بررسی فرایند استخراج روغن‌های فرار از گیاه رزماری به روش تقطیر با بخار آب

محسن ملکی‌دوززاده[۱]، پریسا خدیو پارسی[۲]، شمسعلی رضازاده[۳]*، حسین ابوالقاسمی[٤]، مرتضی پیرعلی همدانی[٥]

۱- دانشجوی مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی شیمی، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

۲- استادیار، دانشکده مهندسی شیمی، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

۳- استادیار پژوهش، گروه فارماکوگنوزی و داروسازی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی

٤- استادیار، دانشکده مهندسی شیمی، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران

۵- دانشیار، گروه شیمی دارویی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز تحقیقات آزمایشگاهی غذا و دارو

*آدرس مکاتبه: تهران، خیابان انقلاب اسلامی، خیابان فخررازی، خیابان شهدای ژاندارمری شرقی، شماره ۱۷۲، طبقه سوم، صندوق‌پستی: ١٤٤٦- ١٣١٤٥، تلفن و نمابر: ٦٦٩٧١١٩١ (٠٢١)

پست الکترونیک: shrezazadeh@imp.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۲۵ **تاریخ تصویب:** ۸٦/۵/۲۵

چکیده

مقدمه: روغن فرار گیاه رزماری یکی از پرمصرف‌ترین روغن‌های فرار گیاهی در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی، بهداشتی است. در حال حاضر تهیه روغن فرار از این گیاه با روش تقطیر با آب انجام می‌شود از آن‌جا که بازدهی خوب با حفظ کیفیت مناسب اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن مطلوب است، بررسی روش‌های دیگر تهیه روغن فرار از جمله روش تقطیر با بخار مفید است.

هدف: دستیابی به بهترین مقدار بازده استخراج روغن‌های فرار، مقدار بهینه بخار مصرفی، تاثیر استفاده از ستون‌های تقطیر چند مرحله‌ای و روند تغییرات ترکیب‌های روغن فرار رزماری با زمان تقطیر از اهداف پژوهش فوق است.

روش بررسی: در این کار پژوهشی، روغن‌های فرار از گیاه رزماری به روش تقطیر با بخار آب استخراج شد. برای استخراج روغن‌های فرار به روش تقطیر با بخار آب بستری از گیاه در بالای یک منبع تولید بخار قرار گرفت و بخار آب با عبور از بستر گیاه روغن فرار را استخراج کرده و با خود خارج می‌کند. بازده استخراج برای هر آزمایش مشخص شد، هم‌چنین تجزیه دستگاهی نمونه‌ها توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی- جرمی و کروماتوگرافی گازی اجزای روغن فرار رزماری برای نمونه مورد آزمایش را مشخص می‌کند.

نتایج: انجام آزمایش‌ها نشان داد که با کاهش شدت جریان حجمی بخار آب ورودی به ستون و افزایش تعداد مراحل ستون تقطیر بازده استخراج افزایش می یابد. از طرفی با تجزیه دستگاهی نمونه‌های جمع‌آوری شده در بازه‌های زمانی ۵، ۱۵، ۳۰، ٦۰ و ۱۰۰ دقیقه تغییرات ترکیب‌های مهم روغن فرار رزماری شامل آلفا- پنین، کامفور، ۱،۸- سینئول نسبت به زمان بررسی شد.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج به دست آمده در مورد افزایش بازده در این پژوهش ناشی از کاهش کانالیزه شدن بخار و افزایش زمان تماس بین گیاه و بخار است و روند تغییرات ترکیب‌های روغن فرار رزماری با زمان ناشی از اختلاف نقطه جوش ترکیب‌ها و پدیده تخریب دیواره سلول‌های گیاهی است.

گل‌واژگان: ستون چند مرحله‌ای، گیاه رزماری، روغن فرار، تقطیر با بخار آب

[Downloaded from jmp.ir on 2026-09-13]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2007.6.24.13.0]

مقدمه

به طور کلی استخراج روغن‌های فرار از گیاهان معطر و دارویی به منظور دستیابی به مواد موثر در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی، صنایع غذایی و ... به روش‌های متفاوتی نظیر تقطیر، استخراج با حلال، استخراج با سیال فوق بحرانی[1]، روش‌های مکانیکی و ... صورت می‌گیرد، اما هیچ‌کدام از این روش‌ها جهت استخراج روغن‌های فرار از گیاهان دارویی و معطر یک روش عمومی نیست، به این معنا که هر کدام از این روش‌ها برای یک گیاه به خصوص دارای معایب و مزایای خاصی است و برای گیاهان گوناگون دارای بازدهی متفاوت است. روش کلاسیک و نسبی جهت دستیابی به روغن‌های فرار از گیاهان معطر و دارویی همان روش تقطیر است که از دوراگذشته به روش تقطیر با آب صورت گرفته است [۱].

