دارویی مخازن غنی از متابولیتهای ثانوی یعنی مخازن مواد موثره اساسی بسیاری از داروها می باشند. مواد مذکور اگر چه اساسا با هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می شوند، ولی ساخت آنها به طور بارزی تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می گیرد. به طوری که عوامل محیطی باعث تغییراتی در رشد گیاهان دارویی، مقدار و کیفیت مواد موثره آنها (نظیر آلکالوییدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، اسانسها و امثال آن ها) می شود. محصول زراعی یک گیاه دارویی از نظر اقتصادی وقتی مقرون به صرفه است که مقدار متابولیتهای اولیه و ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. با انتخاب عوامل محیطی و ارقام گیاهی مناسب می توان به حداکثر مقدار محصول دست یافت (Omidbaigi, 2005a).

بر پایه تحقیقات انجام شده، عوامل محیطی محل رویش گیاهان دارویی بر مقدار کلی ماده موثره گیاهان دارویی، عناصر تشکیل دهنده آن و همچنین بر وزن خشک گیاه تاثیر می گذارند (Omidbaigi, 2005a; Ghani et al., 2009).

از آنجا که شرایط محیطی نقش عمده ای در بیوسنتز متابولیتهای ثانویه دارند، همواره باید به مطالعه تغییرات شرایط محیطی بر تولیدات متابولیتی گیاهان (اعم از اولیه یا ثانویه) پرداخت. همچنین از آنجا که هیچگونه مطالعه ای روی تاثیر شرایط محیطی و روشهای مختلف خشک کردن بر گیاه بادرشبی انجام نگرفته است و این گیاه مانند بسیاری از گیاهان دیگر یک گیاه فصلی می باشد، به منظور حفظ و نگهداری این گیاه و قابل دسترس قرار دادن آن برای مصرف کنندگان در طول سال و با قیمت مناسب می توان از تیمارهای تکنولوژی پس از برداشت مثل خشک کردن و فریز کردن استفاده کرد (Soysal, 2004). لذا هدف از این تحقیق مطالعه اثر شرایط کشت و روشهای مختلف خشک کردن، بر مدت زمان خشک شدن، میزان اسانس، خصوصیات رنگ و بار میکروبی گیاه دارویی بادرشبی و همچنین عکس العمل متقابل شرایط رشد (گلخانه و مزرعه) بر خصوصیات کمی و کیفی این گیاه می باشد.

مواد و روش ها

برای انجام این تحقیق، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با دو فاکتور روش خشک کردن (۵ روش) و شرایط کشت (۲ شرایط) با سه تکرار انجام شد.

این آزمایش در محل گلخانه تحقیقاتی و مرکز تحقیقات گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در طی دو سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ و ۱۳۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد. بذرهای بکار گرفته شده در این طرح، بذرهای توده محلی ارومیه بودند. جهت کشت گلخانه ای، بذرها در پاییز (۳۰ مهر) ۱۳۸۸ در گلخانه گروه باغبانی کشت و در اسفند ماه ۱۳۸۸ در مرحله گلدهی کامل برداشت شدند. عملیات کاشت یکبار دیگر در شرایط مزرعه، در اردیبهشت ماه ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی گیاهان دارویی واقع در مرکز تحقیقات گروه باغبانی دانشگاه تهران انجام شد و در مرداد ماه ۱۳۸۹ در مرحله گلدهی کامل به منظور انجام پژوهش مورد نظر برداشت شدند. روش کشت در گلخانه و مزرعه هر دو یکسان بود، به طوری که بذرها درون کرتهایی با ابعاد ۲×۲ متر کاشته شدند. برای تعیین محتوای رطوبتی اولیه، ۳ نمونه ۵۰ گرمی در یک آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. میزان رطوبت بر پایه وزن تر که به صورت درصد بیان می شود، از رابطه ۱ محاسبه شد و میزان رطوبت بر پایه وزن خشک که به صورت یک نسبت بیان می شود، از رابطه ۲ محاسبه شد (Martinov et al., 2007).

(وزن ماده خشک + وزن رطوبت)/ وزن رطوبت = میزان رطوبت بر پایه وزن تر (۱)

وزن ماده خشک / وزن رطوبت = میزان رطوبت بر پایه وزن خشک (۲)

خشک کردن نمونه ها با پنج روش مختلف انجام شد:

۱- خشک کردن در آفتاب (میانگین دما در کشت گلخانه ای و مزرعه در طی مراحل خشک کردن به ترتیب ۲±۲۵ و ۲±۳۵ درجه سانتی گراد بود)

۲- خشک کردن در سایه (میانگین دما در کشت گلخانه ای و مزرعه در طی خشک کردن به ترتیب ۲±۲۰ و ۲±۳۱ درجه سانتی گراد بود)

۳- خشک کردن در آون در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد

۴- خشک کردن در آون در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد

۵- خشک کردن در آون در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد

برای تعیین میزان کاهش وزن از یک ترازوی دیجیتال استفاده شد. مدت زمان لازم برای هر بار وزن کردن نمونه در همه روشها حداکثر دو ساعت بود. برای تیمارهای خشک کردن در آون های ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی گراد، از زمانهای شش ساعت به بعد، نمونه ها هر نیم ساعت وزن شدند و روند کاهش وزن ثبت گردید. خشک کردن نمونه ها تا رسیدن وزن نمونه ها به محتوای رطوبتی ۱۰ درصد بر پایه وزن تر یا ۰/۱ بر پایه وزن خشک ادامه یافت. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت

بعد از جوش آمدن و در شرایط کاملاً یکسان صورت گرفت که به صورت وزنی-وزنی بیان شده است.

