International Congress of
Interdisciplinary Studies in Science and Engineering
December 2017 - Iran, Tehran
کنگره بین المللی
مطالعات میان رشته ای در علوم پایه و مهندسی
آذرماه ۱۳۹۶ - تهران
Archive of SID

استفاده از فیبرهای ریسیده شده نشاسته در ترمیم زخم ها

[۱]سمانه تقی پور، [۲] سید مهدی میرحسینی عالیزمینی

[۱] دانشجوی دکتری، گروه مهندسی پزشکی (بیو مواد)، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
taghipour.me@gmail.com
[۲] گروه ریاضی، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
m_mirhosseini@pnu.ac.ir

چکیده

نشاسته به عنوان یک بیو مواد برای کاربرد هایی شامل داربست های مهندسی بافت، زیر لایه برای کشت سلول، سیستم دارو رسانی، ایمپلنت های جایگزین استخوان، زخم پوش ها و.... استفاده می شود. قطر فیبرهای نشاسته تولید شده به وسیله الکتروریسی یکی از پارامترهای کلیدی برای کاربردهای بسیاری است. مطالعه ارتباط کمی بین قطر فیبرها و پارامترهای معین الکتروریسی و ارتباط بین خواص رئولوژیکی غلظت نشاسته و توانایی الکتروریسی شدن بسیار با اهمیت است. الکتروریسی روشی با علاقمندان بسیار برای تولید الیاف نانو مقیاس یا زیر میکرو متر است. در میان روش های دستیابی الیاف در این مقیاس، الکتروریسی روشی منحصر به فرد از نظر مقرون به صرفه بودن، سادگی انجام کار، کاربری عمومی و قابل کنترل خواص الیاف است. نشاسته یک پلی ساکارید ارزان، غیر سمی، خوراکی و فراوان است که در جوانه ها، دانه ها و غده های بسیاری از گیاهان مانند سیب زمینی، ذرت،نخودفرنگی و گندم یافت می شود. زیست سازگاری خوب و استحکام نشاسته و تنوع تهیه آن را برای کاربردهایش در مهندسی پزشکی نوید بخش می سازد.

واژه های کلیدی : نشاسته، زخم پوش، زیست سازگار، فیبر، الکتروریسی

۱- مقدمه

پلیمرهای زیست سازگار برای کاربرد هایی شامل داربست های مهندسی بافت، زیر لایه برای کشت سلول، سیستم دارو رسانی، ایمپلنت های جایگزین استخوان، زخم پوش ها و.... استفاده می شود که از این میان پلیمر طبیعی نشاسته به عنوان یک بیومواد به دلیل فراوانی, سهولت دستیابی, ارزانی و زیست تخریب پذیری مناسب مورد انتخاب بسیاری از پژوهشگران است. (مورد علاقه بسیاری از پژوهشگران است) فیبر های ریسیده شده از آن موضوع بسیاری از پژوهش هاست. قطر فیبرهای نشاسته تولید شده به وسیله الکتروریسی یکی از پارامترهای کلیدی برای کاربردهای بسیاری است. مطالعه ارتباط کمی بین قطر فیبرها و پارامترهای معین الکتروریسی و ارتباط بین خواص رئولوژیکی غلظت نشاسته و توانایی الکتروریسی شدن بسیار با اهمیت است. نشاسته هایی که به صورت تجاری در دسترس هستند اغلب به صورت فیزیکی یا شیمیایی اصلاح شده اند تا نیاز صنایع مختلف را برآورده سازند. نشاسته های اصلاح شده مورد استفاده در تهیه زخم پوش ها شامل ید کاداکسومر(Cadexomere iodine) یا (CI)، نشاسته اکسید شده (OS) و نشاسته هیدروکسی اتیل (HES) هستند که به صورت فیلم، هیدروژل و الیاف در تهیه زخم پوش ها کاربرد دارند [5].