استفاده از روش تقطیر با بخار آب به منظور افزایش بازده فرایند تقطیر و افزایش کیفیت محصول نهایی و در نتیجه کاهش هزینه تولید از اوایل دهه هشتاد میلادی به صورت جدی مورد توجه قرار گرفته است. وقتی مقایسه‌ای بین این روش ساده و کم هزینه با روش پرهزینه و پیچیده‌ای نظیر استخراج با حلال فوق بحرانی انجام می‌شود پی به اهمیت این روش در مقیاس صنعتی برده می‌شود. مطالعات زیادی توسط محققین برای دستیابی به روشی که فرایند استخراج با تقطیر بخار آب را به روشی مدرن‌تر تبدیل کند، صورت گرفته است. هدف از مطالعات انجام شده بهینه‌سازی فرایند و دستیابی به محصولی با کیفیت مطلوب و در عین حال هزینه مناسب است [۲].

در روش تقطیر با بخار آب، بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش بازده استخراج، کاهش زمان تقطیر و افزایش کیفیّت روغن به دست آمده مورد اهمیت است. فینس[2] و همکارانش به بررسی تاثیر شدت جریان حجمی بخار آب و پوشش حرارتی بخار همراه عایق‌بندی مناسب ستون تقطیر در استخراج روغن‌های فرار از گیاه اسطوخودوس به روش تقطیر با بخار آب جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش بازده استخراج فرایند پرداخته‌اند [۲].

اسمالیفیلد[1] و همکارانش در استخراج روغن فرار از دانه گیاه گشنیز به بررسی تاثیر خرد کردن بر کاهش زمان تقطیر، افزایش بازده و همچنین میزان تغییر ترکیب‌های روغن فرار با زمان تقطیر پرداخته‌اند [۳]. رومادهان[2] و همکارانش نیز جهت بهینه سازی چنین واحدی با انجام تعداد زیادی آزمایش و ارایه یک مدل ریاضی مناسب توانستند میزان انتقال جرم را در طول فرایند بررسی کرده و تمامی عوامل بهینه را برای گیاه بادیان ارایه دهند [٤]. چمت[3] و همکارانش در روش تقطیر با بخار آب به کمک یک هیتر مایکروویو به جای یک هیتر الکتریکی معمولی توانستند باعث ایجاد کاهش چشم‌گیر زمان تقطیر و هم‌چنین افزایش کیفیت روغن فرار حاصله شوند، از طرفی روش فوق از نظر زیست محیطی فرایندی بسیار مطلوب است [۵].

در پژوهش فوق استخراج روغن فرار از گیاه رزماری به عنوان یکی از کاربردی ترین گیاهان دارویی و معطر در صنایع دارویی و غذایی مورد مطالعه قرار گرفته است. گیاه رزماری درختچه همیشه سبز کوچکی است که در کشورهای نواحی غربی دریای مدیترانه رشد می‌کند. ارتفاع این درختچه به ۱/۵ متر می‌رسد. مهم‌ترین تولیدکنندگان این گیاه ایتالیا، اسپانیا، یونان، ترکیه، فرانسه و پرتغال و کشورهای شمال آفریقا هستند. گیاه‌شناسی رزماری تقریباً پیچیده است، زیرا چندین گونه متفاوت آن با خصوصیات متفاوت وجود دارد. بازده استخراج روغن فرار رزماری که تحت عنوان روغن رزماری شناخته شده است به روش تقطیر با بخار آب ۱/۲ درصد است. روغن فرار رزماری در صنایع دارویی و آرایشی و بهداشتی کاربرد وسیعی دارد. این روغن به مقدار خیلی کم در گیاه رزماری وجود دارد و استخراج آن نیازمند یک روش پربازده است. مهم‌ترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده این روغن فرار آلفا-

[1] Super critical fluid extraction
[2] Phineas
[1] Smallfield
[2] Romadhane
[3] 5- Chemat

[Downloaded from jmp.ir on 2026-09-13]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2007.6.24.13.0]

پنین، ۱،۸- سینئول و کامفور است که مقدار هر یک از این ترکیب‌ها در استخراج با روش‌های گوناگون متفاوت است [٦].

اهداف ما در این تحقیق ابتدا ساخت یک واحد استخراج تقطیر با بخار آب از گیاه رزماری و سپس بهینه‌سازی شدت جریان حجمی بخار آب ورودی به بستر گیاه، بهینه‌سازی و بررسی تاثیر افزایش تعداد مراحل ستون تقطیر بر بازده فرایند و همچنین بررسی زمان تقطیر بر روی اجزاء و میزان اجزای روغن فرار رزماری است.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این پژوهش گیاه رزماری در شهریورماه سال ۱۳۸۵ از مزرعه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی واقع در کیلومتر ۳۰ اتوبان کرج - قزوین با طول جغرافیایی '۵۰ و °۵۸ و عرض جغرافیایی '٦۵ و °۳۵ جمع‌آوری شد و پس از تمیز کردن برگ‌ها در سایه و دمای محیط خشک شد.

واحد استخراج به روش تقطیر با بخار آب در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. این واحد در دانشکده فنی دانشگاه تهران ساخته شد. در این واحد قسمت اصلی یک ستون جداسازی شیشه‌ای دو جداره با مشخصات قطر جداره درونی، قطر جداره خارجی و ارتفاع ستون به ترتیب شش، هشت و ٦۰ سانتی‌متر است.