نمونه های خشک شده، مطابق روش های موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مورد آزمون میکروبی قرار گرفتند. موارد آزمون شامل تعیین شمارش کلی و جستجو و شمارش کپک و مخمر بود. جهت تهیه سریال های رقت،۱۰ گرم از نمونه وزن شده در ۹۰ میلی لیتر سرم فیزیولوژی سترون حل گردیده و کاملا هموژن شد و بر طبق استاندارد ملی ایران شماره (۳۵۶)، سریال های رقت از رقت اولیه تهیه گردید (استاندارد شماره ۳۵۶ موسسه تحقیقات صنعتی و استاندارد ایران). شمارش کلی (باکتری های مزوفیل هوازی) با استفاده از محیط کشت نوترینت آگار (Nutriant Agar) در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد انجام شد. پس از سترون کردن محیط کشت، ۱ میلی لیتر از رقت های تهیه شده داخل پلیت ها ریخته شده و به طریق کشت عمیق یا پور پلیت (Pour Plate) کشت داده شدند. پلیت ها به مدت ۲۴ ساعت در گرمخانه ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از مدت زمان مذکور شمارش انجام شد (استاندارد شماره ۸۲۴۸ موسسه تحقیقات صنعتی و استاندارد ایران). شمارش کپک و مخمر با استفاده از محیط کشت سابرود دکستروز آگار (Sabouraud Dextrose Agar) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد صورت پذیرفت. پس از سترون کردن محیط کشت، به آن محلول کلرامفنیکل اضافه شد. پس از توزیع محیط کشت داخل پلیت ها و خنک شدن آنها، ۰/۱ میلی لیتر از رقت های تهیه شده بر روی پلیت ها ریخته و کشت سطحی انجام شد. پلیت ها به مدت ۵-۳ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و پس از مدت زمان مذکور، شمارش انجام گرفت (استاندارد شماره ۹۹۷ موسسه تحقیقات صنعتی و استاندارد ایران).

شاخص های رنگ نمونه ها، بر اساس مولفه های b^* ، a^* و L^* (درجه شفافیت رنگ) با استفاده از یک دستگاه رنگ سنج (Minolta CR-400, JAPAN) اندازه گیری شده و Chroma یا C (درجه خلو ص رنگ) و Hue (هیو) بر اساس فرمول زیر محاسبه گردیدند (Sigge et al., 2001).

$$C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$
$$Hue = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

تجزیه واریانس داده ها با نرم افزار MINITAB و مقایسه میانگین ها با نرم افزار MSTAT-C انجام شد. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

زمان خشک شدن

آنالیز واریانس داده ها، نشان دهنده اثر تیمارها بر اکثر فاکتورهای اندازه گیری شده بود (جدول شماره ۱). اثرات ساده شرایط کشت و روش خشک کردن و اثر متقابل آن بر زمان خشک شدن معنی دار بود (جدول ۱).

جدول شماره ۱- تجزیه واریانس، روش خشک کردن و شرایط کشت بر خصوصیات اندازه گیری شده در گیاه دارویی بادرشبی (عدد F)

منبع تغییرات	درجه آزادی	مدت زمان خشک شدن	میزان اسانس	باکتری های مزوفیل هوازی	شمارش کپک	شمارش مخمر	شاخص های رنگی				
							L^*	a^*	b^*	هیو	کروما
شرایط کشت (a)	۱	۹۴۹**	۷۲۸/۱**	۱۷۹۱**	۱۳۹۲**	ns	۶۹/۱**	۳۰۴**	۲۱۳**	۱۰۴**	۲۵۹**
روش خشک کردن (b)	۴	۳۶۹۱**	۲۶/۶**	۶۲/۳**	۹۷۵/۱**	ns	۱/۲ns	۲۷**	۵/۴**	۱۸/۵**	۸/۱**
شرایط کشت × روش خشک کردن (a×b)	۴	۸۳/۱**	۳/۲*	۴۰/۲**	۶۰۷/۳**	ns	۳/۸*	۲۸/۲**	۳*	۱۹/۳**	۵/۳**
CV	-	۲/۴	۹/۳	۱۱/۲	۹/۲	-	۴/۸	۱۲/۱	۶/۱	۲/۳	۶/۱

**: معنی دار در سطح ۱٪ *: معنی دار در سطح ۵٪ ns: عدم وجود اختلاف معنی دار

محتوای رطوبتی اولیه گیاهان بر پایه وزن تر در شرایط گلخانه و مزرعه به ترتیب ۸۳/۷ و ۷۲/۲ درصد و بر پایه وزن خشک به ترتیب ۵/۱۳ و ۲/۶ بود. به طور کلی در شرایط گلخانه به دلیل بالاتر بودن میزان رطوبت

در مقایسه با مزرعه، مدت زمان طولانی تری (۴۳/۸ و ۳۳/۵ ساعت به ترتیب گلخانه و مزرعه) برای خشک شدن صرف شد (جدول ۲).