زخم پوش های بسیاری برای درمان زخم ها وجود دارند، انتخاب زخم پوش مناسب باید در شمار نمونه ای از زخمی که به خوبی مرحله التیامش در مان شده است قرار گیرد. یکی از معضلات در درمان زخم ها مهاجرت آنی (انتقال سریع) زخم به وسیله انواع میکروب هاست. در بسیاری از حالت ها هجوم میکروب هایی است که باعث کاهش اکسیژن رسانی و کاهش رسیدن مواد غذایی به سلول می شود که این پدیده باعث بافت مردگی (از بین رفتن بافت) می شود. ضخامت برای کاربرد های خاص فیبرها پارامتری کلیدی است. الکتروریسی روشی ساده و کارامد است که قابلیت تولید فیبر در مقیاس نانو و میکرو را دارد. فیبرهای نانو مقیاس دارای نسبت سطح به حجم بیشتر، تخلخل بالاتر، اندازه تخلخل کوچکتر می با شد[1,10].

۲- بررسی تاثیر پارامتر های الکتروریسی بر روی ضخامت فیبر های نشاسته

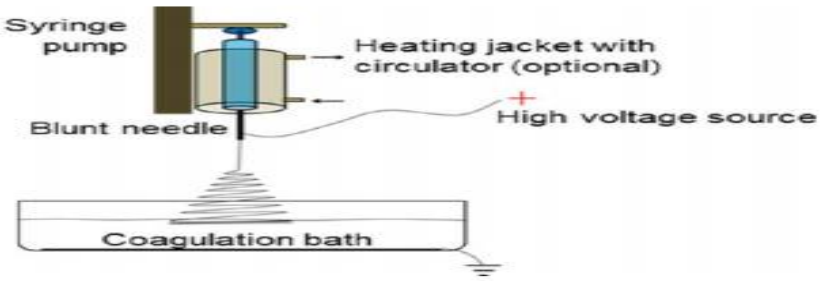
نشاسته یک پلی ساکارید ارزان، غیر سمی، خوراکی و فراوان است که در جوانه ها، دانه ها و غده های بسیاری از گیاهان مانند سیب زمینی، ذرت،نخودفرنگی و گندم یافت می شود. زیست سازگاری خوب و استحکام نشاسته و تنوع تهیه آن را برای کاربردهایش در مهندسی پزشکی نوید بخش می سازد. نشاسته به عنوان یک بیو مواد برای کاربرد هایی شامل داربست های مهندسی بافت، زیر لایه برای کشت سلول، سیستم دارو

www.SID.ir

Archive of SID

رسانی، ایمپلنت های جایگزین استخوان، زخم پوش ها و.... استفاده می شود. نشاسته هایی که به صورت تجاری در دسترس هستند اغلب به صورت فیزیکی یا شیمیایی اصلاح شده اند تا نیاز صنایع مختلف را برآورده سازند.

فیبر های ریسیده شده از پلی ساکارید ها مواد امیدوار کننده برای کاربرد های گسترده و متنوع به طور مثال فیلتراسیون، پزشکی و به مقدار کمتری نساجی هستند. در میان پلی ساکارید ها نشاسته بسیار فراوان وارزان است بنابراین نشاسته ریسیده شده علاقمندان بسیاری را به خود جذب نموده است(۱). قطر فیبرهای نشاسته تولید شده به وسیله الکتروریسی یکی از پارامترهای کلیدی برای کاربردهای بسیاری است. مطالعه ارتباط کمی بین قطر فیبرها و پارامترهای معین الکتروریسی و ارتباط بین خواص رئولوژیکی غلظت نشاسته و توانایی الکتروریسی شدن بسیار با اهمیت است. الکتروریسی روشی با علاقمندان بسیار برای تولید الیاف نانو مقیاس یا زیر میکرو متر است. در میان روش های دستیابی الیاف در این مقیاس، الکتروریسی روشی منحصر به فرد از نظر مقرون به صرفه بودن، سادگی انجام کار، کاربری عمومی و قابل کنترل خواص الیاف است [3].
ضخامت برای کاربرد های خاص فیبرها پارامتری کلیدی است. الکتروریسی روشی ساده و کارامد است که قابلیت تولید فیبر در مقیاس نانو و میکرو را دارد. فیبرهای نانو مقیاس دارای نسبت سطح به حجم بیشتر، تخلخل بالاتر، اندازه تخلخل کوچکتر می باشد [1]. شکل ۱ شماتیکی از روش الکتروریسی را نشان میدهد که شامل یک جمع کننده,سرنگ محلول, سوزن,منبع ولتاژ بالا می باشد.

