بررسی تاثیر حلالها در کارآیی فرآورده های ضد آفتاب

محمد رضا سیاهی شادباد[۱]، یوسف جوادزاده[۱و۲]، فریبا مهدوی زاده[۱] و علی نخودچی[۱و۲*]
[۱]دانشکده داروسازي دانشگاه علوم پزشكي تبريز،[۲]مركز تحقيقات كاربردي دارويي دانشگاه علوم پزشكي تبريز
تاریخ دریافت: ۸۴/۳/۵ ، تاریخ پذیرش: ۸٤/٤/۱۳

Studies on the effect of solvent on the efficiency of sunscreen products

Siahi Shadbad M.R.[1], Javadzadeh Y.[1,2], Mahdavizadeh F.[1], * Nokhodchi A.[1,2]
[1]Faculty of Pharmacy, Tabriz University of Medical sciences; [2]Drug Applied Research Center, Tabriz University of Medical sciences
Received: 2005/5/26, Accepted: 2005/7/4

OBJECTIVES: Solvents are one of the most important ingredients in the preparation of hygienic and cosmetic products. Nowadays the adverse effects of the sun light on the skin such as stinging, erythema and finally skin cancer have been known. Therefore the use of anti preparations is common. In this study we tried to evaluate the effect of the solvents in altering of absorption amount and λ_{max} of UVB for the chemical substance of products. **METHODS:** For this mean anti solar materials were solved in solvents i.e. water, sorbitol, ethanol, propylene glycol and glycerin. Then spectra and absorption intensities of them were measured in 5 nm intervals using by spectrophotometer instrument. Finally according to them maximum absorption, shift amount, area under the curve and relative efficacy of the anti solar substance were calculated. **RESULTS:** The results showed that the type of solvent had significantly effect on λ_{max}. It should be considered that in the formulations containing Parsol 5000, using water and sorbitol as a solvent is not reasonable. Because these solvents will shift the λ_{max} of sunscreen and the efficacy of the preparation will be lost. Most of the solvents altered the λ_{max} of the benzophenon toward lower wave lengths. It was showed that PABA and Parsol HS had low sensitivity to the type of solvent among other sunscreens. Then it is possible to use most of the solvents in formulations as sunscreen products. It is necessary to say that the SPF of the product may be changed because of altering the λ_{max} and absorption intensity of the anti solar substance by the solvents. **CONCLUSION:** Then it is possible to choose proper solvent for the each of above anti solar materials.
Key Words: *anti solar, solvent, bezophenon, parsol.*

زمینه و هدف: استفاده از حلال در تهیه تعداد زیادی از فرآورده های آرایشی و بهداشتی امری اجتناب ناپذیر می باشد. امروزه با توجه به شناخته شدن اثرات مضر اشعه خورشید بر روی پوست مثل ایجادسوزش، اریتم و در نهایت سرطان پوستی، تهیه و استفاده از فرآورده های ضد آفتاب معمول شده است لذا سعی شد تاثیر حلال در تغییر میزان جذب و طول موج UVB ماده مورد نظر بررسی شود. برای اینکار مواد ضد آفتاب مورد نظر در حلالهای آب، سوربیتول، اتانول، پروپیلن گلیکول و گلیسرین حل شده و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر طیف جذبی و شدت جذب در فواصل ۵ نانومتری تعیین شد. غلظت مواد طوری انتخاب شد که شدت جذب از ۲ بیشتر نباشد. و در نهایت محاسبات مربوط به ماگزیمم جذب، میزان شیفت، سطح زیر منحنی و کارآیی نسبی ماده جذب اشعه آفتاب بعمل آمد. **یافته ها:** نتایج نشان داد که نوع حلال تاثیر معنی داری روی تغییر ماگزیمم (λ max) جذب دارد. در فرمولاسیون پارسول ۵۰۰۰ نباید از آب و سوربیتول استفاده کرد چرا که λ max آن را شدیداً بـه طول موج هائی شیفت میدهد که بطور کامل کارآیی واقـعی ضد آفتاب را از بـین می برد. در مورد بنزوفنون اکثریت حلالهای مورد استفاده باعث شیفت شدید طول موج به طرف طول موجهای پایین تر می گردد. مقایسه ضد آفتابها نشان می دهد که PABA و پارسول HS حساسیت کمتری به نوع حلال نشان می دهند و در این دو مورد می توان بدون نگرانی از نوع حلال، حلالهای مختلفی را در فرمولاسیون آنها بکار برد بدون اینکه تغییرات فاحشی در کارآیی ضد آفتاب ایجاد گردد. ضمناً بایستی در نظر گرفت که احتمالاً تغییر طول موج یا شدت جذب توسط حلال در فرمولاسیون فرآورده های ضد آفتاب باعث خواهد شد که SPF فرآورده نیز دچار تغییر شود. **نتیجه گیري:** بنابراین با توجه به نتایج فوق مي توان حلال مناسب هر ماده ضد آفتاب را براي اثر دهي بهتر فرآورده انتخاب کرد.
واژه هاي كليدي: ضد آفتاب، حلال، بنزوفنون، پارسول.