جدول شماره ۲- مقایسه میانگین اثر ساده روش های خشک کردن بر فاکتورهای اندازه گیری شده

روش خشک کردن	مدت زمان خشک شدن (ساعت)	میزان اسانس (٪)	باکتری های مزوفیل هوازی cfu/g	شمارش کپک cfu/g	a^*	b^*	هیو	کروما
آفتاب	۴۹b	۰/۴bc	۱۳/۳۳×۱۰^{۳}b	۰/۹۵×۱۰^{۳}d	۴/۰۸c	۱۷/۱b	۷۶/۴b	۱۷/۶b
سایه	۶۴a	۰/۵۱a	۱۳/۱×۱۰^{۳}b	۶/۲۷×۱۰^{۳}b	۶/۴۶a	۱۸/۳b	۷۱c	۱۹/۴a
آون ۳۰ درجه	۵۰/۸b	۰/۴۳ab	۱۴×۱۰^{۳}b	۱۵/۵×۱۰^{۳}a	۵/۹۶a	۱۹/۳a	۷۴/۳b	۲۰/۳a
آون ۴۰ درجه	۱۷c	۰/۳۳c	۱۵/۷×۱۰^{۳}a	۱/۵×۱۰^{۳}cd	۴/۸۳b	۱۷/۱b	۷۵/۴b	۱۷/۹b
آون ۵۰ درجه	۱۲/۵d	۰/۳۳c	۴/۵×۱۰^{۳}c	۱/۸۳×۱۰^{۳}d	۳/۴c	۱۶/۹b	۷۹/۵a	۱۷/۳b

*داده های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ می باشند

بدون در نظر گرفتن شرایط کشت، طولانی ترین زمان خشک شدن (۶۴ ساعت) مربوط به تیمار سایه و بعد از آن آون با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و آفتاب بود و کمترین زمان خشک شدن (۱۲/۵ ساعت) مربوط به تیمار آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد و بعد از آن آون با دمای ۴۰ درجه سانتی گراد بود (جدول ۳). همانطور که در نمودار شماره ۱ مشاهده می شود، در هر دو شرایط کشت، طولانی ترین زمان خشک شدن مربوط به تیمار سایه (به ترتیب ۷۳ و ۵۵ ساعت مربوط به گلخانه و مزرعه) و کمترین زمان (به ترتیب ۱۴ و ۱۱ ساعت) مربوط به آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد بود. روند خشک کردن نمونه ها تحت تیمار های مختلف در تصاویر شماره ۱ و ۲ منعکس شده است. همانطور که مشاهده می شود در هر دو شرایط با افزایش دمای خشک شدن شیب منحنی خشک شدن تند تر می شود. زمان خشک شدن تابعی از میزان رطوبت گیاهی و دمای محیط می باشد.

در شرایطی که میزان رطوبت گیاهی کمتر باشد، گیاه سریعتر خشک می شود. همچنین در دماهای بالاتر محیط، به دلیل تبخیر سریعتر، عمل خشک شدن سریعتر صورت می گیرد. در این تحقیق با توجه به اینکه گیاهان کشت شده در گلخانه به دلیل دریافت نور کمتر خورشید و همچنین بالاتر بودن رطوبت نسبی محیط گلخانه، دارای محتوای رطوبتی بالاتری بودند، زمان طولانی تری در تیمارهای مختلف برای رسیدن به حد رطوبت مجاز نیاز داشتند.

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین اثر ساده شرایط کشت بر فاکتورهای اندازه گیری شده

شرایط کشت	مدت زمان خشک شدن (ساعت)	میزان اسانس (٪)	باکتری های مزوفیل هوازی cfu/g	شمارش کپک cfu/g	L^*	a^*	b^*	هیو	کروما
زمین	۳۳/۵b	۰/۵۸a	۱/۶۲×۱۰^{۳}b	۱/۹۳×۱۰^{۳}b	۴۷/۳b	۶/۹a	۲۰/۷b	۷۲b	۲۱/۸a
گلخانه	۴۳/۸a	۰/۲۲b	۲۲/۶×۱۰^{۳}a	۸/۴۸×۱۰^{۳}a	۵۴/۹a	۳b	۱۴/۸a	۷۸/۶a	۱۵/۲b

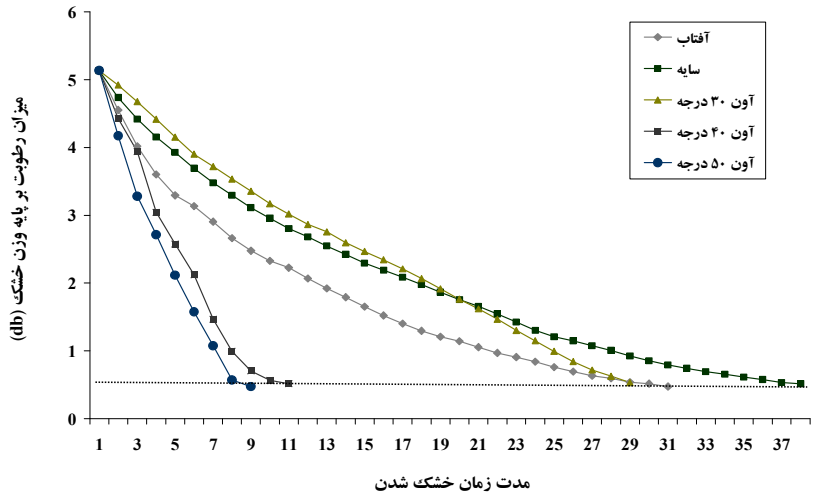
*داده های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ می باشند.

دلیل دیگر تفاوت در مدت زمانهای خشک شدن در تیمارهای طبیعی (سایه و آفتاب)، تفاوت دمای محیط در فصل زمستان (زمان خشک کردن نمونه های گلخانه) و تابستان (زمان خشک کردن نمونه های مزرعه)

می باشد. در گیاه بابونه، گزارش شده است که در تیمارهای مختلف آون با دمای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد در مقایسه با روش طبیعی آفتاب و سایه، طولانی ترین زمان خشک شدن (۷۲ ساعت) مربوط به تیمار سایه و کمترین زمان خشک شدن (حدود ۹ ساعت) مربوط به تیمار با دمای ۷۰ درجه بود (Azizi et al., 2009; Rahmati et al., 2010).

