ورقة بحثية مجلة مفتوحة الوصول

من آخر تطورات علم التجميل

رهف زهرالدين كحيلة* رغد غازي جبيلي ** د. لمى الهوشي***

*(كلية الصيدلة، جامعة المنارة

البريد الإلكتروني:rahafkaheila@gmail.com)

**(كلية الصيدلة، جامعة المنارة

البريد الإلكتروني:Raghadjbeili2002@gmail.com)

***(كلية الصيدلة، جامعة المنارة

البريد الإلكتروني:lamaalhaushey239@gmail.com)

الملخص

يستعرض المقال أحدث تقنيات مستحضرات التجميل الصيدلانية، التي تمزج بين الجوانب الجمالية والتأثيرات العلاجية. يناقش آليات الإيتاء النانوية، وفعالية اللصاقات الجلدية، والتوجه نحو التخصيص الجيني والذكاء الاصطناعي. يبرز التحول في هذا القطاع نحو حلول مبتكرة وآمنة تستهدف صحة الجلد وجماله بطرق علمية دقيقة.

كلمات مفتاحية: –مستحضرات التجميل، الليبوزومات، النيوزومات، اللصاقات الجلدية

ABSTRACT

This article explores the latest advancements in cosmeceuticals, combining cosmetic appeal with pharmaceutical efficacy. It highlights modern delivery systems like liposomes, nanocapsules, and transdermal patches, along with future directions involving gene-based personalization, nanotechnology, and artificial intelligence. The field is evolving toward safer, more precise, and scientifically driven skincare solutions

KEY WORDS- Cosmetics, liposomes, neosomes, skin patches

I. مقدمة

تُعرَّف مستحضرات التجميل بأنّها منتجات تُستخدم على الجسم بغرض التنظيف، أو التجميل، أو تعديل المظهر، أو إبراز السمات الجذابة. وهي مواد تُستخدم لتحسين مظهر الجسم البشري أو رائحته. أما المستحضرات التجميلية–الدوائية، فهي منتجات تجميلية تحتوي على مكوّنات فعّالة بيولوجيًا وتتميز بامتلاك فوائد طبية أو تشبه الأدوية. ومثل مستحضرات التجميل العادية، تُستخدم المستحضرات التجميلية–الدوائية موضعيًا، إلا أنّها تحتوي على مكوّنات تؤثر في الوظائف الحيوية للبشرة. يهدف هذا البحث إلى:

استعراض أحدث المستجدات في مجال مستحضرات التجميل من منظور صيدلاني علمي، والتطرق إلى التقنيات الحديثة في صياغة هذه المستحضرات، وتقديم نظرة مستقبلية نحو ما قد تحمله السنوات القادمة في هذا المجال المتجدد.

II. تعريف مستحضرات التجميل الصيدلانية

فئة من المنتجات التي تجمع بين خصائص المستحضرات التجميلية (مثل تحسين المظهر والرائحة) والخصائص الدوائية (مثل التأثير الحيوي العلاجي). وتُستخدم هذه المنتجات عادة موضعيًا، وتحتوي على مواد فعالة قادرة على التفاعل مع خلايا الجلد لتحسين وظائفه أو مظهره. تتضمن هذه المستحضرات مكونات مثل الفيتامينات كفيتامين C وE، الأحماض الدهنية، مضادات الأكسدة، الإنزيمات، الببتيدات، وعوامل النمو. كما تتم صياغتها بطرق صيدلانية مدروسة لضمان فعالية الامتصاص وثبات المادة الفعالة. [1]

III. متطلبات صياغة المستحضرات التجميلية من منظور صيدلاني

يشترط في المستحضر التجميلي الصيدلاني أن يحقق:

- فعالية حيوية مثبتة: من خلال اختبارات مخبرية وسريرية.
- ثبات كيميائي وفيزيائي: لضمان عدم تحلل المادة الفعالة أو انفصال المكونات.
- أمان وملاءمة جلدية: من خلال تجنب المواد المثيرة أو الحافظة القاسية.
- كفاءة إيتاء المكونات: باستخدام أنظمة ناقلة مثل الليبوزومات والمستحلبات النانوية.
- جاذبية حسية للمستخدم: تشمل القوام، الرائحة، وسرعة الامتصاص.

