



- سخن نخست
- بیکاری دانش آموختگان دانشگاهی و مهاجرت مغزها
- الزامات زندگی شغلی دانشگران جوان فناور
- بحران شیوع خطا و یافته های تکرارناپذیر در علم
- چگونه دانش آموخته دکتری بهتر بسازیم
- تغییرات اقلیم زمین و بیماری‌ها: نقش گرمایش زمین در افزایش دیابت نوع ۲
- چشم اندازی به عدد طلایی فی (Φ)
- فنآوری های جدید بر مبنای دانش زیست الگو و الهام زیستی
- استفاده از علم زیست الگو در منسوجات

نشاء علم

نشریه فرهنگ سازی و سیاست گذاری علم، نوآوری و فنآوری
سال هفتم، شماره اول-دی ماه ۱۳۹۵

بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

صاحب امتیاز: بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران

سردبیر: علی اکبر موسوی موحدی

مدیر مسئول: عباسعلی زالی

مدیر اجرایی: ابوالفضل کیانی بختیاری

هیات تحریریه:

حسین احمدی نوبری، محسن بهرامی، مهدی بهزاد، ناصر پارسا، جعفر توفیقی، غلامرضا حبیبی، عباسعلی زالی، محمد علی زلفی گل، سعید سهراب پور، عباس شکروی، مجتبی شمسی پور، علی اکبر صبور، نصرت... ضرغام، محمد رضا عارف، محمد فرهادی، کیوان کوشا، مهدی محقق، عباس مصلی نژاد، رضا ملک زاده، حمید میرزاده، جعفر مهران، صادق واعظ زاده، بهمن یزدی صمدی.



نشریه نشاء علم، بر اساس مجوز شماره ۱۲۴۹۹۵ مورخ ۹۱/۶/۱۵ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری از نخستین شماره دارای اعتبار علمی - ترویجی است.

- * فصلنامه "نشاء علم" توسط بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران منتشر می شود.
- * هدف از انتشار این فصلنامه، فرهنگ سازی و کمک در راستای سیاست گذاری علم، پژوهش و فناوری، اطلاع رسانی، ترویج علم، کمک به مدیران مراکز تصمیم ساز و تصمیم گیر علمی و همچنین جهت دهی به نخبگان، پژوهشگران و علاقه مندان به نوآوری های علمی، پژوهشی و فناوری در کشور می باشد.
- * آرا و نقطه نظرهای مندرج در مقالات و گزارش های منتشر شده در این فصلنامه، لزوماً بازگو کننده رای و نظر بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران نمی باشد.
- * فصلنامه در ویرایش و حذف مطالب آزاد است و مقاله های فرستاده شده به دفتر نشریه، برگردانده نمی شود.
- * نشریه نشاء علم از حمایت های معنوی و مادی بنیاد فرهنگی مصلی نژاد سپاسگزار است.
- * نشریه نشاء علم از حمایت های معنوی و مادی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور تقدیر و تشکر می نماید.

ISSN: X 8003-539

ناشر: بنیاد پیشبرد علم و فناوری در ایران

صفحه آرا: سینا موقتی

مسئول وبگاه: زهرا موسوی موحدی

نشانی: تهران - خیابان جمالزاده شمالی، تقاطع نصرت، نصرت غربی، نبش کوچه جزایری، پلاک ۱

تلفکس: ۶۶۵۷۷۸۸۴ (۹۸۲۱+)

نشانی الکترونیک بنیاد: www.Sciencecultivation.ir

نشانی الکترونیک فصلنامه: info@Sciencecultivation.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
• سخن نخست	۴
• بیکاری دانش آموختگان دانشگاهی و مهاجرت مغزها/ احمد شعبانی	۶
• الزامات زندگی شغلی دانشگران جوان فناور/ سیدامیرحسین طیبی ابوالحسنی	۱۶
• بحران شیوع خطا و یافته های تکرارناپذیر در علم/ زهرا ذوالمجد حقیقی، عطیه قاسمی، عاطفه پورسلیمان، ارسلان آقایی و علی اکبر صبوری	۲۱
• چگونه دانش آموخته دکتری بهتر بسازیم/ فریا دشتستانی	۲۸
• تغییرات اقلیم زمین و بیماری‌ها: نقش گرمایش زمین در افزایش دیابت نوع ۲/ وحید شیخ حسنی	۳۵
• چشم اندازی به عدد طلایی فی (ϕ) / فائزه موسوی موحدی	۳۹
• فناوری های جدید بر مبنای دانش زیست الگو و الهام زیستی/ زینب موسوی موحدی	۵۳
• استفاده از علم زیست الگو در منسوجات/ نعیمه انزایی	۶۲