*نویسنده مسئول: دکتر علي نخودچي، استاد، مرکز تحقیقات کاربردي دارويي دانشگاه علوم پزشكي تبريز،تلفن: ۳۳۹۲۶۰۶؛ نمابر: ۳۳۴۴۷۹۸

**Corresponding Author: Dr. Ali Nokhodchi, Professor, Drug Applied Research Center, Tabriz University of Medical sciences, Tel: 3372258; Fax: 3344798;E-mail:nokhodchi@tbzmed.ac.ir*

۱- مقدمه

هرچند نور آفتاب مفید و لذتبخش است ولی قرار گرفتن طولانی مدت منجر به ایجاد خطراتی برای بدن می شود. اشعه UV نور آفتاب منجر به ایجاد آفتاب سوختگی های دردنـاک می شود و خطرات جدی برای سلامـتی ایـجاد می کند از جمله سرطانهای پوستی، پیری زودرس پوست، آسیبهای چشمـی مثل آب مروارید و تضعیف سیستم ایمنی. بدن بچه ها بعلت بیشتر ماندن در معرض نور آفتاب دچار آسیب بیشتری می شوند (۱). روشهای متعددی مانند محدود کردن زمان قرار گرفتن در معرض نور خورشید، قرار گرفتن در سایه، استفاده از کلاههای لبه پهن، پوشیدن لباسهای آستین بلند با بافت محکم، استفاده از عینکهای آفتابی و در نهایت استفاده از فرآورده های ضد آفتاب با فاکتور محافظتی مناسب برای محافظت از پوست پیشنهاد شده است (۱). تابش الکترو مغناطیس که از سطح خورشید به ما میرسد طیف وسیعی از طول موجها را در بر می گیرد. طول موجهای کمتر از ۴۰۰ نانومتر محدوده ماورای بنفش بـوده که منجر بـه آفتاب سوختگی و برنزه شدن میشود. محدوده UV خود به زیر گروه های UVA بین ۴۰۰-۳۲۰ nm، UVB بین ۳۲۰-۲۹۰ nm و UVC کمتر از ۲۹۰ nm تقسیم می شود. خوشبختانه لایه ازن مانع رسیدن تابش UVC به زمین می شود. محدوده UVB بیشترین اثر را روی پوست دارد و منجر به واکنشهای اریتم میشود که آفتاب سوختگی نامیده می شود. هر چند UVB منجر به تولید ویتامین D می شود، تشکیل پیگمانهای ملانین که باعث برنزه شدن پوست می شوند نیز از آثار UVB است. تابش UVA منجر به تیره شدن سریع پوست یا برنزه شدن مستقیم بدون ایجاد التهاب اولیه می شود. این تیره شدن بعلت فتواکسیداسیون ملانین بیرنگ موجود در قسمت سطحی پوست است. تابش UVA منجر به چروک شدن پوست و از دست دادن الاستیسیته پوست در نتیجه شکسته شدن ساختمان الاستیک فیبرها و تولید کلاژن نامحلول میشود که احتمالاً بعلت تولید رادیکالهای آزاد اکسیداتیو بوسیله اشعه UVA است. دوزهای بالای UVB به مکانیسم بازسازی DNA آسیب رسانده و منجر به واکنشهای دژنراتیو خطرناک میگردد. اولین علامت آسیب پوست توسط UVB واکنشهای قرمزی و اریتم است که در موارد شدید منجر به آفتاب سوختگی می شود. تابش مجدد UVB منجر به ایجاد تاول و پوسته پوسته شدن می شود و در این مرحله مکانیسم های حفاظتی ضخیم شدن پوست در لایه شاخی و اپیدرم صورت میگیرد. بنابراین ضرورت استفاده از یک ضد آفتاب خوب برای محافظت از پوست در موقع قرار گرفتن در معرض نور خورشید آشکار میشود.