IV. تقنيات الإيتاء الحديثة للمكونات الفعالة

1- الجسيمات الشحمية، أو الليبوزومات: بُنى حويصلية تتكوّن من نواة مائية تُحيط بها طبقة مزدوجة من الدهون (lipid bilayer) ذات طبيعة كارهة للماء، وتتكون عادةً من الفوسفاتيد (phospholipid) والكوليسترول، كما هو موضح في الشكل 1. تُعد الفوسفاتيدات من المكوّنات المصنفة ضمن قائمة المواد المعترف بها كآمنة Generally Recognized As Safe (GRAS)، مما يُقلل من احتمال حدوث تأثيرات جانبية. ولا يمكن للمواد المنحلة، مثل الأدوية، الموجودة في النواة المائية أن تعبر الطبقة الدهنية الكارهة للماء، إلا أن الجزيئات الكارهة للماء يمكن أن تندمج ضمن الطبقة الثنائية، مما يُمكّن الليبوزومات من حمل كل من الجزيئات المحبة للماء والكارهة للماء. تُستخدم الليبوزومات عادةً في الأنظمة المائية. ومؤخرًا، تم تطوير كريات ميكروية (microspheres) حسّاسة للماء بحجم يتراوح بين 20 إلى 30

ميكرومتر، وبُنية بوليمرية، من أجل إيتاء العطور، والمستخلصات النباتية، والفيتامينات من التركيبات الخالية من الماء، مثل أحمر الشفاه، ومزيلات التعرق، ومضادات التعرق، وبخاخات الجسم.

لكنّ الليبوزومات غير ثابتة بطبيعتها، نظرًا لتعرضها للأكسدة وانهيار بنيتها الحويصلية، وهو ما يمكن التغلب عليه من خلال تحسين ظروف التخزين، وإضافة عوامل مخلبية (Chelators) ومضادات أكسدة [2] .

2- النيوسومات Niosomes: • شبيهة بالليبوزومات، لكنها مكونة من مواد غير شاردية أكثر ثباتاً، تُستخدم في مستحضرات مقاومة الشيخوخة. يمكن تعريفها بأنها حويصلات مبنية على مواد خافضة للتوتر السطحي غير المتشردة، وتتشابه في بنيتها مع الحويصلات الفوسفوليبيدية مثل الليبوزومات .وتُستخدم هذه النواقل لحفظ المواد الذائبة في الماء، وتعمل كحوامل للأدوية والمكونات التجميلية. وتتميز النيوزومات بما يلي:

- قدرتها على زيادة ثبات المركّبات المكبسلة بداخلها.
- تحسين التوافر الحيوي للمكونات ضعيفة الامتصاص.
- تعزيز نفاذية الجلد للعوامل الفعالة.

3- مارينوسومات (Marinosomes): هي ليبوزومات تستند إلى مستخلص طبيعي من الدهون البحرية يحتوي على نسبة عالية من الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة مثل حمض الإيكوسابنتاينويك EPA، (20:5)(n-3) وحمض الدوكوساهيكسانويك DHA، (22:6) (n-3) وهذه الأحماض غير موجودة في البشرة الطبيعية للجلد. ومع ذلك، يتم استقلابها بواسطة إنزيمات البشرة إلى مستقلبات مضادة للالتهابات ومضادة للتكاثر، مما يعزز فوائد متعددة فيما يتعلق بالاضطرابات الجلدية الالتهابية. [3]

4-الألتراسومات: هي ليبوزومات متخصصة تحتوي على إنزيم أندونوكلياز مستخلص من Micrococcus luteus يتعرف الأندونوكلياز على الأضرار الناتجة عن الأشعة فوق البنفسجية ويُعتقد أنه يسرع من إصلاحها بمعدل أربع مرات. كما تحمي الألتراسومات النظام المناعي عن طريق إصلاح الأضرار الناتجة عن الأشعة فوق البنفسجية في الحمض النووي وتقليل التعبير عن TNF-α، IL-1، IL-6 و IL-8.