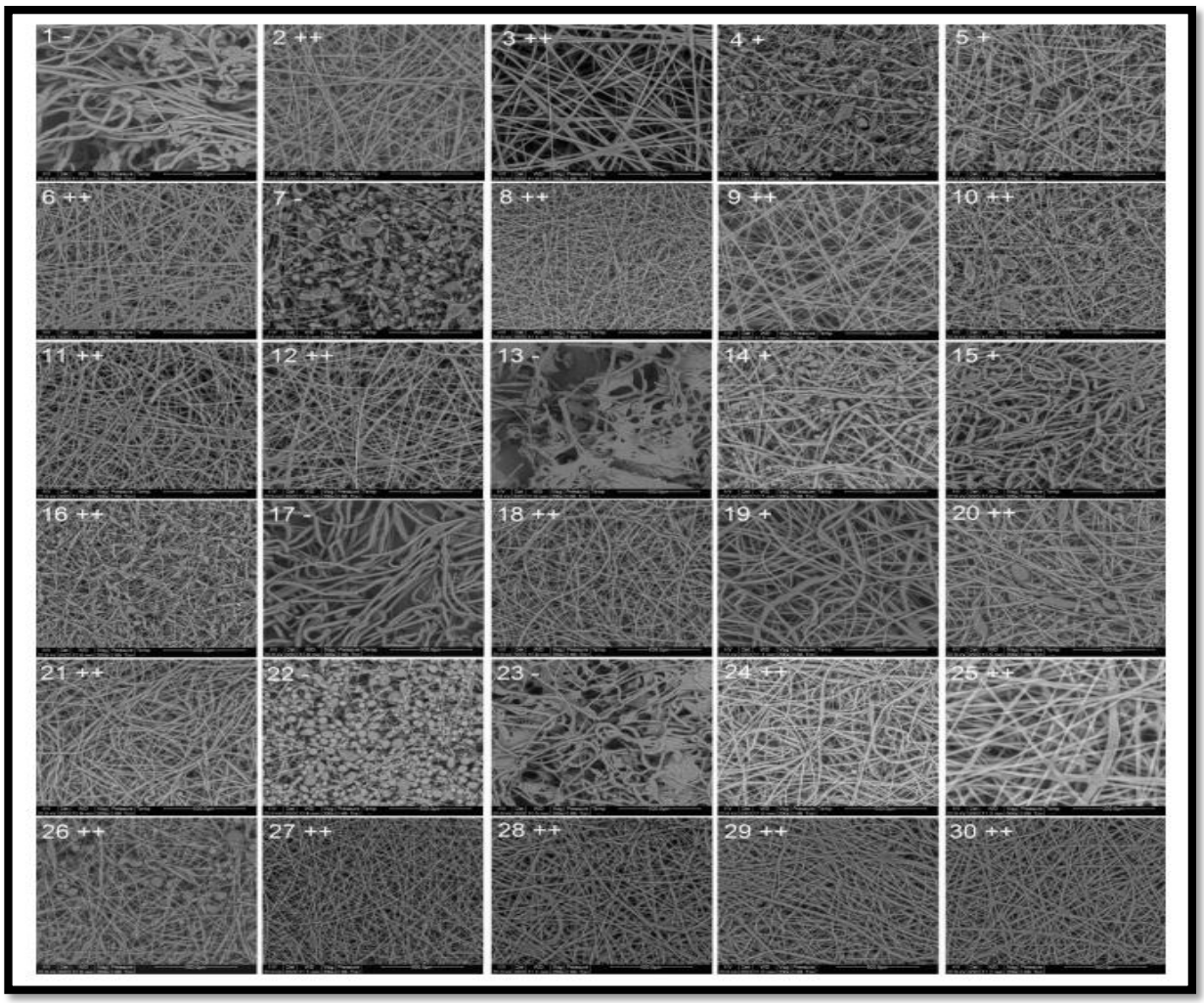


شکل (۱). روش الکتروریسی

در شکل ۲ با تغییر در پارامترهای الکتروریسی فیبر های متفاوتی با ضخامتهای متفاوت ایجاده شده است که بسته به نوع پارامتر تغییر یافته تعدادی از فیبر ها بسیار عالی و تعدادی به نسبت خوب و تعدادی با گره های بسیار می باشند که خصوصیات آن ها به طور خلاصه در جدول شماره ۱ آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۲): نمونه هایی از الیاف ریسیده شده نشاسته با تغییر پارامترهای الکتروریسی: فیبرهای خوب++ و نسبتاً خوب+ و ضعیف –