مواد ضد آفتاب به دو دسته جاذبهای شیمیایی و جاذبهای فیزیکی تقسیم بندی می شوند. جاذبهای شیمیایی بیشتر سنتتیک بوده و با جذب انتخابی اشعه ای با طول موج معین یا محدوده معینی از طول موجها مانع از رسیدن این نوع تشعشعات به سطح پوست میشوند (۲).

جاذبهای شیمیایی بطور کلی ترکیبات دو استخلافی هستند که دارای گروه کربونیل (قسمت ستونی و استری) و یک استخلاف دهنده الکترون (معمولاً اکسیژن یا نیتروژن) در موقعیت اورتو یا پارا نسبت به گروه کربونیل می باشند. این جاذبها به انواع مختلفی مانند پارا آمینو بنزوئیک و مشتقات آن، سیناماتها، سالیسیلاتها، آنترانیلات ها، مشتقات کامفر و بنزو فنونها تقسیم بندی می شوند. ضد آفتابهای فیزیکی ترکیبات معدنی هستند که می توانند نور تابش شده را به علت شکل فیزیکی منعکس و پراکنده نموده و مانع رسیدن اشعه به سطح پوست شوند. تالک، میکا، کائولین، زینک اکسید و تیانیوم دی اکسید از این دسته میباشند (۳). عوامل مختلفی بر طول موج جذبی مواد ضد آفتاب شیمیایی موثر می باشند که از آن جمله می توان اثر استخلافها، pH و حلال مورد استفاده در فرآورده را نام برد (۴ و ۵). استفاده از حلالهای مختلف در فرمولاسیونها بطور شدید موثر بودن فرآورده را تحت تاثیر قرار می دهد. این شیفتها در طیف ماورای بنفش بطور اولیه بدلیل سولواتاسیون نسبی حالت برانگیخته و پایه ماده شیمیایی بوسیله حلال می باشد. در مورد مواد ضد آفتاب قطبی مثل PABA سولواتاسیون آنها با حلالهای قطبی مثل آب و اتانول زیاد بوده و باعث شیفت هیپسوکرومیک شده و در واقع ماده در طول موجهای پایین تری جذب خواهد داشت.

برای مواد کم قطبی مانند اکتیل دی متیل PABA به دلیل اینکه حالت برانگیخته قطبی تر از حالت پایه است در نتیجه حلالهای قطبی باعث پایدار نمودن حالت برانگیخته گردیده بنابراین طول موج جذب بالاتری مورد انتظار است و شیفت باتوکرومیک مشاهده خواهد شد. در مورد ترکیبات دو استخلافی ارتو مانند سالیسیلاتها و آنترانیلاتها حلال هیچ گونه شیفتی را بوجود نخواهد آورد (۴ و ۵).

با توجه به اینکه کارآیی ضد آفتابها تحت تاثیر حلالی که در آن حل می شوند قرار می گیرد بنابراین در این مطالعه سعی شده است تا اثر حلال روی میزان شیفت UVB مورد بررسی قرار گرفته و با محاسبه میزان شیفت مشاهده شده و سطح زیر منحنی که در واقع بیانگر شدت جذب در منطقه UVB است می توان کارآیی حلالها را مورد سنجش قرار داده و بهترین حلال را برای فرمولاسیون انتخاب کرد. در این تحقیق تاثیر ۵ حلال متداول داروسازی (آب، اتانول، پروپیلن گلیکول، سوربیتول و گلیسرین) بر روی ۶ ماده ضد آفتاب شیمیایی (PABA، پارسول ۵۰۰۰، پارسول ۱۷۸۹، پارسول HS، اکتیل متوکسی سینامات و بنزوفنون) مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱: مواد اوليه بكار رفته

-PABA (پارا آمينو بنزوئيک اسيد) (Merck آلمان)

- Parsol® MCX (Roche – سوئيس)

- Parsol® HS (Roche – سوئيس)

-Parsol®1789 (Roche – سوئيس)

-Parsol®5000 (Roche – سوئيس)

-بنزوفنون (Roche – سوئيس)

-اتانول (Merck – آلمان)

-پروپيلن گليكول (Merck- Germany)

-سوربيتول (Merck- Germany)

-گليسرين (Merck- Germany)

۲-۲: دستگاههای مورد استفاده

-بهم زن

-دستگاه اسپكتروفـتومتر UV (Shimadzu-Japan)

۲-۳: تهيه محلولهای مواد ضد آفتاب

برای گرفتن طيف اسپكتروسكوپی UV مواد ضد آفتاب، محلولهای اين مواد با استفاده از حلالهای مورد نظر تهيه گرديد. برای اين منظور مقدار مشخصی از ماده ضد آفتاب را بدقت توزين كرده و در حجم مشخصی از حلال مورد نظر حل گرديد. غلظت محلول در حدی انتخاب شد كه مقدار جذب از ۲ بيشتر نباشد. برای اين منظور غلظت mg/ml ۰/۱ از PABA و mg/ml ۰/۰۲ از ساير مواد ضد آفتاب در حلالها تهيه گرديد. در مورد محلول های بنزوفنون و پارسول HS در حلال پروپـيلن گليكول، غلظت بـرابـر mg/ml ۰/۰۱ انتخاب گرديد.