گفتمان دانشمندان با سیاستمداران

تجربه ملل مختلف نشان داده است، پیشرفت علم در هر کشوری بستگی به پشتیبانی مسئولان آن کشور از علم دارد. بنابراین "گفتمان دانشمندان با سیاستمداران" از پر اهمیت ترین تصمیمات برای پیشرفت علم و توسعه پایدار جمهوری اسلامی ایران است. آمادگی ذهن فعال برای پشتیبانی از علم، بزرگترین سرمایه گذاری برای پیشرفت علم است، پیشرفت های دیگر در کشور منوط به پیشرفت علم و اخلاق در جامعه است. البته شایان ذکر است که ریشه محبت در معرفت نهفته است. در صورتیکه انسان به موضوعی معرفت یابد به آن محبت می یابد. اگر ضمیر، ذهن، دل به چیزی محبت یابد، برای آن جان و مال فدا می شود. اگر معرفت و محبت به علم حاصل شود، دنیا و آخرت آباد می شود، چون دانش در راس همه خوبی ها قرار دارد. همانگونه که هویداست، کلیه کشور های پیشرفته کره زمین بر مبنای علم پیشرفت نموده اند. البته مشی و رشد پایدار علم بر مبنای اخلاق است. برای عملیاتی شدن این موضوع شایسته است دفتر ارتباط دانشمندان و مسئولان کشور در دانشگاه ها تشکیل شود و برنامه این دفتر ارتباط دادن استادان و اندیشمندان و سیاستگذاران علم با مسئولان ارشد کشور باشد. یکی دیگر از برنامه های این دفتر حضور یک کارشناس پیشرو و توانا برای رصد علم، نوآوری و فناوری در جهان است تا برنامه های پیشرفت سایر کشور ها مورد بررسی قرار گیرد و سیاست های کلان پیشرفت علمی آنها تدوین شود. این کار خود در آینده نزدیک برای کشور یک رصد خانه علمی می شود که مسئولان محترم کشور می توانند به صورت پویا از آن بهره مند گردند. این پیشنهاد سابقه در دیگر دانشگاه های کشور های پیشرفته دارد. امید است این پیشنهاد مورد استقبال دانشگاه ها و مسئولان ارشد کشور قرار گیرد.

علی اکبر موسوی موحدی
سردبیر

بیکاری دانش آموختگان دانشگاهی و مهاجرت مغزها

احمد شعبانی*

چکیده

نهاد های علمی و فناوری در تحولات فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، ملی و بین المللی نقشی برجسته و غیر قابل انکار دارند، به طوری که پیشرفت علم و فناوری از جمله شاخص های اصلی توسعه یافتگی و پیشرفت کشورها محسوب می شود. به عبارت دیگر مراکز علمی و دانشگاه ها با تربیت نیروی انسانی متخصص و توانمند سبب پیشرفت و توسعه پایدار کشور ها می شوند. حال اگر در تاسیس مراکز دانشگاهی استانداردهای لازم (شامل نسبت دانشجو به استاد، تجهیزات و امکانات آموزشی و پژوهشی و فضا های فیزیکی) رعایت نشود و یا جامعه و سازمان ها بدلیل عدم کارایی دانش آموختگان و یا تولید بیش از حد و نیاز و یا عدم توازن واحدهای دانشگاهی و زیر ساخت های صنعتی کشور، احساس نیاز به دانش آموختگان به عنوان نیروی متخصص نداشته باشد، نه تنها توسعه پایدار حاصل نخواهد شد بلکه همین مسئله ضمن تحمیل زیان های اقتصادی و مالی فراوان بعضا تبدیل به تهدیدی برای منافع ملی خواهد شد. در این مطالعه دو آسیب دانش بنیان فراروی آموزش عالی کشور یعنی بیکاری دانش آموختگان دانشگاهی و مهاجرت مغزها از جنبه های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و در پایان راهکاری مبتنی بر تحول در ساختار نظام آموزشی و پژوهشی با رهیافت سلسله مراتبی هرم هیات علمی با هدف اشتغال دانش آموختگان دکتری و ممانعت از مهاجرت مغزها که خود علل بسیاری از آسیب های آموزش عالی است ارائه شده است. این روش مبتنی بر همگرایی و هم افزایی ظرفیت ها در جهت افزایش قدرت و توان علمی کشور، ارتقای شاخص های کیفی آموزش و پژوهش و استفاده بهینه از امکانات و منابع مالی محدود کشور می باشد.