میزان اسانس

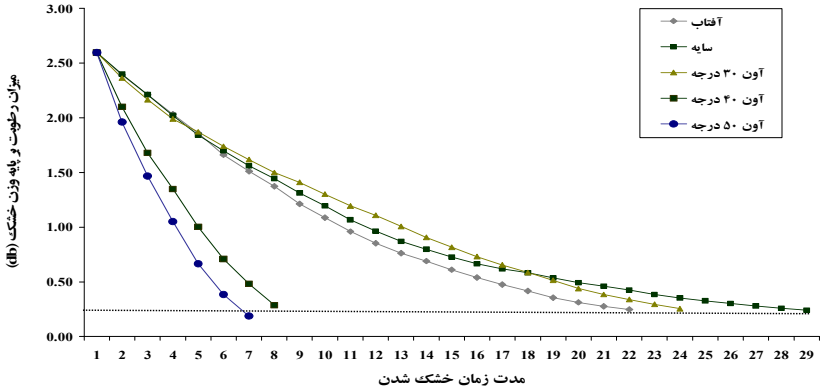
اثر ساده و متقابل تیمارها بر میزان اسانس نیز معنی دار بود. نتایج مندرج در شکل شماره ۳ نشان می دهد که در هر دو شرایط کشت (گلخانه و مزرعه) بالاترین میزان اسانس (به ترتیب ۰/۲۹ درصد و ۰/۷۳ درصد) مربوط به تیمار سایه بود. البته در هر دو شرایط بین این تیمار با تیمار آون با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد تفاوت معنی داری از نظر آماری وجود نداشت. در شرایط مزرعه، بین تیمار آفتاب و آون های با دمای ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی گراد تفاوت معنی داری وجود نداشت. همچنین در شرایط گلخانه نیز به غیر از تیمار سایه، بین بقیه تیمارها تفاوت معنی دار نبود، ولی در هر دو شرایط میزان اسانس در تیمارهای آون با دمای ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی گراد نسبت به دیگر تیمارها کمتر بود. بدون در نظر گرفتن تیمار خشک کردن، میزان اسانس این گیاه در شرایط مزرعه حدود ۲/۵ برابر شرایط گلخانه بود (به ترتیب ۰/۵۸ و ۰/۲۲ درصد) که نشان دهنده کاهش شدید میزان اسانس این گیاه در صورت کشت گلخانه ای می باشد. با توجه به اینکه مواد موثره گیاهان دارویی به عنوان ترکیبات حاصل از متابولیت های ثانویه می باشند که اغلب در شرایط تنش تولید می شوند (Omidbaigi, 2005a). به نظر می رسد در شرایط گلخانه به دلیل فراهم بودن شرایط رشد معمولی (دمای مناسب و بالا بودن رطوبت نسبی) مواد موثره این گیاه (اسانس) به شدت کاهش یافته است که یکی از دلایل اصلی اهمیت کشت گیاهان دارویی در فضای باز و اجتناب از کشت گلخانه ای گیاهان دارویی همین مسئله می باشد. در رابطه با تاثیر دمای خشک کردن بر اسانس، تحقیقاتی توسط سایر محققین صورت گرفته است و در بسیاری موارد تاثیر منفی دماهای بالای ۵۰ درجه سانتی گراد در رابطه با گیاهان دارویی اسانس دار گزارش شده است (Martinov et al., 2007).



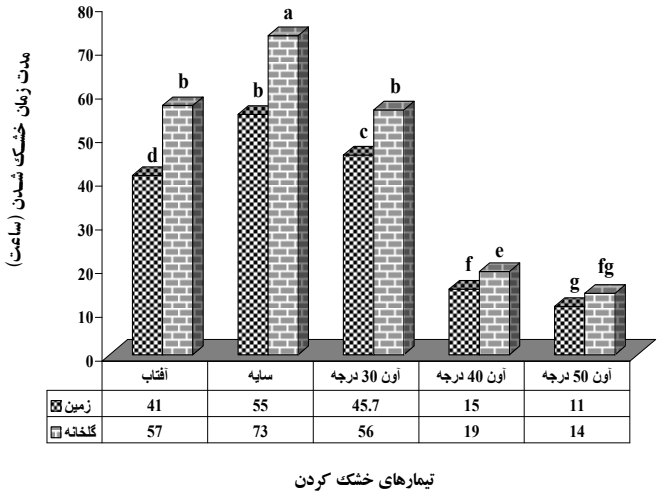
شکل شماره ۱- روند کاهش وزن گیاه بادرشبی در واکنش به تیمارهای مختلف، کشت شده در گلخانه
(خط نقطه چین نشان دهنده حد مجاز رطوبتی گیاهان دارویی خشک شده می باشد)

در تحقیقی تاثیر روشهای مختلف خشک‌کردن (آفتاب، سایه، و آون با دمای ۴۵ درجه سانتی گراد) بر کمیت و کیفیت اسانس مرزه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان اسانس (۱/۰۶، ۰/۹۴ و ۰/۸۷ درصد) به ترتیب مربوط به روشهای آون، سایه و آفتاب بود (Sefidkon et al., 2006). تحقیقات خشک کردن در رابطه با گل محمدی نشان داده شده است که اسانس حاصل از گلبرگ های خشک شده در سایه نسبت به

اسانس حاصل از دماهای ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی گراد آون و روش آفتاب از لحاظ میزان اسانس دارای تفاوت معنی داری نبودند ولی در روش خشک کردن در سایه میزان سیترونلول و ژرانیول بالاتری به دست آمد که دارای درصد ترکیب های مومی و سنگین کاهنده ی کیفیت اسانس کمتری بود (Ahmadi et al., 2008).