۲-۴: گرفتن طيف **UV** مواد ضد آفتاب

برای اين منظور از دستگاه اسپكتروفتومتر UV استفاده گرديد. چون هدف بررسی شيفت نوار جذبی UV با تغيير حلال بود اين بررسی فقط در محدوده UVB صورت گرفت. بنابراين محدوده طول موجهای ۳۲۰-۲۳۰ در نظر گرفته شد.

۲-۵: پيدا كردن λ **max** و محاسبه $\Delta\lambda$

با توجه به طيف رسم شده محلولها، λ max هر يک از مواد در حلالهای مربوطه بدست آمد. برای محاسبه $\Delta\lambda$ يكی از حلالها (پروپيلن گليكول) بعنوان مبنا قرار داده شده و با توجه به اين مبنا ميزان $\Delta\lambda$ محاسبه گرديد.

۲-۶: محاسبه سطح زير منحنی (**AUC**)

با استفاده از مقدار جذب های بدست آمده در فـواصل ۵ nm و با استفاده از روش ذوزنقه سطح زير منحنی بين طول موجهای ۳۲۰-۲۹۰ نانومتر با فرمول زير محاسبه گرديد.

$$AUC = \sum [(A_1+A_2)/2] \times [(\lambda_2 - \lambda_1)]$$

AUC: سطح زير منحنی

A : مقدار جذب

λ: طول موج

۲-۷: محاسبه **Sunscreen Efficacy (%SE)**

برای محاسبه كارآيی مواد ضد آفتاب در مقايسه با مبنا از فرمول زير استفاده گرديد:

$$\%SE = [(AUC_S - AUC_R) / AUC_S] \times 100$$

S (sample): نمونه

R (Reference): مبنا

۳- نتايج و بحث

ايجاد شيفت UV به ماهيت الكترونی ماده ضد آفتاب و قطبيت حلال بستگی دارد. حلالهای قطبی λ max ضد آفتابهای قطبی دارای الكترون های غير پيوندی قابل انتقال را به طول موجهای پايينتر (هيپسوكروميک) و ضد آفتابهای كم قطبی واجد الكترونهای غير پيوندی قابل انتقـال را به طول موج های بالاتر (بـاتوكروميک) شيفت مي دهند (۶). در ايـن تحقيق سعی شده است تا ميزان شيفت در هر يـک از حلالها مـحاسبه و بـهترين حلال برای فرمولاسيـون فرآورده ضد آفتاب جاذب UVB پيشنهاد گردد.

۳-۱: بررسی **PABA**

با توجه به جدول ۱ مشاهده ميشود كه اين ماده در همه حلالها شيفت هيپسوكروميكی را نسبت بـه حلال پروپيلن گليكول ايجاد می كند كه باعث می شود λ max بجز در مورد حلال گليسرين از محدوده UVB خارج شود. با توجه به جدول ۲ بيشترين ميزان شيفت مربوط به آب با ۳/ ۲۵ – نانومتر و كمترين آن مربوط به گليسرين با ۵/ .- نانومتر مي باشد. از آنجائيكه شدت جذب عامل مهمی در كارآيی ضد آفتاب ها می باشد لذا تنها مقايسه شيفت كافی نبوده بلكه AUC و %SE نيز بايستي محاسبه شود (جداول ۳ و ۴). بنابراين با توجه به جداول ۳ و ۴ ميتوان نتيجه گيری كرد كه برای فرمولاسيون PABA حلال پروپيلن گليكول بيشترين و آب كمترين كارآيی را دارد. و اين نشان مي دهد كه جهت فرمولاسيون فرآورده ضد آفتاب حاوی PABA بهتر است از حامل يا كمک حلال پروپيلن گليكول استفاده گردد. بطور كلی از نظر كارآيی در مورد PABA حلال ها به ترتيب زير قرار ميگيرند:

پروپيلن گليكول > اتانول > سوربيتول > گليسرين > آب.