5- أنظمة الإيتاء متعددة الجدران: يعتمد نظام الإيتاء متعدد الجدران على مزيج من مواد مكونة للحويصلات المنظمة وتقنيات المعالجة عالية القص. ويوفر هذا النظام ثباتاً استثنائيًا طويل الأمد لمنتجات العناية بالبشرة التجميلية. يشبه نظام الإيتاء متعدد الجدران في بنيته بنية الدهون الغشائية الموجودة في القوالب الخلوية الداخلية، ويتكوّن من جزيئات مذبذبة غير فوسفوليبيدية مثل حمض الأوليك ومشتقات البولي غليسيرول والأحماض الأمينية.

6-الجسيمات الدهنية الصلبة: تمثل هذه الجسيمات انتشار جزيئات صلبة كروية تتكون من لب مركزي هيدروفوبي من الدهون الثلاثية أو مشتقات الأحماض الدهنية تحيط بها طبقة من الفوسفوليبيدات. أما حوامل الدهون النانوية المشكَّلة (NLC) فهي مزيج من الدهون الصلبة والسائلة، حيث يتم تضمين المرحلة السائلة داخل الهيكل الصلب للدهون. ميزة SLNs مقارنة بأنظمة الجسيمات النانوية البوليمرية تكمن في عدم الحاجة إلى إضافات ضارة المطلوبة للبوليمرة و قابليتها للتحلل الحيوي بفضل الدهون الفيزيولوجية. عند المقارنة مع الليبوبومات، تتمتع

الجسيمات النانوية الدهنية الصلبة بثبات أكبر ضد التجمع بسبب طبيعتها الصلبة وانخفاض حركة الجزيئات النشطة المدمجة، مما يمنع تسرب المواد الفعالة من الحامل. [4]

7- الكبسولات النانوية(Nanocapsules): أنظمة مغلقة تحتوي المادة الفعالة في قلبها، وتوفر حماية ممتازة وتحكمًا عاليًا في سرعة التحرر.

من أنظمة الاستحلاب الدقيقة والنانوية:

- المستحلبات الدقيقة Microemulsion نظام ثابت وشفاف، يساعد على حلّ المكونات ضعيفة الذوبان في الماء، ويُستخدم في مستحضرات التفتيح والفيتامينات.
- المستحلبات النانويةNanoemulsion: تتميز بقطيرات صغيرة جدًا (<100 نانومتر)، ما يمنحها قدرة اختراق ممتازة، وملمسًا خفيفًا وسريع الامتصاص، وهي مثالية للبشرة الدهنية أو الحساسة.

8- المايكروسبونج Microsponge :

أنظمة دقيقة مفرغة تتيح تحررا مستمرًا للمواد الفعالة مثل بنزويل بيروكسيد، وتقلل من تهيج الجلد . تُعد أنظمة Microsponge من التقنيات الصيدلانية المبتكرة المستخدمة لإيصال المواد الفعالة بطريقة فعالة ومضبوطة زمنيًا. تتميز هذه الأنظمة بكونها هياكل بوليمرية مجهرية ذات طبيعة مسامية، تتيح تحميل المواد الفعالة داخل شبكة ثلاثية الأبعاد، ومن ثم إطلاقها تدريجيًا إلى موضع التأثير .تعتمد عملية تحضير المايكروسبونج غالبًا على طريقة التشابك المتبادل cross-linking باستخدام بوليمرات مثل بولي فينيل الكحول، بولي إيثيلين غليكول، أو إيبوكسي راتنجات، وتتم في أوساط مائية أو عضوية اعتمادًا على خصائص المادة الفعالة والبوليمر. أحد أكثر الطرق شيوعًا للتحضير هي طريقة الاستحلاب غير المتجانسquasi-emulsion solvent diffusion method ، حيث يُذاب البوليمر مع المادة الفعالة في مذيب عضوي مناسب مثل dichloromethane أوethyl acetate ، ثم يُضاف الخليط إلى وسط مائي يحتوي على عامل استحلاب مثل بولي فينيل الكحول مع التحريك المستمر. تؤدي عملية انتشار المذيب العضوي إلى تشكل جسيمات دقيقة ذات تركيب إسفنجي، يتم تجفيفها لاحقًا للحصول على المايكروسبونج يمكن تعديل خصائص هذه الأنظمة من حيث حجم الجسيمات، ونسبة التحميل، وسرعة التحرر، عن طريق تغيير ظروف التحضير مثل سرعة التحريك، تركيز البوليمر، نوع المذيب، أو إضافة عوامل مساعدة. تُستخدم المايكروسبونج في تطبيقات متعددة منها المستحضرات الجلدية، العقاقير الفموية، والمركبات المضادة للميكروبات، إذ توفر إطلاقًا مستدامًا للمادة الفعالة، وتقليلًا للآثار الجانبية، وزيادة في التوافر الحيوي. إضافة إلى ذلك، فهي تتيح إمكانية تقليل التهيج الجلدي في المستحضرات الموضعية من خلال التحكم في سرعة الإيتاء وتجنب التراكيز العالية المفاجئة. إن تنوع طرق التحضير والمرونة في التصميم يجعل من المايكروسبونج منصة واعدة في تطوير أنظمة إيصال دوائي فعالة وآمنة. [5]