شکل شماره ۲- روند کاهش وزن گیاه بادرشبی در واکنش به تیمارهای مختلف، کشت شده در مزرعه
(خط نقطه چین نشان دهنده حد مجاز رطوبتی گیاهان دارویی خشک شده می باشد)



	آفتاب	سایه	آون 30 درجه	آون 40 درجه	آون 50 درجه
زمین	41	55	45.7	15	11
گلخانه	57	73	56	19	14

شکل شماره ۳- اثر متقابل روش خشک کردن و شرایط کشت بر زمان خشک شدن گیاه بادرشبی

در تحقیقی در رابطه با خشک کردن پنج گونه بومادران، نتایج نشان داده است که بالاترین میزان اسانس در همه گونه ها در تیمار خشک کردن در سایه به دست آمد و میزان اسانس بدست آمده در همه گونه ها در تیمار آفتاب نسبت به تیمارهای سایه و نمونه تر، کمتر بود (Ghani & Azizi, 2009). نتایج تحقیقات نشان داده است که دمای ۶۰ درجه سانتی گراد برای خشک کردن آویشن و مریم گلی مناسب نیست و باعث کاهش شدید ترکیبات فرار آنها می گردد. این کاهش به دلیل از بین رفتن مونوترپنهای غیر اکسیژنه می باشد (Venskutonis, 1997).

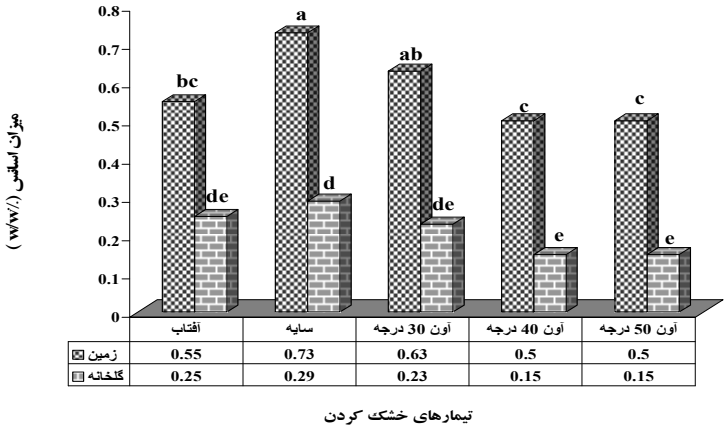
شمارش میکروبی

اثر تیمارها بر تعداد کل باکتریهای مزوفیل هوازی و تعداد کپک ها معنی دار بود ولی بر تعداد مخمر معنی دار نگردید (جدول شماره ۱).

نتایج مندرج در جدول شماره ۴ نشان می دهد که از نظر تعداد باکتریهای مزوفیل هوازی در هر دو شرایط گلخانه و مزرعه، کمترین میزان (به ترتیب ۹×۱۰^{۳} و ۰

) مربوط به آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گـراد بـود. در شرایط گلخانه فقط بین تیمـار آون دمـای ۵۰ درجـه بـا بقیه تیمارها تفاوت وجود داشت و بقیه تیمارهـا در یـک گروه قرار داشتند. در شرایط مزرعه نیز، فقط بین تیمـار دمای ۴۰ درجه با بقیه تیمارهـا تفـاوت وجـود داشـت و بقیه تیمـارها در یک گروه قرار داشتند. همچنین بـدون در نظر گـرفتن روش خـشک کـردن، تعـداد باکتریهـای مزوفیل هوازی در شرایط گلخانه بسیار بـالاتر از شـرایط مزرعه بـود ($۲۲/۶\times۱۰^{۳}$ در مقایسه بـا $۱/۶۲\times۱۰^{۳}$). در بررسی اثر سـاده روش خـشک کـردن، بـالاترین میـزان باکتریهای مزوفیل هوازی ($۱۵/۷\times۱۰^{۳}$) مربوط به تیمـار آون با دمای ۴۰ درجه سانتی گـراد و کمتـرین میـزان ($۴/۵\times۱۰^{۳}$) مربوط به آون با دمای۵۰ درجه سانتی گـراد بود. بین بقیه تیمارهـا تفـاوت معنـی دار از نظـر آمـاری وجود نداشت (جدول شماره ۲). از نظـر شـمارش تعـداد کپک، در شرایط گلخانه بـالاترین میـزان ($۲۷/۳۳\times۱۰^{۳}$) مربوط به آون با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و بعد از آن سایه ($۸/۵۳\times۱۰^{۳}$) و کمترین میزان ($۱/۲۲\times۱۰^{۳}$) مربوط به تیمار آفتاب بود.

در شرایط مزرعه نیز بالاترین میزان (۴×۱۰^{۳}) مربوط بـه تیمار سایه و بعد از آن ($۱/۶۷\times۱۰^{۳}$) مربوط به تیمار آون بـا دمـای ۳۰ درجـه سـانتی گـراد و کمتـرین میـزان (۶۷×۱۰^{۳} . و ۳۳×۱۰^{۳} .) به ترتیب مربوط به تیمارهای آون با دمای ۴۰ درجه سانتی گراد و آفتاب بود (جـدول شماره ۴). بـدون در نظـر گـرفتن تیمـار خـشک کـردن (جـدول شـماره ۳)، میـزان شـمارش کپـک در شـرایط گلخانه بـالاتر از مزرعـه بـود ($۸/۴۸\times۱۰^{۳}$ در مقایسه بـا $۱/۹۳\times۱۰^{۳}$). همچنـین بـدون در نظـر گـرفتن شـرایط رشد، بالاترین میزان کپک ($۱۵/۵\times۱۰^{۳}$) مربوط به تیمـار آون ۳۰ درجـه سـانتیگراد و بعـد از آن تیمـار سـایه ($۶/۲۷\times۱۰^{۳}$) و کمترین میزان (۹۵×۱۰^{۳} .) مربـوط بـه تیمار آفتاب بود (جدول شماره ۴). اثر تیمارها بـر تعـداد مخمر ها نیز معنی دار نشد و در تیمارهای مختلف رشـد مخمر مشاهده نشد.