جدول ١: مقدار λ max (ماگزیمم طول موج) مربوط به هر یک از مواد ضد آفتاب در حلالهای مختلف (نانومتر)

ماده ضد آفتاب / حلال	پروپیلن گلیکول	آب	اتانول	سوربیتول	گلیسرین
PABA	٢٩٥ /٩	٢٧٠ /٦	٢٨٦ /٤	٢٧٧ /٣	٢٩٥ /٤
پارسول HS	٢٩٢ /٣	٣٠٣ /١	٣٠٥ /٥	٣٠٤ /٧	٣٠٧ /١
بنزوفنون	٢٩٠ /٧	٢٥٧ /٨	٢٥٢ /٧	٢٥٩ /٥	٢٥٨ /٣
پارسول ١٧٨٩	٢٩٠ /٧	٢٤١ /٦	٢٨٦ /٦	٢٨٩ /٩	٢٩٢
پارسول ٥٠٠٠	٢٩٠ /٦	٢٣٥ /٢	٣٠٣ /٩	٢٣٦ /٧	٣٠٨ /٤
اکتیل متوکسی سینامات	٢٩١ /٥	٢٤٢ /١	٣٠٧ /٨	٢٨٩ /١	٣١٢

جدول٢ : مقدار Δλ (ماگزیمم طول موج) مربوط به هر یک از مواد ضد آفتاب در حلالهای مختلف (نانومتر)

ماده ضد آفتاب / حلال	پروپیلن گلیکول	آب	اتانول	سوربیتول	گلیسرین
PABA	-	-٢٥ /٣	-٩ /٥	-١٨ /٦	-. /٥
پارسول HS	-	+١٠ /٨	+١٣ /٢	+١٢ /٤	+١٤ /٨
بنزوفنون	-	-٣٢ /٩	-٣٨	-٣١ /٢	-٣٢ /٤
پارسول ١٧٨٩	-	-٤٩ /١	-٤ /١	-. /٨	+١ /٣
پارسول ٥٠٠٠	-	-٥٥ /٤	+١٣ /٣	-٥٣ /٩	+١٧ /٨
اکتیل متوکسی سینامات	-	-٤٩ /٤	+١٦ /٣	-٢ /٤	+٢٠ /٥

٢-٣: بنزوفنون

همانطوری که از جدول ١ مشهود است این ماده در همه حلالها شیفت هیپسوکرومیکی را نسبت به حلال پروپیلن گلیکول ایجاد می کند که باعث می شود در همه موارد λ max از محدوده UVB خارج شود. در بین حلال های مورد بررسی، اتانول بیشترین شیفت هیپسوکرومیک را از خود نشان می دهد و کمترین مقدار مربوط به سوربیتول میباشد (جدول ٢). نتایج حاصل از محاسبه AUC (جدول ٣) نشان داد که بیشترین مقدار AUC مربوط به حلال پروپیلن گلیکول بوده و سوربیتول کمترین مقدار AUC را از خود نشان می دهد. با توجه به SE% (جدول ۴) پروپیلن گلیکول مناسبترین حلال برای بنزوفنون و اتانول نامناسب ترین حلال در بین حلال های مورد استفاده تشخیص داده شد. متاسفانه لازم به ذکر است که در اکثر فرمولاسیون های فرآورده های ضد آفتاب شیمیایی برای افزایش محلولیت ماده شیمیایی ضد آفتاب از الکل استفاده می شود و نتایج حاکی از آن است که این حلال کارآیی فرآورده ضد آفتاب را به طور معنی داری کاهش خواهد داد. به طور کلی از نظر کارآیی در مورد بنزوفنون حلالها به ترتیب زیر قرار میگیرند:

پروپیلن گلیکول >آب > گلیسرین> سوربیتول > اتانول.

جدول ٣: مقدار AUC (سطح زیر منحنی) مربوط به هر یک از مواد ضد آفتاب در حلالهای مختلف

ماده ضد آفتاب / حلال	پروپیلن گلیکول	آب	اتانول	سوربیتول	گلیسرین
PABA	٣٢ /١٤٥	١٢ /٩١٥	٢٨ /١٩٧	٢٢ /١٨٥	٢٠ /٩٣٢
پارسول HS	٧٩ /٨٢	٤١ /٥٠٥	٤٧ /٦٤٧	٤٣ /٥٤٥	٢٩ /١٢٧
بنزوفنون	٦١ /٤٢	٥ /٣٣٧	٤ /٥٦٧	٤ /٩٧٧	٥ /١٥٥
پارسول ١٧٨٩	٢٥ /١٦٧	٦ /١٣	٢٠ /٤٨٢	٢ /٩٢٥	٥ /٦٤٢
پارسول ٥٠٠٠	٣٦ /١٩	٦ /٧٠٥	٥٥ /١٢٢	٤ /٢٣٧	٢٢ /٦١٧
اکتیل متوکسی سینامات	٣٨ /٣٥٧	٦ /٦٩٧	٤٧ /٧٢٧	٣ /٣٢٧	١٤ /٨