جدول(۱): تاثیر تغییر پارامترهای الکتروریسی و ضخامت فیبرها

www.SID.ir

Archive of SID

Run[a]	Trial[b]	Feed rate (ml/h)	Spinning distance (cm)	Voltage (kV)	Starch concentration (%, w/v)	Diameter (μm)	SD[c]	Fiber evaluation[d]
1	12	3.2	5	8.4	10	10.38	2.21	++
2	20	2	6.5	10	12.5	9.56	3.57	++
3	4	4	7.4	10	10	4.74	2.54	+
4	19	3	8	8	15	16.34	5.30	+
5	7	3.6	8	10	10	3.64	1.69	–
6	3	4	7.4	6	15	12.09	3.96	++
7	5	4	8	7.6	12	8.33	3.33	+
8	15	2	5	10	11	12.84	3.02	+
9	13	2	5	6.8	15	21.18	4.97	–
10	18	4	8	8.4	13	8.84	2.40	++
11	3	4	7.4	6	15	12.16	3.56	++
12	2	4	5	6	10	7.81	3.86	++
13	1	2	5	6	15	21.79	7.92	–
14	9	2.8	5	6	12	9.15	3.03	++
15	14	4	5.6	6	10	11.18	4.11	+
16	22	4	8	10	10	4.12	2.72	–
17	6	2	8	10	14	11.11	2.42	++
18	2	4	5	6	10	8.06	3.52	++
19	10	3	6.5	8	12.5	4.70	2.00	++
20	23	2	7.4	10	15	13.24	5.68	–
21	25	3.2	8	10	13	8.99	2.01	++
22	8	3.8	8	6	14.5	4.43	1.41	++
23	21	4	5	6	11	10.93	3.11	++
24	24	2.8	6.8	6	15	12.14	4.06	++
25	17	2	6.8	7.6	15	22.35	6.37	–
26	16	2.8	6.8	10	10	3.35	1.43	++
27	11	2	5	9.2	10	10.39	1.96	++
28	1	2	5	6	15	20.56	8.41	–
Validation runs[e]								
29	26	3	6	7	10	7.40	2.13	++
30	27	4	5.5	8	10.5	5.66	1.67	++
31	28	3	6.5	7	13.5	9.26	2.16	++
32	29	3.5	6	10	11.5	10.95	1.75	++
33	30	2.8	7.5	7.5	14.5	9.64	2.00	++

جدول (۲): ضریب تعیین شده برای مدل پاسخ

Parameter	Coefficient for diameter[a]	p
Constant (β_0)	7.09	
FeedRate (β_1)	NI[b]	
Distance (β_2)	−3.76	0.0009
Voltage (β_3)	1.43	0.0023
StarchConc (β_4)	3.31	0.0002
FeedRate × Distance (β_5)	NI	
FeedRate × Voltage (β_6)	NI	
FeedRate × StarchConc (β_7)	NI	
Distance × Voltage (β_8)	−1.13	0.0294
Distance × StarchConc (β_9)	−2.25	0.0246
Voltage × StarchConc (β_{10})	1.22	0.0057
FeedRate^2 (β_{11})	NI	
Distance^2 (β_{12})	2.38	0.0125
Voltage^2 (β_{13})	NI	
StarchConc^2 (β_{14})	1.32	0.0041
$r^{2\,c}$	0.683	
p^d	0.0041	

جدول شماره ۲ ضرایب مدل آماری نهایی و مفهوم هر عبارت را تامین می کند. همه عبارت های شامل نرخ تغذیه در تعیین ضخامت فیبرها تاثیر گذار بودند و شامل مدل نهایی نمی شدند. همان طور که در معادله زیر نشان داده شده است, مدل مقادیر مرکزی را با کم کردن میانگین حدود بالا و پایین متغیرها با حذف مرکز مطابق معادله مرتبه دوم برای ضخامت فیبر متوسط استفاده کرده است.