واژگان کلیدی: مهاجرت مغزها، مهاجرت ژنها، دانشگاه نسل سوم، رهیافت سلسله مراتبی هرم هیات علمی، اشتغال دانش آموختگان دکتری، بیکاری دانش آموختگان دانشگاهی.

* عهده دار مکاتبات، استاد، دانشکده شیمی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، تلفن: +۹۸۲۱۲۹۹۰۲۸۰۰، دورنگار: +۹۸۲۱۲۲۴۳۱۶۷۱،

نشانی الکترونیکی: a-shaabani@sbu.ac.ir

به عهده دارد. همین نسبت با فرض اینکه راهنمایی پایان نامه و رساله دانشجویان تحصیلات تکمیلی با کلیه استادانی که دارای مدرک دکتری می باشند راهنمایی و هدایت شود نسبت دانشجوی تحصیلات تکمیلی به استاد ۱۹ خواهد شد. لازم به ذکر است شاخص نسبت دانشجو به استاد با کنار گذاشتن سهم دانشگاه های دولتی تمام وقت در تربیت دانشجویان تحصیلات تکمیلی به شدت افزایش خواهد یافت.

- سهم عمده مشاغل خدماتی، کشاورزی و صنعت در مقایسه با مشاغل دانشی و دانش بنیان در کشور، ۸- نداشتن الگوی توسعه و نقشه راه در آموزش عالی و روزآمد نبودن آموزش عالی،

- مهاجرت مغزها که زیان مادی آن بالغ بر ۶۰ میلیارد دلار است [۲، ۹]

- سیاست زدگی نهادهای علمی، و... از جمله بخشی از مسائلی هستند که آموزش عالی کشور و بالطبع کشور با آن مواجه است.

برآیند این آسیب ها، تحمیل میلیارد ها دلار خسارت مادی در حال و تهدید منافع ملی در دراز مدت خواهد شد. لذا ضروری است در اولین فرصت با آسیب شناسی، سیاست گذاری و برنامه ریزی توسط مدیران ارشد نهاد های علمی و فناوری از قبیل وزارتین علوم و علوم پزشکی، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و فرهنگستان های علوم با مشارکت جمعی وزارت خانه ها و بخش خصوصی، تمهیدات و راهکار های مناسب برای کاهش و یا حذف کامل این آسیب ها و کاستی ها طراحی و سریعاً اجرا شود.

عوامل دو چالش بیکاری دانش آموختگان و مهاجرت نخبگان

عدم توازن در اجرای شاخص های کمی و کیفی سیاست ها، برنامه ها و قوانین اسناد بالادستی نقشه جامع علمی

در نقشه جامع علمی در افق ۱۴۰۴ (یعنی کمتر از ده سال دیگر) پیش بینی شده است، جمعیت دانشجویی آموزش عالی کشور از جمعیت ۲۴-۱۸ سال، ۶۰ درصد شود [۱۰]. با توجه به اینکه جمعیت جوان بین ۲۴-۱۸ سال در سال ۹۳ حدود ۱۱ میلیون نفر تخمین زده شده است [۱۱]، با فرض اینکه تا

- بیکاری ۴۲ درصدی دانش آموختگان دانشگاهی که سالیانه بیش از هشت صد و پنجاه هزار نفر به آن افزوده می شود [۱، ۲].