جدول ۴: مقدار SE% (کارآیی نسبی) مربوط به هر یک از مواد ضد آفتاب در حلالهای مختلف

ماده ضد آفتاب / حلال	پروپیلن گلیکول	آب	اتانول	سوربیتول	گلیسرین
PABA	-	-۱۴۸ /۹۰	-۱۳ /..	-۴۴ /۹۰	-۵۳ /۵۶
پارسول HS	-	-۹۲ /۲۳	-۶۷ /۵۲	-۸۳ /۳۰	-۱۷۴ /۰۴
بنزوفنون	-	-۱۰۵۰ /۷۳	-۱۲۴۴ /۷۱	-۱۱۳۳ /۹۵	-۱۰۹۱ /۴۶
پارسول ۱۷۸۹	-	-۲۰۲ /۴۴	-۲۲ /۳۴	-۷۶۰ /۴۳	-۳۴۶ /۰۷
پارسول ۵۰۰۰	-	-۴۳۹ /۷۵	۳۴ /۳۵	-۷۵۴ /۰۴	-۶۰ /۰۱
اکتیل متوکسی سینامات	-	-۴۷۲ /۷۱	۱۹ /۶۳	-۱۰۵۲ /۷۴	-۱۵۹ /۱۷

جدول ۵: logP جاذب های UV استفاده شده در فرآورده های ضد آفتاب

نام محصول	logP
PABA	۰ /۸۳
Parsol HS	۲ /۵۱
Benzophenon	۳ /۲۳
Parsol 1789	۴ /۹۱
Parsol 5000	۵ /۰۲
Parsol MCX	۵ /۳۷

۳-۳: اکتیل متوکسی سینامات

مشاهده شد که اکتیل متوکسی سینامات در آب پیک جذبی شدیدی ندارد و فقط پیک جذبی کوتاهی در ۸/ ۲۵۷ نشان میدهد که خارج از محدوده UVB بوده و شیفت مشاهده شده نسبت به پروپیلن گلیکول از نوع هیپسوکرومیک و به مقدار ۴/ ۴۹- بوده که بیشترین مقدار در بین حلالهاست. نیز با توجه به AUC و SE% حلال آب کارآیی خیلی پایینی را نسبت به پروپیلن گلیکول از خود نشان می دهد. بر خلاف آب، اتانول پیک جذبی بسیار خوبی را در محدوده UVB نشان میدهد. با توجه به جدول۲ مشاهده می گردد که شیفت از نوع باتوکرومیک میباشد. با توجه به مقادیر سطح زیر منحنی و SE% اتانول بهترین حلال برای اکتیل متوکسی سینامات پیشنهاد می گردد.

این ماده در حلال سوربیتول پیک واضحی را از خود نشان نمیدهد. همانطوری که از جدول ۲ نیز مشهود است حلال گلیسرین یک شیفت باتوکرومیکی را به میزان ۵/ ۲۰+ نانومتر نشان می دهد که در محدوده UVB قرار دارد ولی بایستی متذکر شد که بدلیل کم بودن سطح زیر منحنی، کارآیی آن نسبت به پروپیلن گلیکول کمتر می باشد.

پس بـه طور کلی طبقه بندی این حلالها در مورد اکتیل متوکسی سینامات با توجه به SE% به ترتیب زیر می باشد:

اتانول > پروپیلن گلیکول > گلیسرین > آب > سوربیتول.

۳-۴: پارسول ۱۷۸۹

پارسول ۱۷۸۹ در آب پیک ضعیفی را در ۶/ ۲۴۱ نانومتر نشان می دهد که خارج از محدوده UVB بوده و $\Delta\lambda$ آن در مقایسه با پروپیلن گلیکول ۱/ ۴۹- بوده که بیانگر شیفت هیپسوکرومیک میباشد. سطح زیر منحنی محاسبه شده در حلال آب بسیار کمتر از پروپیلن گلیکول بوده (جدول ۳) بنابراین کارآیی پارسول ۱۷۸۹ در آب کمتر از پروپیلن گلیکول خواهد بود. مطابق جدول ۱ شیف مشاهده شده برای پارسول ۱۷۸۹ در اتانول از نوع هیپسوکرومیک و خارج از محدوده UVB است. در مورد سوربیتول و گلیسرین نیز پیک واضحی برای پارسول ۱۷۸۹ مشاهده نگردید ولی شدت جذب در مورد گلیسرین بالا میباشد. بنابراین با توجه به محاسبات انجام شده کارآیی این حلالها در مورد ماده ضد آفتاب پارسول ۱۷۸۹ به ترتیب زیر خواهد بود:

پروپیلن گلیکول > اتانول > آب > گلیسرین > سوربیتول.