$$D=165/924-2/465\times r-6/475\times v-24/825\times c-1/13\times r\times v-2/25\times r\times c+1/22\times v\times c+2/38\times r^2+1/32\times c^2$$

www.SID.ir

طبق مدل, کوچکترین قطر فیبر متوسط قابل دستیابی, بدون فرایند اضافه شده مانند رسم مکانیک, ۳/۹۸ µm است که در آن c=10% وزنی, نرخ تغذیه ۲/۸ ml/h, ولتاژ ۱۰kv و فاصله ۶/۸cm است.

زخم پوش های بسیاری برای درمان زخم ها وجود دارند، انتخاب زخم پوش مناسب باید در شمار نمونه ای از زخمی که به خوبی مرحله التیامش در مان شده است قرار گیرد. یکی از معضلات در درمان زخم ها مهاجرت آنی (انتقال سریع) زخم به وسیله انواع میکروب هاست. در بسیاری از حالت ها هجوم میکروب هایی است که باعث کاهش اکسیژن رسانی و کاهش رسیدن مواد غذایی به سلول می شود که این پدیده باعث بافت مردگی (از بین رفتن بافت) می شود [5,6]. در بسیاری از مدل ها استفاده از عصاره گیاهان نیز بسیار مفید جلوه میکند. به طور مثال استفاده از صمغ کتیرا یا عصاره کورکومین در این الیاف ریسیده شده باعث بهبود بهتر در زخم ها خواهد شد. کورکومین به خاطر داشتن خواص آنتی باکتریال, ضد التهابی بودن, آنتی اکسیدان, ضد تومور, ضد اچ آی وی , ضد آرتروزو..... به صورت ترکیبی با پلیمرهای متفاوت در درمان زخم ها استفاده می شود. ریوم این گیاه که همان ریشه آن است به رنگ زرد می باشد که فعال ترین بخش گیاه کورکومین است.

در بسیاری از حالت ها نشاسته زیاد در توانایی الکتروریسی مخلوط پلیمر غیر مفید بود، بنابراین عاقلانه است که پیشنهاد دهیم که نشاسته بیشتر به عنوان یک پر کننده است تا به جای مواد تشکیل دهنده الیاف اصلی جایگزین بخش محدودی از پلیمر در الیاف شود[9].

DMSO یا ترکیب DMSO با آب انتخاب خوبی به عنوان حلال خواهند بود. مولکول های نشاسته به طور کامل در سیستم های حلال DMSO پخش می شوند و گره خوردگی نیز به سهولت انجام می شود بنابراین طبق فرض اگر گره خوردگی مولکول های نشاسته فاکتوری تعیین کننده برای نشاسته باشد آنگاه افزایش غلظت های نشاسته و چگالی گره خوردگی ها برای الکتروریسی موثر نیاز خواهد بود. بنا به فرض برای تشکیل الیاف باید غلظت نشاسته از غلظت گره خوردگی بیشتر باشد [3].

۳- نتیجه گیری

فیبر های ریسیده شده از پلی ساکارید ها مواد امیدوار کننده برای کاربرد های گسترده و متنوع به طور مثال فیلتراسیون، پزشکی و به مقدار کمتری نساجی هستند. با تغییر در پارامترهای الکتروریسی نشاسته فیبر های متفاوتی با ضخامتهای متفاوت ایجاده شده است که بسته به نوع پارامتر تغییر یافته تعدادی از فیبر ها بسیار عالی و تعدادی به نسبت خوب و تعدادی با گره های بسیار می باشند که استفاده فیبرها در حد میکرو/ نانو در ترمیم زخم ها بسیاربا اهمیت است. در بسیاری از حالت ها نشاسته زیاد در توانایی الکتروریسی مخلوط پلیمر غیر مفید بود، بنابراین عاقلانه است که پیشنهاد دهیم که نشاسته بیشتر به عنوان یک پر کننده است تا به جای مواد تشکیل دهنده الیاف اصلی جایگزین بخش محدودی از پلیمر در الیاف شود. همچنین برای تشکیل الیاف باید غلظت نشاسته از غلظت گره خوردگی بیشتر باشد. تغییر در پارامترهای الکتروریسی فیبر های متفاوتی با ضخامتهای متفاوت ایجاده شده است. الیاف ریسیده شده نشاسته به روش الکتروریسی در مقیاس نانو به دلیل افزایش نسبت سطح به حجم در درمان زخم ها اثرات مطلوبی خواهد داشت که برای تشکیل الیاف باید غلظت نشاسته از غلظت گره خوردگی بیشتر باشد. هدف تولید زخم پوش هایی با صرف هزینه اندک و عملکرد و بازدهی بالاتر می باشد.