- بیکاری و عدم اشتغال ۱۵ الی ۲۰ هزار نفری دانش آموختگان دکتری [۱] که سالیانه بیش از هفت هزار و پانصد نفر به آن افزوده می شود [۳].

- آمادگی اشتغال دانش آموختگان دانشگاهی در مشاغل خدماتی [۴].

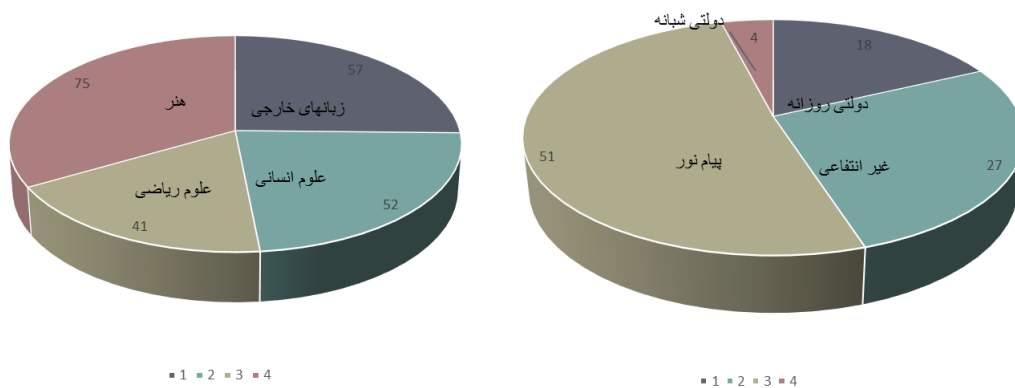
- تقلب در تولید اسناد و مدارک علمی و نیز مدرک فروشی که متأسفانه آوازه آن بین المللی شده است [۵].

- پایان نامه و رساله نگاری نیابتی،

- عملکرد جزیره ای آموزش عالی بدون توجه به کمیت و کیفیت نیازهای جامعه و صنعت، عدم تناسب شغل و شاغل، ترویج فرهنگ کاسب مسلکی در موسسات آموزشی و پژوهشی، مدرک گرایی، کم فروشی یا گران فروشی علمی و رشد قارچ گونه ی مراکز آموزش عالی که امروز تعداد آنها به بیش از ۲۸۰۰ واحد افزایش یافته است [۶]

- پذیرش انبوه دانشجو خارج از استانداردهای آموزشی به طوری که امروز شاهد جمعیت چهار میلیون و سیصد و پنجاه هزار نفری از دانشجویان هستیم که نسبت دانشجو به استاد ۵۴ می باشد و جمعیت دانشجویی کشور پنج و نیم درصد از جمعیت کشور را تشکیل می دهد. توزیع این تعداد دانشجو میان سه زیر نظام آموزشی دولتی تمام وقت، دولتی پاره وقت (پیام نور و...) و مجموع دانشگاه آزاد و غیر انتفاعی تقریباً به نسبت ۱:۱:۱ می باشد که به ترتیب ۸۲۲۰۰۰ نفر در مقطع کاردانی، ۲۵۶۰۰۰ نفر در مقطع کارشناسی، ۷۷۴۰۰۰ نفر در مقطع کارشناسی ارشد، ۷۸۰۰۰ نفر در مقطع دکتری حرفه ای و ۱۱۵۰۰۰ نفر در مقطع دکتری تخصصی در حال تحصیل می باشند [۷]. تعداد اعضای هیات علمی ۸۰۰۰۰ نفر می باشد که به ترتیب ۴۶۰۰ استاد تمام، ۹۸۰۰ نفر دانشیار، ۳۷۵۰۰ نفر استادیار و ۲۸۰۰ نفر را مربی تشکیل می دهد. با فرض اینکه رساله دانشجویان دکتری تخصصی با استاد تمام ها و دانشیاران هدایت شود نسبت دانشجو به استاد ۸ می باشد، یعنی هر عضو هیات علمی راهنمایی هشت دانشجو دکتری تخصصی را

بیکاری دانش آموختگان



شکل (۱): ظرفیت پذیرش (سمت چپ) و ظرفیت خالی (سمت راست) گروه های آموزشی در دانشگاه های دولتی (روزانه، شبانه و پیام نور) و غیر انتفاعی در کنکور کارشناسی مهرماه ۱۳۹۵. البته به نظر می رسد حتی مراکز نظارتی و قانون گذاری در کشور نیز مشوق این رشد کمی می باشد [۱۴].