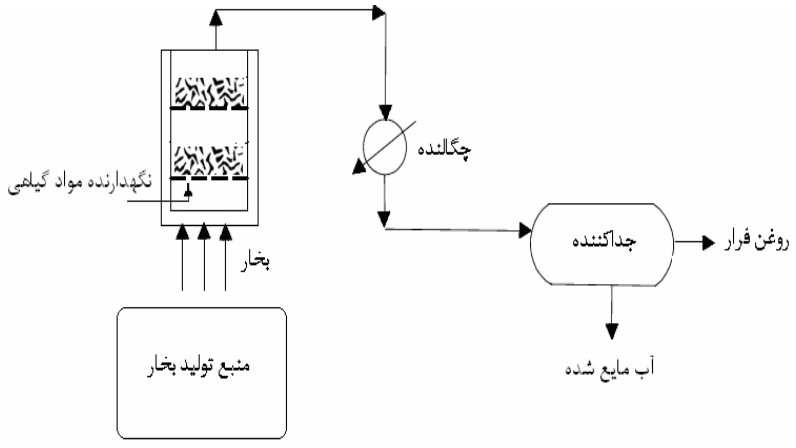
برای استخراج مقدار موردنظر از گیاه رزماری در ستون جداسازی قرار می‌گیرد و با عبور بخار از بستر گیاهی روغن فرار از آن استخراج می‌شود و در بازه‌های زمانی ۵، ۱۵، ۳۰، ٦۰ و ۱۰۰ دقیقه نمونه‌گیری می‌شود، لازم به ذکر است جهت جداسازی کامل آب از روغن فرار در هر بار نمونه‌گیری مقدار ۰/۵ گرم سولفات سدیم به نمونه اضافه می‌شود و بعد از جداسازی روغن فرار وزن آن اندازه‌گیری می‌شود. برای هر آزمایش بازده استخراج با استفاده از رابطه زیر مشخص می‌شود:

$$Y_{oil} = \frac{m_{oil}}{m_s} \times 100$$

در این رابطه:

$m_{oil}\ (gr)$: جرم روغن استخراج شده در هر بازه زمانی.

$m_s\ (gr)$: جرم گیاه خشک مصرف شده در هر آزمایش [۷].



شکل شماره ۱- نمای واحد استخراج روغن‌های فرار از گیاه رزماری

[Downloaded from jmp.ir on 2026-09-13]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2007.6.24.13.0]

پس از انجام آزمایش‌ها و تعیین بازده فرایند در هر آزمایش، نمونه‌های به دست آمده از سه آزمایش ابتدایی، که در پنج بازه زمانی ۵، ۱۵، ۳۰، ٦۰ و ۱۰۰ دقیقه جمع‌آوری شده بود جهت تجزیه دستگاهی با دستگاه کروماتوگرافی گازی با مشخصات

$$\frac{YANGLIN}{instrument}(Acme\ 6000M\ GC), Detector\ FID)$$

به مرکز تجزیه دستگاهی پژوهشکده گیاهان دارویی واقع در مرکز جهاددانشگاهی فرستاده شد. هم‌چنین جهت تعیین ترکیب‌های موجود در روغن فرار رزماری یک آزمایش با دستگاه تقطیر با بخار آب به مدت ۱۰۰ دقیقه که در ان جرم گیاه ۱۰۰ گرم و شدت جریان حجمی بخار ٤ لیتر بر دقیقه بود، انجام شد و نمونه جمع‌آوری شده جهت تجزیه دستگاهی با دستگاه کروماتوگرافی گازی جرمی با مشخصات Technologies GC 6890N Network GC system Agilent به مرکز فوق فرستاده شد.

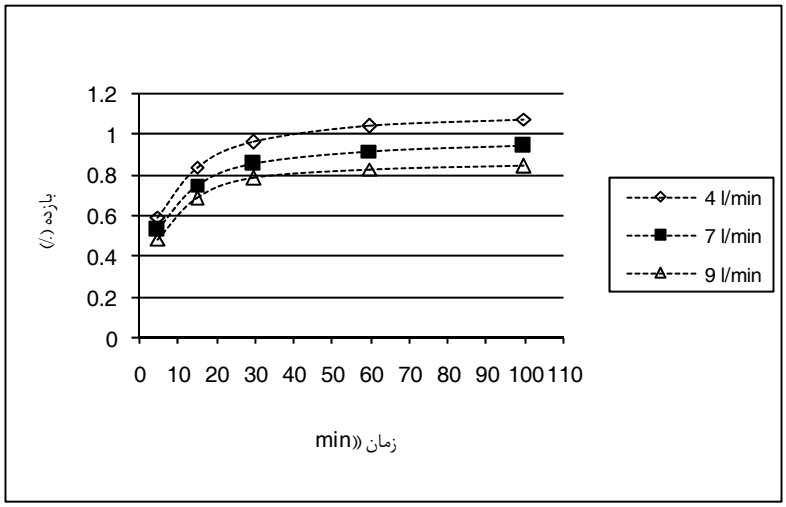
نتایج

۱- تاثیر شدت جریان حجمی بخار بر بازده استخراج

برای تاثیر شدت جریان حجمی بخار بر بازده استخراج از سه شدت جریان حجمی بخار به میزان چهار، هفت و نه لیتر بر دقیقه استفاده شد. که نتایج این سه آزمایش در شکل شماره ۲ آورده شده است.