۳-۵: پارسول ۵۰۰۰

مشاهده گردید که پارسول ۵۰۰۰ در آب شدت جذب کمی داشته که این امر باعث کاهش AUC گردیده است (جدول ۳). شیفت ایجاد شده نیز از نوع هیپسوکرومیک بوده که با توجه به جدول ۲ بیشترین میزان مشاهده شده در بین حلال ها و برابر ۴/ ۵۵- نانومتر می باشد.

پیک واضح مشاهده شده در مورد اتانول بیانگر شیفت باتوکرومیک در محدوده UVB می باشد. شدت این پیک بسیار

زیاد بوده که این امر سبب بالا رفتن AUC و کارآیی ماده ضد آفتاب در این حلال گردیده است. بنابراین میتوان نتیجه گیری کرد که اتانول مناسب ترین حلال برای فرمولاسیون پارسول ۵۰۰۰ در نظر گرفته شد.

این ماده در حلال سوربیتول پیک واضحی را نشان نمیدهد و شدت جذب نیز کم بوده در نتیجه با کاهش AUC کاهش شدیدی در کارآیی پارسول ۵۰۰۰ در سوربیتول دیده می شود.

در حلال گلیسرین بیشترین مقدار شیفت باتوکرومیک مشاهده گردید. این شیفت در محدوده UVB بوده و مقدار آن برابر ۸/ ۱۷+ محاسبه گردید. ولی در مقایسه کارآیی پارسول ۵۰۰۰ در حلال گلیسرین کاهش کارآیی نسبت به پروپیلن گلیکول از خود نشان می دهد. بنابراین با توجه به نتایج گرفته شده می توان چنین نتیجه گیری کرد که پارسول ۵۰۰۰ در حلال اتانول بیشترین کارآیی و در سوربیتول کمترین کارآیی را خواهد داشت.

۶-۳: پارسول HS

همانطوری که از جدول ۲ مشهود است آب منجر به ایجاد شیفت باتوکرومیک به میزان ۸/ ۱۰+ نانومتر در محدوده UVB شده است.اما شدت پیک ایجاد شده در این حلال نسبت به پروپیلن گلیکول کمتر بوده و باعث کاهش سطح زیر منحنی در مقایسه با پروپیلن گلیکول شده است. در مورد اتانول، سوربیتول و گلیسرین نیز نتایج مشابهی با آب بدست آمد. در این موارد نیز شیف از نوع باتوکرومیک در محدوده UVB با شدت کم بود. بطور کلی می توان چنین نتیجه گیری کرد که تمامی حلالهای بکار رفته باعث ایجاد شیفت باتوکرومیک نسبت به پروپیلن گلیکول شده اند که بیشترین مربوط به گلیسرین و کمترین مقدار مربوط به آب میباشد. با توجه به مساحت سطح زیر منحنی های بدست آمده و SE%، کارآیی حلالهای مورد استفاده برای پارسول HS به ترتیب زیر خواهد بود:

پروپیلن گلیکول > اتانول > سوربیتول > آب > گلیسرین.