شکل شماره ۴- اثر متقابل روش خشک کردن و شرایط کشت بر میزان اسانس گیاه بادرشبی

میـزان آلـودگی میکروبـی بـاکتری هـای هـوازی در شرایط گلخانه حدود ۱۴ برابر نسبت به مزرعه بیشتر بود که این افزایش آلودگی ممکن اسـت بـه دلیـل آلـودگی بالای محیط رشد گیاهـان باشـد. در گلخانـه بـالا بـودن رطوبت نسبی محـیط ممکـن اسـت شـرایط رشـد بهتـر باکتریهـا را فـراهم کنـد. از طـرف دیگـر رشـد بهتـر باکتریهای مزوفیل هـوازی در دمـای ۴۰ درجـه سـانتی گراد ممکن است به دلیل نزدیک بودن این دما به دمـای مناسب رشد باکتریهای هوازی (دمای ۳۷ درجـه سـانتی گـراد) باشد و مشاهده گردید که با افزایش دمـا از ۴۰ بـه ۵۰ درجه سانتی گراد میزان آلودگی بـه شـدت کـاهش یافت و کنترل شد. از طرف دیگر میزان آلـودگی مربـوط به رشد کپک در شـرایط گلخانـه در مقایسه بـا مزرعـه حدود ۴/۵ برابر بود که علت اصلی آن بالا بودن رطوبـت محیط رشد گیاهان می باشـد. همچنـین افـزایش رشـد کپک در تیمارهای سایه و آون ۳۰ درجـه سـانتی گـراد ممکن است به دلیل نزدیک بودن دمای این تیمارهـا بـه دمای مناسب رشد آنها (دمای ۲۵ درجـه سـانتی گـراد)

باشد. متاسفانه در ایران برای اکثر گیاهان دارویی استانداردی برای کنترل کیفی از نظر بار میکروبی وجود ندارد، همچنین با مراجعه به استاندارد میکروبی ادویه ها، نشان می دهد که استانداردی برای تعداد کل باکتری های مزوفیل هوازی تدوین نشده است. طبق مطالعات انجام شده در برخی کشورها از جمله آلمان و نیز استاندارد بین المللی ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods) حد مجاز برای تعداد باکتر یهای مزوفیل هوازی 10^6 cfu/g ذکر شده است (Mousumi & Sarkar, 2003) که در این تحقیق میزان آلودگی در همه تیمارها کمتر از حد مجاز بود که ممکن است به دلیل خاصیت ضد میکروبی این گیاه باشد (Omidbaigi, 2005b) که توانسته است تا حدودی از آلودگی میکروبی بکاهد (Shahraz et al., 2007).

خصوصیات رنگ نمونه ها

اثر ساده و متقابل تیمارها بر همه خصوصیات رنگ به جز، اثر ساده خشک کردن بر میزان L^* (شاخص درخشندگی یا درجه شفافیت رنگ) نمونه ها، معنی دار شد (جدول ۱). شاخص L^*، در شرایط گلخانه بالاتر از مزرعه بود (به ترتیب ۵۴/۹ و ۴۷/۳). همانطور که در جدول شماره ۵ مشاهده می شود، در شرایط گلخانه، بالاترین میزان (۵۷/ ۷) مربوط به تیمار آون با دمای ۴۰ درجه سانتی گراد و بین بقیه تیمارها اختلاف معنی داری از این نظر وجود نداشت. همچنین در شرایط مزرعه نیز بالاترین میزان (۵۰) مربوط به تیمار آون ۳۰ درجه سانتی گراد بود، البته بین این تیمار با دیگر تیمارها به جز دمای۵۰ درجه سانتی گراد اختلاف معنی دار نبود. از نظر شاخص a^*، در شرایط گلخانه بالاترین میزان (۴/۷۳) مربوط به تیمار سایه و کمترین میزان (۱/۵۸) مربوط به دمای ۵۰ درجه سانتیگراد بود. در شرایط مزرعه، بالاترین میزان (۹/۳۸) مربوط به تیمار آون با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و بعد از آن تیمار سایه (۸/۱۹) و کمترین میزان (۴/۰۱) مربوط به تیمار آفتاب بود. بدون در نظر گرفتن روش خشک کردن میزان شاخص a^*، در شرایط گلخانه و مزرعه به ترتیب ۶/۹ و ۳ بود (جدول ۳). همچنین بدون در نظر گرفتن شرایط رشد، بالاترین میزان شاخص a^*، (۶/۴۶ و ۵/۹۶) به ترتیب مربوط به تیمارهای سایه و آون با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد بود و کمترین میزان (۳/۴ و ۴/۰۸) مربوط به تیمارهای آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد و آفتاب بدست آمد (جدول ۲).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل روش خشک کردن و شرایط کشت بر میزان بار میکروبی گیاه بادرشبی

شرایط کشت	تیمارها	شمارش باکتریهای مزوفیل هوازی cfu/g	شمارش کپک cfu/g	شمارش مخمر cfu/g
زمین	آفتاب	۰d	۰/۶۷×۱۰^{3}ef	۰
	سایه	۱/۷۶×۱۰^3 d	۴×۱۰^{3}c	۰
	آون دمای ۳۰	۱/۳۳×۱۰^{3}d	۳/۶۷×۱۰^{3}c	۰
	آون دمای ۴۰	۵×۱۰^{3}c	۰/۳۳×۱۰^{3}f	۰
	آون دمای ۵۰	۰d	۱×۱۰^{3}ef	۰
گلخانه	آفتاب	۲۶/۶۷×۱۰^{3}a	/۲۲×۱۰^{3}e	۰
	سایه	۲۴/۳۳×۱۰^{3}a	۸/۵۳×۱۰^{3}b	۰
	آون دمای ۳۰	۲۶/۶۷×۱۰^{3}a	۲۷/۳۳×۱۰^{3}a	۰
	آون دمای ۴۰	۲۶/۳۳×۱۰^{3}a	۲/۶۶×۱۰^{3}d	۰
	آون دمای ۵۰	۹×۱۰^{3}b	۲/۶۶×۱۰^{3}d	۰

*داده های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ می باشند.