در شکل شماره ۲ می‌توان مشاهده کرد که با کاهش شدت جریان حجمی بخار میزان جرم روغن استخراج شده در هر یک از بازه‌های زمانی پنج‌گانه افزایش می یابد و در کل میزان بازده برای کمترین شدت جریان حجمی یعنی چهار لیتر بر دقیقه بیشترین میزان یعنی ۱/۰٤۷ درصد را دارا است.

از طرفی با توجه به این که بیشترین شیب نمودار شماره۲ در محدوده زمانی صفر تا ۳۰ دقیقه است می‌توان گفت بیشترین میزان استخراج شده مربوط به ۳۰ دقیقه ابتدایی فرایند استخراج است که این نکته در سایر آزمایش‌ها نیز مشاهده شد. به طور کلی در تمامی آزمایش‌های انجام شده بین ۸۵ تا ۹۵ درصد کل روغن به دست آمده در این محدوده زمانی استخراج شد. همان‌طور که در آزمایش‌های دسته دوم هم مشاهده شد، در مراحل چهارم و پنجم یعنی زمان‌های ٦۰ و ۱۰۰ دقیقه کمترین میزان روغن استخراج می‌شود در واقع بازده این مراحل حدود ۵ الی ۱۰ درصد بازده کل فرایند استخراج است. از نمودار شماره ۲ می‌توان استنباط کرد که در استخراج روغن‌های فرار از گیاه رزماری در حالت خشک با استفاده از ستون تک مرحله‌ای و جرم بستر ۱۰۰ گرم بهترین شدت جریان حجم بخار برای استخراج چهار لیتر بر دقیقه است.



شکل شماره ۲- تغییرات بازده استخراج روغن‌های فرار نسبت به تغییرات شدت جریان حجمی بخار

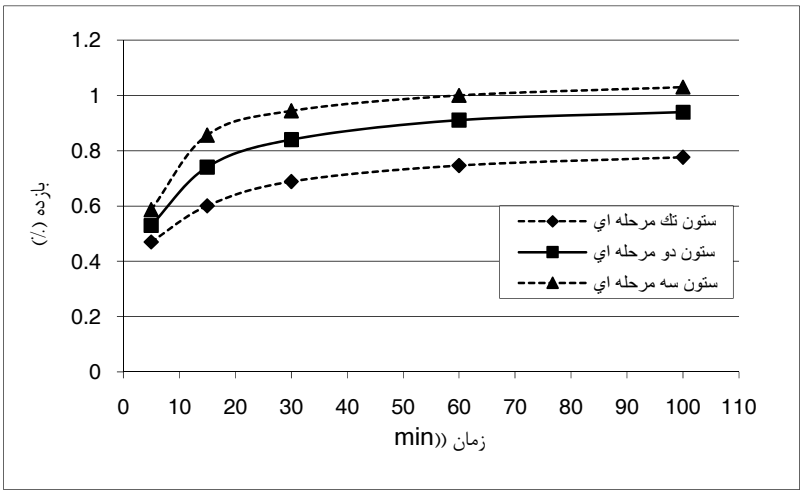
[Downloaded from jmp.ir on 2026-09-13]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2007.6.24.13.0]

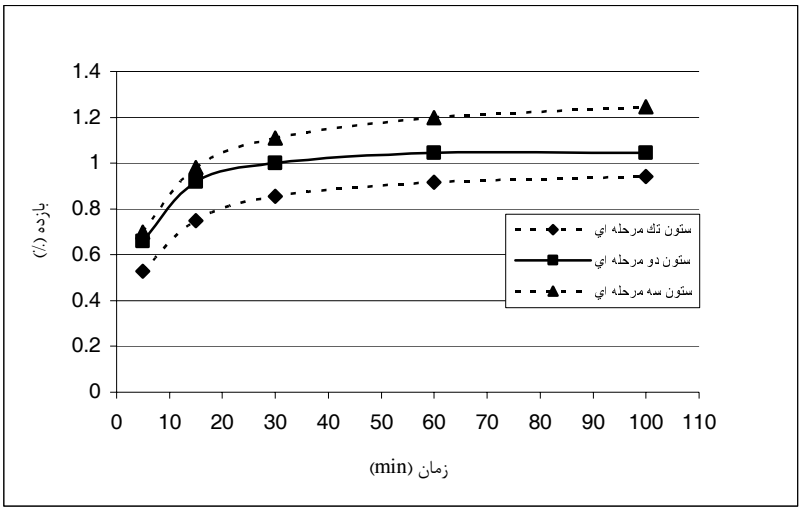
۲- تاثیر افزایش مراحل جداسازی تقطیر بر بازده استخراج

افزایش ارتفاع مراحل بستر جداسازی سبب به وجود آمدن افت فشار بیشتر در طول ستون جداسازی می‌گردد در نتیجه بخار با سرعت بیشتری بستر گیاهی را ترک می‌کند و زمان کمتری فاز بخار با فاز جامد در تماس است و هر دو عامل سبب کاهش بازده فرایند استخراج شدند. از این رو استفاده از توزیع‌کننده‌های مجدد بخار در ستون تقطیر می‌تواند راه‌کاری برای از بین بردن این عوامل باشد.