دانشجو که نسبت دانشجو به استاد ۵۴ می باشد. ظرفیت پذیرش در دانشگاه های دولتی روزانه و شبانه ۲۲ درصد، پیام نور ۵۱ درصد و غیر انتفاعی ۲۷ درصد می باشد. در پذیرش دانشجویی کنکور کارشناسی مهرماه ۱۳۹۵ سازمان سنجش وزارت علوم (بدون در نظر گرفتن ظرفیت خالی دانشگاه آزاد اسلامی)، گروه های آموزشی ریاضی، علوم انسانی، هنر و زبان های خارجی به ترتیب با ۷۵، ۵۲، ۷۵ و ۵۷ درصد ظرفیت خالی که بالغ بر چند صد هزار نفر است مواجه شدند [۱۳].

شکل ۱- ظرفیت پذیرش (سمت چپ) و ظرفیت خالی (سمت راست) گروه های آموزشی در دانشگاه های دولتی (روزانه، شبانه و پیام نور) و غیر انتفاعی در کنکور کارشناسی مهرماه ۱۳۹۵. البته به نظر می رسد حتی مراکز نظارتی و قانون گذاری در کشور نیز مشوق این رشد کمی می باشد [۱۴].

با توجه به اینکه در حال حاضر جمعیت دانشجویی چهار میلیون و سیصد و پنجاه هزار نفر می باشد، با رعایت رشد متوازن شاخص های کمی و کیفی، با یک محاسبه سرانگشتی تعداد اعضای هیات علمی در قالب سند می بایست به ۱۰۰ هزار نفر افزایش می یافت. بدیهی است برای دست یابی به این تعداد عضو هیات علمی، کلیه فارغ التحصیلان دکتری بیکار که تخمین زده می شود کمتر از ۲۵ هزار نفر باشد، مشغول به کار می شدند. قطعاً با اجرای قانون

سال ۱۴۰۴ این جمعیت به همین تعداد باقی ماند، جمعیت دانشجویی چهار میلیون و سیصد و پنجاه هزار نفری فعلی به هفت میلیون افزایش خواهد یافت. در ضمن در نقشه جامع علمی کشور پیش بینی شده است جمعیت تحصیلات تکمیلی (ارشد) ۳۰، جمعیت دکتری ۳/۵ و تعداد فارغ التحصیلان یک و دو دهم میلیون نفر در سال باشد [۱۲]. در همین سند به شاخص های کیفی در آموزش عالی همراه با رشد کمی تاکید شده است. از جمله آنها افزایش تعداد اعضای هیات علمی به ۱۵۰۰۰۰ نفر و افزایش بودجه تحقیق و پژوهش به ۳ درصد از تولید ناخالص داخلی تا پایان برنامه پنجم (برنامه پنجم به اتمام رسیده است) می باشد. بدون توجه به اینکه شاخص جمعیت دانشجویی به درستی طراحی شده است یا نه (گرچه مقایسه این شاخص با کشورهای آمریکا و ژاپن که اقتصاد دانش و فناوری بنیان تری دارند چندان قابل توجیه نمی باشد)، یکی از مهمترین عوامل رشد کمی جمعیت دانشجویی، ناشی از سیاست های تدوین شده در نقشه جامع علمی کشور می باشد.