از نظر شاخص b^*، میزان آن در شرایط مزرعه بالاتر از گلخانه بود (۲۰/۷ و ۱۴/۸). بدون در نظر گرفتن شرایط رشد بالاترین میزان این شاخص مربوط به تیمار آون با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد بود و بقیه تیمارها معنی دار نبودند (جدول ۳). نتایج جدول شماره ۵ نشان می دهد که در دو شرایط مزرعه و گلخانه، بالاترین میزان این شاخص مربوط به آون با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد بود.

از نظـر هیـو (Hue) ، در شـرایط گلخانـه، بـالاترین میزان (۸۳/۴) مربوط به تیمار آون بـا دمـای ۵۰ درجـه سانتی گراد و کمترین میزان (۷۲/۹) مربوط به تیمـار سایه بود. در حالی که در شرایط مزرعه بالاتـرین میـزان (۷۷/۹) مربـوط بـه تیمـار آفتـاب و بعـد از آن آون بـا دمای ۵۰ درجه سانتی گراد و کمترین میزان مربوط به ۳ تیمار دیگر بود. میزان شـاخص هیـو در شـرایط گلخانـه بالاتر از مزرعه بود (بـه ترتیـب۷۸/۶ و ۷۲). همچنـین بدون در نظر گرفتن شرایط رشد، بـالاترین میـزان هیـو (۷۹/۵) مربوط به تیمار آون با دمای ۵۰ درجـه سـانتی گراد و کمترین میزان (۷۱) مربوط به تیمار سـایه بـود و دیگر تیمارها در یک گروه قرار داشتند (جدول ۲).

جدول شماره ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل روش خشک کردن و شرایط کشت بر خصوصیات رنگ گیاه بادرشبی

شرایط کشت	تیمارها	L^*	a^*	b^*	هیو	کروما
زمین	آفتاب	۴۶/۱de	۴/۰۱d	۱۸/۷c	۷۷/۹bc	۱۹/۲c
	سایه	۴۸/۳cde	۸/۱۹b	۲۱/۳ab	۶۹e	۲۲/۸b
	آون دمای ۳۰	۵۰cd	۹/۳۸a	۲۳a	۶۷/۸e	۲۴/۸a
	آون دمای ۴۰	۴۷/۵de	۷/۴۵b	۲۰/۲bc	۶۹/۸e	۲۱/۶b
	آون دمای ۵۰	۴۴/۶e	۵/۲۳c	۲۰/۲bc	۷۵/۶cd	۲۰/۹bc
گلخانه	آفتاب	۵۶/۷ab	۴/۱۵d	۱۵/۵de	۷۴/۹cd	۱۶d
	سایه	۵۲/۴bc	۴/۷۳cd	۱۵/۴de	۷۲/۹d	۱۶/۱d
	آون دمای ۳۰	۵۲/۴bc	۲/۵۴e	۱۵/۶d	۸۰/۹ab	۱۵/۹d
	آون دمای ۴۰	۵۷/۷a	۲/۲e	۱۴/۱de	۸۱ab	۱۴/۲de
	آون دمای ۵۰	۵۵ab	۱/۵۸e	۱۳/۵e	۸۳/۴a	۱۳/۶e

*داده های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ می باشند.

نتایج مربوط به اندازه گیری کروما (Chroma)، که شاخص درجه خلوص رنگ می باشد، نشان می دهد که در شرایط گلخانه کمترین میزان (۱۳/۶) مربوط به تیمار آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد بود و بقیه تیمارها در یک گروه قرار داشتند در حالی که در شرایط مزرعه بالاترین میزان (۲۴/۸) مربوط به آون با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و بعد از آن سایه (۲۲/۸) بود و کمترین میزان (۱۹/۲) مربوط به تیمار آفتاب و بعد از آن آون ۵۰ درجه بود (جدول شماره ۵). میزان کروما در شرایط مزرعه بالاتر از شرایط گلخانه بود و بدون در نظر گرفتن شرایط کشت، بالاترین میزان کروما (۲۰/۳ و ۱۹/۴) مربوط به تیمارهای آون با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و سایه بود و بقیه تیمارها در یک گروه قرار داشتند (جدول ۲).

نتیجه گیری کلی

با توجه به اینکه بادرشبی یک گیاه اسانس دار بوده و حصول بیشتر به اسانس آن مهم می باشد، و همچنین با توجه به تحقیق انجام شده بهترین شرایط در منطقه کرج، شرایط کشت در مزرعه و تیمار خشک کردن در سایه بوده و میزان اسانس و کیفیت محصول در این شرایط بهتر است.

سپاسگزاری

در پایان از همکاری های معاونت محترم پژوهشی و مدیریت گروه باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در اجرای این تحقیق، تقدیر و تشکر به عمل می آید.