همان‌طوری که از شکل‌های شماره ۳ تا ۵ می‌توان مشاهده کرد استفاده از ستون‌های تقطیر دو و سه مرحله‌ای سبب افزایش بازده فرایند استخراج می‌شود. به طوری که میزان بازده چنین فرایندی را در یک ستون تک مرحله‌ای به جرم ۱۵۰ گرم و شدت جریان حجمی بخار هفت لیتر بر دقیقه از ۰/۷۷٦ درصد به ۱/۰۳ درصد در یک ستون سه مرحله‌ای با همان مشخصات قبلی می‌رساند.

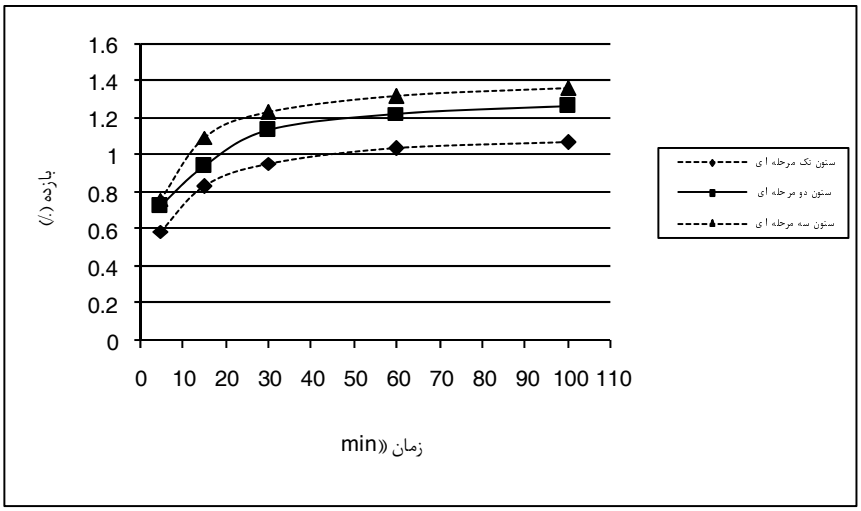


شکل شماره ۳- تغییرات بازده استخراج روغن فرار رزماری نسبت به افزایش تعداد مراحل برای شدت جریان حجمی بخار هفت لیتر بر دقیقه و جرم بستر ۱۵۰ گرم



شکل شماره ٤- تغییرات بازده استخراج روغن فرار رزماری نسبت به افزایش تعداد مراحل برای شدت جریان حجمی بخار هفت لیتر بر دقیقه و جرم بستر ۱۰۰ گرم

[Downloaded from jmp.ir on 2026-09-13]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2007.6.24.13.0]



شکل شماره ۵- تغییرات بازده استخراج روغن فرار رزماری نسبت به افزایش تعداد مراحل برای شدت جریان حجمی بخار چهار لیتر بر دقیقه و جرم بستر ۱۰۰ گرم

همان‌گونه که در شکل شماره ۵ می‌توان مشاهده کرد کاهش شدت جریان حجمی بخار و هم‌چنین کاهش جرم گیاه مصرف شده نیز سبب شد تا به بیشترین مقدار بازده فرایند استخراج یعنی ۱/۳٦ درصد برای گیاه رزماری دست یافته شود. نکته دیگری که در این شکل‌ها دیده می‌شود این است که با افزایش تعداد مراحل شیب منحنی در ۳۰ دقیقه ابتدایی بیشتر می‌شود که نشان از افزایش انتقال جرم در زمان‌های ابتدایی فرایند استخراج دارد.

البته استفاده از تعداد مراحل بیشتر چندان به افزایش بازده کمک نمی‌کند. به نظر می‌رسد هر چند با کاهش طول بستر مقدار ضریب متوسط حجمی انتقال جرم بخار افزایش می‌یابد ولی سطح تماس بین بخار و جداره ستون افزایش یافته و این عامل سبب مایع شدن بخارات روی جداره ستون تقطیر و برگشت آنها به بستر جامد گیاه می‌شود. دیده می‌شود که با افزایش تعداد مراحل، اختلاف بین بازده آزمایش‌ها کمتر می‌شود. کاهش میزان کانالیزه شدن یا مجراسازی بخار نیز از دیگر عوامل مهم در افزایش بازده با استفاده از ستون‌های چند مرحله‌ای است زیرا در اثر کاهش ارتفاع بستر گیاهی در هر مرحله افت فشار دو طرف بستر کاهش یافته و بخار تمایل کمتری نسبت به حرکت به سمت جداره‌ها دارد. به عبارتی تمایل بخار به حرکت از میان بستر بیشتر می‌شود. در نتیجه سطح تماس فاز بخار با فاز جامد افزایش یافته و بخار مدت زمان بیشتری با گیاه در تماس است در نتیجه می‌تواند در افزایش راندمان فرایند استخراج موثر واقع شود.