آخر خط این مسابقه ماراتون در شکل ۱ ارایه شده است. نتایج این مسابقه، احداث بیش از ۲۸۰۰ مرکز آموزش عالی که متوسط اعضای هیات علمی در هر مرکز کمتر از ۲۴ نفر می باشد. تعداد چهار میلیون و سیصد و پنجاه هزار نفر

بخش با طرح چند سوال بهتر روشن شود.
- آیا ساختار اقتصادی فعلی کشور توان و ظرفیت استفاده از ۳۰ درصد دانش آموخته تحصیلات تکمیلی را دارد؟ به عبارت دیگر چند درصد از فرصت های شغلی کشور نیاز به تحصیلات دانشگاهی دارد (طبق نقشه جامع علمی کشور باید سهم پژوهشگر در صنعت ۴۰٪ باشد. آیا چنین است؟)

- چه میزان از تولید و تجارت در کشور دانش بنیان است؟ به عبارت دیگر چند درصد از تولید ناخالص ملی مبتنی بر دانش و فناوری است؟ (در نقشه ۵۰٪ پیش بینی شده است. آیا چنین است؟)
- اولویت دولت ها در تجارت مبتنی بر دانش بومی و تولید است و یا واردات کالا؟ سهم و نقش قاچاق کالا در بازار و تجارت چگونه است (بر اساس گزارش های غیر رسمی قاچاق کالا در کشور بالغ بیست میلیارد دلار در سال تخمین زده می شود که با فرض پانصد میلیون ریال بازای ایجاد هر شغل، معادل ۱/۶ میلیون شغل می باشد).
- صنایع و صنعت سنتی کشور توان جذب چند درصد از فارغ التحصیلان دانشگاهی را دارد؟
- تفاوت هزینه و زیر ساخت های اشتغال زایی برای دانش آموختگان دانشگاهی با افراد کم سواد چقدر می باشد؟

- وجود خیل عظیم دانش آموختگان دانشگاهی برای نظام فرصت هست یا تهدید، چرا؟
آمار و ارقام نشان می دهد در پانزده سال گذشته و در فاصله زمانی ۱۳۸۴-۱۳۹۱ سهم فعالیت های حوزه ی خدمات، صنعت و کشاورزی که بخش عمده ای از اشتغال را شامل می شود، تقریباً با شیب ثابت و به طور متوسط به ترتیب ۴۵/۷، ۳۲/۲، و ۲۱/۲ درصد بوده است. گرچه درصد شاغلین بخش کشاورزی به نفع صنعت و خدمات کاهش بیش از ۵ درصدی نشان می دهد [۳، ۱۶].
در ضمن بررسی آماری سال ۱۳۹۰ در شهر اصفهان که یکی از شهرهای صنعتی و کشاورزی شاخص در کشور است، نشان می دهد شاغلان برحسب گرو های عمده شغلی در کلیه سنین فقط ۲۶ درصد دارای تحصیلات دانشگاهی اعم از تکنیسین، متخصص و عالی رتبه می باشند. در این بررسی توزیع جمعیت بیکار بر حسب میزان تحصیلات نشان می دهد بیش از ۳۵ درصد

افزایش بودجه تحقیق و پژوهش به ۳ درصد از تولید ناخالص داخلی تا پایان برنامه پنجم که در حال حاضر کمتر از یک سوم آن است، بسیاری از آسیب های ناشی از رشد کمی می توانست کاهش یابد. بنابراین، یکی از عوامل بیکاری دانش آموختگان دانشگاهی و مهاجرت مغزها به عنوان دو آسیب دانش بنیان فراروی آموزش عالی و کشور بدلیل عدم اجرای متوازن شاخص های کیفی در کنار شاخص های کمی سند نقشه جامع علمی کشور می باشد.