۴- نتیجه گیری

به منظور تعیین اثرات اجزای فرمولاسیون در کارآیی ضد آفتابها بهتر است قطبیت فرآورده ضد آفتاب و قطبیت اجزای تشکیل دهنده آن مشخص گردد. لیپوفیلیسیته نسبی می تواند معیاری از قطبیت یا پلاریته باشد که بوسیله ضریب پخش یا logP اکتانول به آب تعیین می شود که برای ضد آفتابهای مطالعه شده محاسبه و در جدول ۵ آمده است. چنانچه مشاهده می شود دو گروه از ضد آفتابها وجود دارند دسته ای که قطبی ترند یعنی logP آنها بین ۸۳/. الی ۳ قرار دارد و دسته ای که قطبیت کمتری داشته و logP بالاتر از ۳ دارند. جزء اصلی فرمولاسیون ضد آفتاب که معمولاً باعث شیفت می شود حلال یا حامل استفاده شده میباشد. اگر حلال خیلی فرار باشد و سریعاً تبخیر شود وقتی که فرآورده روی پوست مالیده می شود اجزای کم فرار در غلظت بالائی روی پوست خواهند ماند که کاملاً می توانند خصوصیات و کارآیی ضد آفتاب را تحت تاثیر قرار دهند. اگر ضد آفتاب قطبی باشد (بعنوان مثال PABA) تداخل با حلالهای قطبی باعث شیفت هیپسوکرومیک خواهد شد(طول موجهای پایین تر) که این اثر بوضوح در جدول ۱ دیده می شود. بنابراین اگر قطبیت حلال افزایش پیدا کند کارآیی PABA کمتر خواهد شد. بر همین اصل است که آب بعلت قطبی تر بودن در مقایسه با سایر حلالها شیفت بیشتری را در λ max مربوط به PABA ایجادکرده است. و باعث شده است که کارآیی PABA در مقایسه با سایر حلالها کمتر گردد. این اثر در مورد بنزوفنون که حالت حد واسط را داشته کمتر به چشم می خورد یعنی کارآیی بنزوفنون بطور قابل ملاحظه ای وابسته به نوع حلال نبوده و حساسیت کمتری نسبت به نوع حلال از دیدگاه شیفت λ max نشان می دهد.

اگر ماده شیمیایی ضد آفتاب قطبیت کمتری داشته باشد تداخل با حلالهای قطبی باعث خواهد شد که λ max ماده به طول موجهای بالاتری شیفت پیدا کند. با وجود این در مورد پارسول ۱۷۸۹ این امر صدق نمی کند که شاید بدلیل این باشد که حاملی که بعنوان مبنا قرار گرفته است (پروپیلن گلیکول) از قطبیت خیلی بالاتری برخوردار است.

بطور کلی می توان نتیجه گیری کرد که در فرمولاسیون پارسول ۵۰۰۰ نباید از آب و سوربیتول استفاده کرد چرا که λ max آن را شدیداً به طول موجهائی شیفت می دهد که بطور کامل کارآیی واقعی ضد آفتاب را از بین می برد. در مورد بنزوفنون اکثریت حلالهای مورد استفاده باعث شیفت شدید طول موج به طرف طول موجهای پایین تر می گردد. مقایسه ضد آفتابها نشان میدهد که PABA و پارسول HS حساسیت کمتری به نوع حلال نشان می دهند و در این دو مورد می توان بدون نگرانی از نوع حلال، حلال های مختلفی را در فرمولاسیون آن ها بکار برد بدون اینکه تغییرات فاحشی در کارآیی ضد آفتاب ایجاد گردد. نتیجه کلی که مطالعه حاضر نشان می دهد این است که اکثریت ضد آفتاب های شیمیایی نامحلول در آب می باشند و برای افزایش محلولیت و در نتیجه افزایش کارآیی ضد آفتـاب از کمک حلال ها استفاده مي شود ولی بـاید بـه این نکتـه توجه کرد که نمي توان این نتیجه گیری را نمود که هر چقدر محلولیت ماده شیمیایی ضد آفتاب در کمک حلال بیشتر باشد به همان اندازه کارآیی فرآورده بالا خواهد بود. چرا که کمک حلالها با اینکه محلولیت ماده شیمیایی را افزایش می دهند ولی قادر هستند که شدت جذب و حتی طول موج جذبی را بطور معنی داری جابجا نمایند. لذا باید در طراحی فرمولاسیونهای ضد آفتاب این نکته مد نظر قرار گیرد.

5-References:

1. United States Enviromental Protection Agency, Action steps for sunprotection, via internet: epa.gov/sunwise. September, 1999.
2. Schuller R., Romunowski P. The ABCs of SPFs: An introduction to sun protection products, Cosmet. Toil., 1999, 114 (9), 49-57.
3. Wennersten G., Thune P., Brodthagen H. The sendinavian multicenter photopatch study: preliminary results, contact dermatitis, 1984, 10, 305-309.
4. Groves G., Agin P., Sayre R. In vitro and in vivo methods to define sunscreen protection, Aust. J. Derm., 1979, 20, 112.
5. Pines E. A new technique to assess the sunscreen effectiveness, J. Soc. Cosmet. Chem., 1978, 29, 559-564.
6. Louice E., Agrapidis-Paloympis and Robert A. The effect of solvent on the ultraviolet absorbance of sunscreens, J. Soc. Cosmet. Chem., 1987, 38, 209-221.