REFERENCES

1. Ahmadi, K., Sefidkon, F. & Assareh, M. H. (2008). The effects of different drying methods on essential oil content and composition of three genotypes of *Rosa damascena* Mill. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(2), 162 – 176 (In Farsi).

2. Azizi, M., Rahmati, M., Ebadi, M. T. & Hasanzadeh Khayyat, M. (2009). The effects of different drying methods on weight loss rate, essential oil and chamazolene contents of chamomile (*Matricaria recutita*) flowers. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25(2), 182 – 192 (In Farsi).
3. Balladin, D. A. & Headley, O. (1999). Evaluation of solar dried Thyme (*Thymus vulgaris* Linne.) herbs. *Renew Energy*, 175, 23–31.
4. Domokos, J., Predi, J. & Halasz-zelnik, K. (1994). Charecterization of seed oil of Dragon head (*Dracocephalum moldavica* L.) and Catnip (*Nepeta cataria* var *citriodora* Balb.). *Industrial Crops and Products*, 3, 91-94.
5. Ghani, A., Azizi, M., Pahlavanpour, A. & Hassanzadeh-Khayyat, M. (2009). Comparative study on the essential oil content and composition of *Achillea eriophora* DC. in field and wild conditions. *Journal of Medicinal Plants*, 8(2), 120 – 128 (In Farsi).
6. Ghani, A. & Azizi, M. (2009). The effect of different drying methods on quantity and quality characteristics of five Yarrow species (*Achillea*). *The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture)*, 23(1), 1 -11. (In Farsi).
7. Iran National Standard. (1993). *Finding and Counting for molds and yeasts using colony counting method in 25 ^0C* . No. 997. Iran Standard and Industrial Research Institute. pp: 1-8.
8. ISIRI, Standard 356, *Standard methods for reparation of food samples and enumera of microorganisms in food*. 10th Edition.
9. Iran National Standard. (2005). *Counting of Microorganisms by using of total Count method at 30 ^0C*. No. 8248. Iran Standard and Industrial Research Institute.
10. Lebert, A., Tharrault, P., Rocha, T. & Marty-Audoin, C. (1992). The drying kinetics of mint (*Mentha spicata* Huds). *Food Engineering*, 17(1), 15–28.
11. Martinov, M., Oztekin, S. & Muller, J. (2007). *Medicinal and Aromatic Crops*. CRC Press, United States of America, 320 p.
12. Mousumi B. & Sarkar, P. K. (2003). Microbiological quality of some retail spices in India. *Food research International*, 36, 469- 474.
13. Muller, J., Reisinger, G. & Muhlbauer, W. (1989). Drying of medicinal and aromatic plants in a greenhouse solar dryer. *Landtechnik*, 2, 58–65.
14. Omidbaigi, R. (2005a). *Production and processing of medicinal plants*. Volume 1, Behnashr Publication, 347p.
15. Omidbaigi, R. (2005b). *Production and processing of medicinal plants*. Volume 2, Behnashr Publication, 438p.
16. Panchariya, P. C., Popovic, D. & Sharma, A.L. (2002). Thin-layer modeling of black tea drying process. *Food Engineering*, 52, 349–57.
17. Parker, J. C. (1999). *Developing a Herb and Spice Industry in Callide Valley, Qeensland. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation*. RIRDC Publication No: 99/45, RIRDC Project No: DAQ-194A.
18. Park, K. J., Vohnikova, Z. & Brod, F.P.R. (2002). Evaluation of drying parameters and desorption isotherms of garden mint leaves (*Mentha crispa* L.). *Food Engineering*, 51, 193–199.
19. Rahmati., M., azizi, M., Ebadi, M. T. & Hasanzadeh Khayyat, M. (2010). *Journal of Horticultural Science*, 24(1), 29-37 (In Farsi).
20. Ren, G. & Chen, F. (1998). Drying of American ginseng (*Panax quinquefolium*) roots by microwave-hot air combination. *Food Engineering*, 35, 433–443.
21. Sefidkon, F., Abbasi, K. & Bakhshi Khaniki, G. (2006). Influence of drying and extraction method on yield and chemical composition of the essential oil of *Saturea hortensis*. *Food Chemistry*, 99(1), 19-23.
22. Shahraz, F., kamran, M., Khaksar, R., Hosseini, H., Kargar, S. & Enteshari, M. (2007). Assessment of the microbiological quality of packed spices in the chain stores, Shahrvand,in Tehran in 1386. *Journal of Food Science and Technology*, 6(2), 125 – 131 (In Frasi).
23. Sigge, G. O., Hansmanw, C. F. & Joubert, E. (2001). Effect of storage conditions, packaging material and metabisulphite treatment on the colour of dehydrated green bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Quality*, 24(3), 205–218.
24. Soysal, Y. & Oztekin, S. (2001). Technical and economic performance of a tray dryer for medicinal and aromatic plants. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 79, 73-79.
25. Soysal, Y. (2004). Microwave drying characteristics of Parsley. *Biosystems Engineering*, 89 (2), 167–173.
26. Soysal, Y., Oztekin, S. & Eren, O. (2006). Microwave drying of parsley: modelling, kinetics, and energy aspects. *Biosystems Engineering*, 93(4), 403–413.
27. Venskutonis, P. R. (1997). Effect of drying on the volatile constituents of Thyme (*Thymus vulgaris*) and sage (*Salvia officinalis*). *Food Chemistry*, 52(9), 219-277.

28. Yagcoglu, A., Degirmencioglu, A.C. & Agatay, F. (1999). Drying characteristics of laurel leaves under different drying conditions. In: Bascetincelik A, editor. Proceeding of the *7th international congress on agricultural mechanization and energy in agriculture*, Adana, Turkey26–27 May. Faculty of Agriculture, Cukurova University, pp: 565–569.