۳- تاثیر زمان تقطیر و شدت جریان حجمی بخار بر میزان ترکیب‌های روغن فرار رزماری

نتایج تجزیه دستگاهی نشان می‌دهد که روغن فرار رزماری شامل ٦۱ جزء است که غلظت آنها بین ۰/۰۱ تا ۱۵/٤۷ درصد می‌باشد در جدول شماره ۱ اجزای موجود در روغن فرار رزماری که مقدار آنها بیش از ۱/۵ درصد است آورده شده است.

جهت بررسی تغییرات ترکیب‌های موجود در روغن فرار رزماری با زمان برای هفت ترکیب که دارای بالاترین غلظت بودند از بین ترکیب‌های روغن فرار رزماری انتخاب شد و تغییر درصد آنها در زمان‌های ۵، ۱۵، ۳۰، ٦۰ و۱۰۰ دقیقه بررسی شد.

از نتایج آزمایش‌ها برای سه ترکیب آلفا- پینن، ۱,۸- سینئول و کامفور، که بیشترین درصد را در روغن فرار رزماری دارند، می‌توان مشاهده کرد که تغییر شدت جریان حجمی بخار تاثیر چندان زیادی بر روی میزان ترکیب‌ها و درصد خروجی آنها ندارد. نتایج حاصل شده برای سه آزمایش که دارای بستری به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و شدت جریان‌های حجمی به ترتیب ٤، ۷ و

[Downloaded from jmp.ir on 2026-09-13]

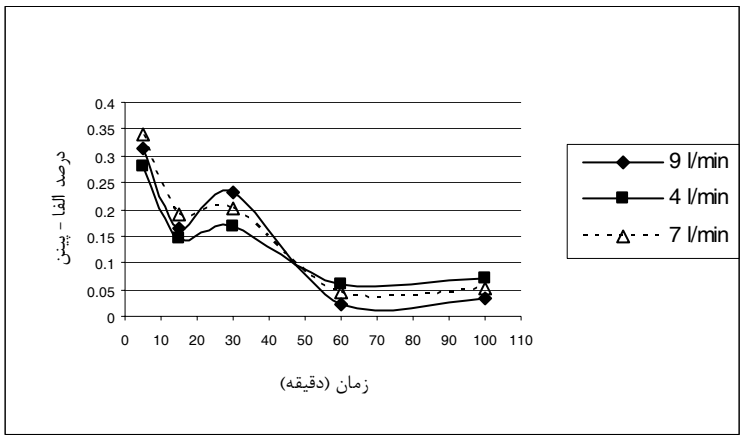
[DOR: 20.1001.1.2717204.2007.6.24.13.0]

۹ لیتر بر دقیقه بود نشان داد که میزان درصد آلفا – پینن برای این سه آزمایش به ترتیب ۰/۲۵۷، ۰/۲۱ و ۰/۲۵ است، برای جزء ۱،۸– سینئول این مقادیر برابر ۰/۱۲، ۰/۱۲ و ۰/۱٤٥ است و برای جزء کامفور به ترتیب ۰/۰۷، ۰/۰۷٤ و ۰/۰۷۲ است.

از شکل‌های شماره ٦ تا ۸ می‌توان روند تغییرات به وجود آمده در میزان سه ترکیب مهم روغن رزماری را نسبت به زمان مشاهده کرد.

جدول شماره ۱– مشخصات اجزای روغن فرار رزماری

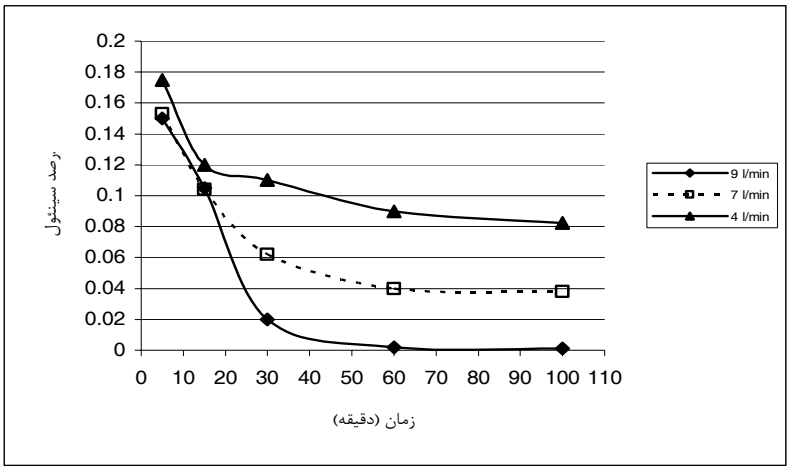
ردیف	اجزاء	زمان بازداری (دقیقه)	درصد جزء
۱	α-pinene	۱٦/۷۸	۱٥/٤۷
۲	camphene	۱۷/٦	٦/۰۱
۳	3-octanone	۱۹/٦۳	٥/۹٥
٤	myrcene	۱۹/۸۲	۳/۹۲
٥	limonene	۲۱/۸۷	۲/۲٦
٦	1,8-cineole	۲۲/۲٦	۱۳/۱٤
۷	linalool	۲٥/۸۳	٤/٥۱
۸	camphor	۲۸/٤۳	۱۰/۰٤
۹	endo-borneol	۲۹/٥٦	۷/۲٥
۱۰	α-terpineol	۳۰/۷۳	۲/٤۹
۱۱	bicycle[3.1.1]hept-3-en-2-one	۳۱/۸۱	۸/٥٥
۱۲	bornyl-acetate	۳٥/۰٤	۲/٦