V. الأجهزة المساعدة في الإيتاء: اللصاقات الجلديةCosmetic Patches

وهي رقائق مرنة تحتوي على جرعة دقيقة من المادة الفعالة تُحرر تدريجيًا عند وضعها على الجلد، مثالية للهالات، التجاعيد، والترطيب المركز. تُعد اللصاقات الجلدية التجميلية تقنية مبتكرة في عالم العناية بالبشرة، تهدف إلى توصيل المواد الفعالة مباشرة إلى الجلد بطرق أكثر فاعلية من المستحضرات التقليدية. تتكون هذه اللصاقات عادة من طبقات متعددة تشمل مادة لاصقة مرطبة، وطبقة فعالة تحتوي على مكونات مثل حمض الهيالورونيك، النياسيناميد، الكولاجين، أو الفيتامينات، وهي مصممة لتلتصق بالجلد لفترة زمنية محددة. تُستخدم هذه اللصاقات لتحسين ترطيب

البشرة، تقليل التجاعيد، تفتيح البقع الداكنة، والتخفيف من الانتفاخات تحت العين. ما يميز هذه التقنية هو قدرتها على توصيل المركبات الفعالة عبر الطبقة القرنية للجلد بشكل مستهدف، مما يعزز الامتصاص ويقلل الفاقد من المادة الفعالة. تشمل أنواع اللصاقات الجلدية التجميلية لصاقات الهيدروجيل، اللصاقات الميكروإبريةMICRONEEDLE PATCHES ، ولصاقات السيليكون، وكل منها يُستخدم لهدف تجميلي مختلف حسب طبيعة البشرة والمشكلة المستهدفة. تعمل اللصاقات الميكروإبرية، على سبيل المثال، على إحداث ثقوب دقيقة جداً في البشرة لتوصيل المكونات بفعالية إلى الطبقات العميقة دون ألم يُذكر. أما لصاقات الهيدروجيل فهي مرطبة ومهدئة، وغالباً ما تُستخدم حول العينين. وبفضل تصميمها الدقيق، توفر هذه اللصاقات عزلًا وحماية من الملوثات البيئية، مما يزيد من فعاليتها. ومع التقدم التكنولوجي، بدأت العديد من الشركات في دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي وأجهزة استشعار دقيقة في تصميم هذه اللصاقات، لتوفير جرعات محسوبة بناءً على احتياجات البشرة الفورية. في المجمل، تعتبر اللصاقات الجلدية التجميلية مثالًا بارزًا على التقاء التكنولوجيا الحديثة مع علوم البشرة، مما يمنح المستهلكين حلولاً موجهة وعالية الكفاءة للعناية بجمالهم.[6]

VI. التوجهات المستقبلية في مستحضرات التجميل الصيدلانية:

مع تطور علوم الجينوم والتقنيات الوراثية، بدأت شركات التجميل الكبرى بالاتجاه نحو تطوير مستحضرات "مخصصة" تستند إلى الخصائص الجينية للفرد. يُعرف هذا التوجه باسم "الطب التجميلي الشخصي"، ويهدف إلى :تحديد الاستجابة الجينية للمستخدم تجاه مكونات معينة .تصميم منتجات تتناسب مع تركيبته الوراثية لتقليل الحساسية وزيادة الفعالية .تطوير اختبارات منزلية (DNA KITS) لتحليل نوع البشرة وجيناتها المرتبطة بالشيخوخة أو التصبغات.