۴- مراجع

[1] L. Kong L and R. Gregory, **Quantitative relationship between electrospinning parameters and starch fiber diameter**, Carbohydrate polymers, pp. 22-29, 2013.

[2] L. Kong and R. Gregory, **Fabrication of pure starch fibers by Electrospinning**, Department of Food Science Peen State University, 2013.

[3] L. Kong and Gregory R, **Role of Molecular Entanglements in Starch Fiber Formation by Electrospinning**, *Biomacromolecules, Vol. 13, No.* 8, pp. 2247–2253, 2012.

[4] C.A. García-González, J.J. Uy, M. Alnaiefb and I. Smirnova, **Preparation of tailor-made starch-based aerogel microspheres by the emulsion-gelation method,** Carbohydrate polymers, pp. 222-230, 2012.

[5] F.G. Torres, S. Commeaux and O.P. Troncoso, **Starch-based biomaterials for wound-dressing applications**, Biomedical Strach Research, Vol. 65, No. 7, pp.543-551, 2013.

[6] E.R. Balmayor, T.E. Baran, M. Unger, A.P. Marques, H.S. Azevedo and R.L. Reis, **Presence of starch enhances in vitro biodegradation and biocompatibility of a gentamicin delivery formulation**, Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials, Vo. 103, No. 8, pp. 1610-1620, 2015.

[7] D.E. Vasconcelos, CL. Pereira, M.R. Fonseca, (2001). **Solvent composition and rheology of starcheDMSOewater solutions**, Journal of Applied Polymer, Vol. 80, No. 8, pp. 1285-1290, 2001

[8] Y. Dziechciarek, J.J Soest and A.P. Philipse, **Preparation and properties of starch-based colloidal microgels,** Journal of Colloid and Interface Science, Vol. 246, pp. 48-59, 2002.

www.SID.ir

Archive of SID

[9] P.B. Malafaya, F. Stappers and R.L. Reis, **Starch-based microspheres produced by emulsion crosslinking with a potential media dependent responsive behavior to be used as drug delivery carriers**, Journal .of Materials Science, Vol. 17, No. 4, pp. 371-377, 2006.

The use of starch-borne fibers in wound healing

Samaneh Taghipour, Seyed Mehdi Mirhosseini-Alizamini

Department of Biomedical Engineering, Center Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
E-mail: taghipour.me@gmail.com
Department of Mathematics, Payame Noor University (PNU), P. O. Box. 19395-3697, Thehran, Iran
E-mail: m_mirhosseini@pnu.ac.ir

Abstract. Starch is used as a bio-material for applications such as tissue engineering scaffolds, substrates for cell culture, drug delivery systems, bone replacement implants, wounds, and so on. The diameter of starch fibers produced by electroporation is one of the key parameters for many uses. The study of the quantitative relationship between fiber diameter and specific electrical parameters and the relationship between the rheological properties of starch concentrations and the ability to electrolyze is very important. Electro style is a method with a lot of hobbyists to produce nano-sized fibers or a sub-micrometer. Among the methods for obtaining fiber on this scale, electro spinning is a unique method of cost-effectiveness, simple-to-do, general, and controllable fiber properties. Starch is a cheap, non-toxic, edible and abundant polysaccharide that is found in the buds, seeds and tubers of many plants such as potatoes, corn, peas and wheat. Good biocompatibility and starch strength and variety make it suitable for its applications in medical engineering.

Keywords: starch, wounded, biocompatible, fiber, electronics

www.SID.ir