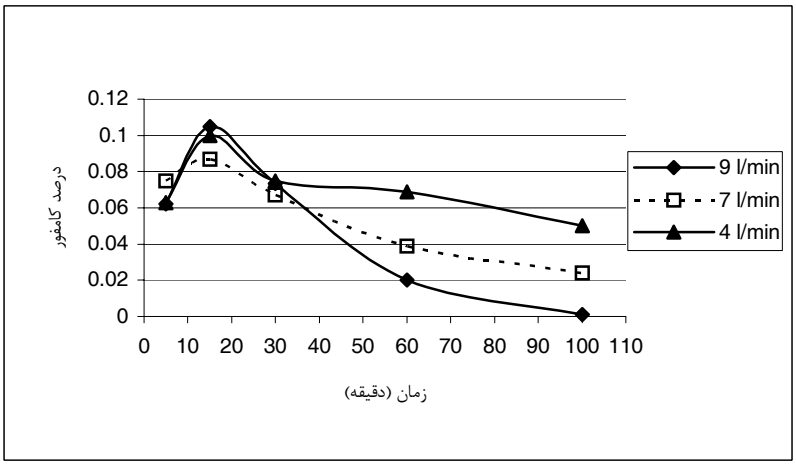
شکل شماره ٦– تغییرات آلفا- پینن نسبت به زمان برای شدت جریان‌های حجمی مختلف بخار

[Downloaded from jmp.ir on 2026-09-13]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2007.6.24.13.0]



شکل شماره ۷- تغییرات ۱،۸- سینئول نسبت به زمان برای شدت جریان‌های حجمی مختلف بخار



شکل شماره ۸- تغییرات کامفور نسبت به زمان برای شدت جریان‌های حجمی مختلف بخار

بحث

آزمایش‌های صورت گرفته نشان داد بازده هر فرایند استخراج به روش تقطیر با بخار برای گیاه رزماری نسبت به شدت جریان حجمی بخار رابطه‌ای معکوس دارد. یعنی با کاهش میزان شدت جریان حجمی بخار ورودی به ستون جداسازی بازده فرایند تقطیر با بخار افزایش می‌یابد. علت را می‌توان این گونه بیان کرد که با کاهش میزان شدت جریان حجمی بخار زمان ماندگاری بخار در ستون افزایش می‌یابد در نتیجه مدت زمان تماس بین بخار و اندام گیاهی بیشتر شده و روغن‌های فرار فرصت کافی برای تبخیر شدن و استخراج را دارند پس با کاهش شدت جریان حجمی مقدار انتقال جرم افزایش می‌یابد [۸].

تاثیر دیگری که کاهش شدت جریان حجمی بر فرایند استخراج می‌گذارد کاهش هزینه‌های انرژی در نتیجه پایین آمدن قیمت محصول نهایی تولید شده است [۲].

انجام یک مجموعه آزمایش در ستون‌های دو و سه مرحله‌ای نشان داد که افزایش تعداد مراحل تاثیر به سزایی بر افزایش بازده فرایند دارد. البته با افزایش تعداد مراحل بعد از مرحله سوم این تاثیر کمتر می‌شود، زیرا با افزایش تعداد مراحل سطح تماس بخار با جداره‌های ستون افزایش می‌یابد و

[Downloaded from jmp.ir on 2026-09-13]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2007.6.24.13.0]

این باعث میعان بخار بر روی جداره‌های ستون می‌شود. ولی استفاده از ستون جداسازی سه مرحله‌ای برای ستون طراحی شده این پژوهش بسیار مناسب است، چرا که در اثر افزایش تعداد مراحل بستر گیاه کوتاه‌تر شده در نتیجه هم ضریب انتقال جرم افزایش می‌یابد و هم میزان کانالیزه شدن بخار کمتر می‌شود و در کل بازده فرایند افزایش می‌یابد.