النانو–تكنولوجيا والأنظمة الذكية: يتوقع أن تستمر الأنظمة النانوية في السيطرة على سوق المستحضرات التجميلية، مع تحسين تقنيات: الإيتاء الموجه (TARGETED DELIVERY) باستخدام نانوسومات قادرة على تحرير المادة الفعالة في موقع محدد داخل الجلد.والأنظمة الحساسة للمحفزات :(STIMULI–RESPONSIVE SYSTEMS) مثل الأنظمة التي تُحرر المادة النشطة استجابةً لتغيرات في درجة الحرارة، PH، أو الأشعة فوق البنفسجية.

الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا القابلة للارتداء: شهدت السنوات الأخيرة إدخال الذكاء الاصطناعي في تقييم حالة البشرة والتوصية بالمنتجات المثالية. ومن المتوقع أن تتسع هذه التطبيقات لتشمل: تحليلات لحظية للبشرة عبر تطبيقات الهواتف مستحضرات قادرة على التفاعل مع بيانات أجهزة قابلة للارتداء مثل الرقع الحسية الذكية، مستحضرات تغير قوامها أو فعاليتها حسب الظروف المحيطة

التركيز على المستحضرات الطبيعية والعضوية: مع تزايد وعي المستهلكين بالمكونات الطبيعية، يتوقع أن تستمر الصناعة في تطوير: مستحضرات تحتوي على مستخلصات نباتية فعالة (مثل الشاي الأخضر، الكركم، الرمان)، تركيبات خالية من البارابين، السيليكون، الكبريتات والعطور الصناعية، استخدام ناقلات نانوية مستخرجة من مصادر طبيعية (مثل ليبوزومات نباتية أو كيراتين نباتي). [7]

VII. الخلاصة:

تم استعراض تطور مستحضرات التجميل الصيدلانية، وهي منتجات تجمع بين الجوانب التجميلية والخصائص العلاجية، وتُستخدم موضعيًا لتأثيرها البيولوجي على الجلد. ركز على بنية الجلد وآليات امتصاص المواد الفعالة، تم دراسة معايير صياغة هذه المستحضرات من منظور صيدلاني مثل الثبات الحيوي والأمان والكفاءة. ثم تناول المقال التقنيات الحديثة في إيصال المواد الفعالة، مثل الليبوزومات، النيوسومات، المارينوسومات، الجسيمات الدهنية الصلبة، والكبسولات النانوية. كما درست اللصاقات الجلدية وغيرها كأجهزة مساعدة فعالة في إيتاء المركبات

للجلد. وأخيرًا، تم الانتقال التوجهات المستقبلية كاستخدام النانو–تكنولوجيا، الطب التجميلي الشخصي المستند إلى الجينات، الذكاء الاصطناعي، والتركيز على المستحضرات الطبيعية والعضوية، مما يدل على تطور الصناعة التجميلية نحو حلول أكثر دقة وسلامة وفعالية.

المراجع:

[1]. Singhal M, Khanna S, Nasa A. Cosmeceuticals For The Skin: An Overview. Asian J Pharm Clin Res. 2011; 4(2):1-6.

[2]. NOVEL APPLICATIONS OF LIPOSOMES. TRENDS BIOTECHNOL. 1998; 16(7): 307-321.

[3]. Lautenschlager H, Barel AO, Paye M, Maibach HI. Liposomes, Handbook Of Cosmetic Science And Technology, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2006, Pp. 155-163.

[4]. MURTHY RSR. VESICULAR AND PARTICULATE DRUG DELIVERY SYSTEM. NASHIK CAREER PUBLICATION, 2010. LASIC DD.

[5]. MÜLLER RH, RADTKE M, WISSING SA. SOLID LIPID NANOPARTICLES (SLN) AND NANOSTRUCTURED LIPID CARRIERS (NLC) IN COSMETIC AND DERMATOLOGICAL PREPARATIONS. ADV DRUG DELIV REV SUPPL. 2002; 54:S131-S15.

[6]. Patravale VB, Mandawgade SD. Novel Cosmetic Delivery Systems: An Application Update. Int J Cosmetic Sci, 2008; 30:19-33.

[7]. U.S. FDA. (2023). Cosmeceutical Product Guidelines. www.fda.gov