تجزیه دستگاهی آزمایش‌ها نشان‌دهنده میزان ترکیب‌ها و همچنین تغییر آنها با زمان است. بررسی نتایج نشان می‌دهد تاثیر شدت جریان حجمی بخار بر میزان ترکیب روغن فرار رزماری بسیار کم است به عبارتی تغییر شدت جریان حجمی بخار سبب افزایش یا کاهش محسوس هیچ یک از اجزای روغن فرار رزماری نمی‌شود. اما مدت زمان انجام تقطیر بر میزان ترکیب‌های روغن فرار رزماری اثر می‌گذارد که این تاثیر برای سه جزء مهم از روغن فرار رزماری یعنی آلفا- پینن، ۱،۸- سینئول و کامفور بررسی شد.

آلفا - پینن دارای یک روند صعودی- نزولی در طول فرایند استخراج است. بدین‌صورت که در بازه‌های زمانی فرد میزان این ترکیب افزایش و در بازه‌های زمانی زوج میزان این تر کیب کاهش می‌یابد.

برای ترکیب ۱،۸- سینئول تغییر درصد دارای روند نزولی است و از بازه اول به بازه پنجم میزان این ترکیب کاهش می‌یابد.

در مورد ترکیب کامفور نیز از بازه زمانی اول به بازه زمانی دوم میزان این جزء افزایش می‌یابد ولی پس از آن کاهش می‌یابد.

علت روند این تغییرات به دو عامل سد دیواره و نقطه جوش ترکیب‌ها بستگی دارد. که در مورد آلفا- پینن ناشی از عامل سد دیواره و در مورد ۱،۸- سینئول و کامفور ناشی از عامل نقطه جوش است. در مورد آلفا - پینن باید گفت که مقداری از این ترکیب در سلول‌های محل نگهداری روغن‌های فرار و مقداری از آن در بین این سلول‌ها نگهداری می‌شود و این افزایش و کاهش ناشی از تبخیر شدن روغن‌های فرار که بین این سلول‌ها قرار گرفته‌اند و هم‌چنین مدت زمانی که برای از بین بردن دیواره سلولی محل قرارگیری روغن‌های فرار لازم است ناشی می‌شود. اما در مورد ۱،۸- سینئول و کامفور این رود ناشی از نقطه جوش آنها است، زیرا ۱،۸- سینئول دارای نقطه جوش ۱۷۶ درجه سانتی‌گراد و کامفور دارای نقطه جوش ۲۰۷ درجه سانتی‌گراد است و همان‌گونه که انتظار می‌رود مقدار ۱،۸- سینئول با نقطه جوش کمتر با گذشت زمان کاهش می‌یابد ولی در مورد کامفور با نقطه جوش بیشتر ۱۵ دقیقه ابتدایی مدت زمانی است که طول می کشد تا کامفور تبخیر شده و در نمونه‌ها جمع شود و سپس مقدار آن با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی معاونت پژوهش و فن‌آوری جهاددانشگاهی انجام شده است که بدین‌وسیله مراتب تشکر اعلام می‌گردد. هم‌چنین از آقای تقی‌زاد و سرکار خانم کدخدا، جهت تسریع در انجام تجزیه دستگاهی نمونه‌های آزمایشی و مسؤول آزمایشگاه صنایع غذایی و بیوتکنولوژی دانشکده فنی دانشگاه تهران سرکار خانم صالحی تشکر می‌نماییم.

منابع

1. Tannous P, Julini R, Wang, M., Simon, M., "Water Balance in Hydrosol Production via Steam Distillation Case Study Using Lavandin", *J. Bioresource Technology*, 84 (2006) 243-246.

2. Phineas, M., "Cleaner Production of Essential Oil by Steam Distillation", *J. Cleaner Production*, 13 (2005) 833-83.

3. Smallfield, B, Bruse, M., John, W., "Coriander Spice Oil: Effect of Fruit Crushing and Distillation Time on Yield and Composition", *J. Agric. Food Chem*., 49 (2001) 136-140.

4. Romadhane, M., Tizaui, C., "The Kinetic Modeling of a Steam Distillation Unit for the Extraction of Aniseed Essential Oil", *J. Chem.*

[Downloaded from jmp.ir on 2026-09-13]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2007.6.24.13.0]

Technol. Biotechnol., 80, (2005), 759-766.

5. Chemat, F., Lucchesi, M., Favretto, L., "Microwave Accelerated Steam Distillation of Essential Oil from Lavender: A Rapid and Environmentally Friendly Approach", Analytica. Chimica Acta, 555 (2002) 157-160.

6. Boutekedjiret, C., Bentahar, F., Belabbesand, R., Bessiere, J.,"Extraction of Rosemary Essential Oil by Steam Distillation and Hydrodistillation", *Flavour and Fragrance J*., 18 (2003) 481-484.

7. Mateus, E., Lopes. C., Nogoueira, T., "Pilot Steam Distillation of Rosemary from Portugal", *Silva Lusitana*, 14 (2) (2006) 203-217.

8. Eduardo, C., Rubbem, M., Vargas, F., "Experiments and Modeling of the Cympobogon Winterianus Essential Oil Extraction by Steam Distillation", *J. Mex. Chem. Soc*. 50 (2006) 126-129.

[Downloaded from jmp.ir on 2026-09-13]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2007.6.24.13.0]