نگاه به نهادهای علم به مثابه بنگاه های اقتصادی آموزش محور

حتی دانشگاه های تراز اول کشور که ظرفیت های نسبتاً خوبی در تربیت منابع انسانی نخبه، در تولید علم و فناوری مرزی دانش و فراتر مرزی دانش، در اقتصاد دانش، پژوهش و فناوری بنیان دارند، تبدیل به بنگاه های اقتصادی آموزش محور شده اند. به دلیل محدودیت منابع مالی، اقتصاد آموزش بنیان در آنها روز به روز گسترده تر می شود. ایجاد دوره های آموزشی بدون توجه به نیازها، ضرورت ها و صرفاً در جهت کسب درآمد و صدور مدرک در برنامه هیچ نهاد علمی معتبر جهانی دیده نمی شود. در دانشگاه های تراز اول دنیا به طور معمول کسب درآمد از طریق فروش خدمات علمی، فنی و نیز دانش فنی به بخش صنعت صورت می گیرد [۱۵]. به عبارت دیگر دانشگاه های برخوردار و تراز اول با پذیرش استعداد های درخشان نه تنها در تربیت نخبگان و تاثیر گذاران در پیشرفت آتی علم و فناوری نقش آفرینی می نمایند، بلکه در آنها فعالیت های اقتصادی پژوهش بنیان جای گزین اقتصاد آموزش محور شده است.

ساختار اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و صنعتی کشور

هرگونه برنامه ریزی و سیاست گذاری در آموزش عالی، مستلزم توجه ویژه به ساختار اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و صنعتی کشور می باشد. بعبارت دیگر هرگونه اصلاح و توسعه در آموزش عالی بدون توجه به ساختار اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، سیاسی، صنعتی کشور و... کار به جایی نخواهد برد. شاید این

بیکاران دارای تحصیلات دانشگاهی می باشند [۱۵].

چه باید کرد؟

قبل از پاسخگویی به این سوال به ظاهر سخت، ضروری است به دو مسئله ی مهم الف- آسیب شناسی ساختار آموزشی و پژوهشی فعلی در دست یابی به ماموریت دانشگاه های امروزی و ب- تراز استاندارد نسبت دانشجو به استاد در دانشگاه ها اشاره ای شود.

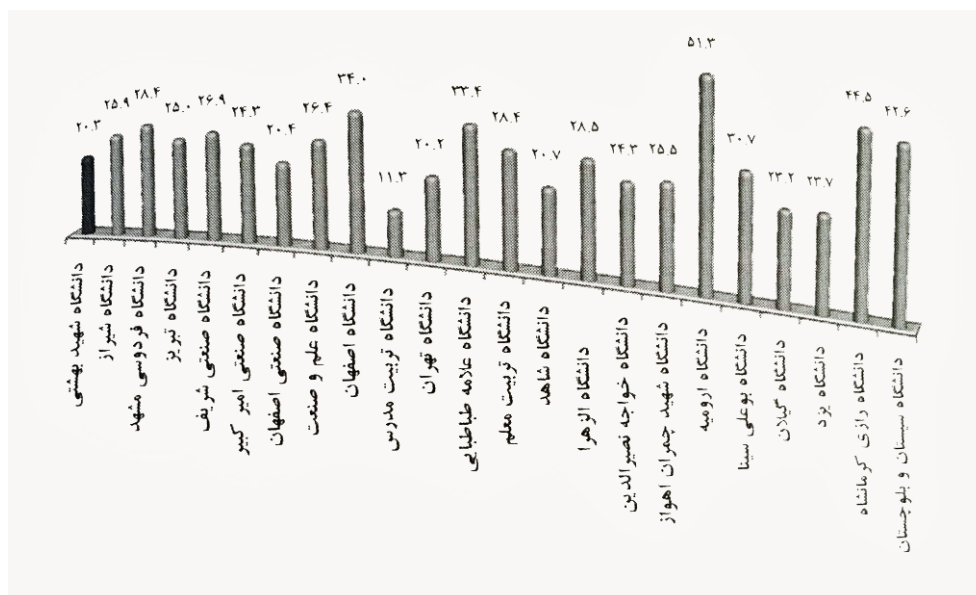
آسیب شناسی ساختار آموزشی و پژوهشی فعلی در دست یابی به ماموریت دانشگاه های امروزی

آیا ساختار فعلی از عهده و توان ماموریت های امروزی دانشگاه ها بر می آید؟ اگر تا دیروز یکی از اهداف، ماموریت و وظیفه ی اصلی دانشگاه های کشور تربیت نیروی انسانی متخصص برای اشتغال در بخش های مختلف خصوصی و دولتی بود، اما امروز با توجه به برطرف شدن این مهم و اشباع شده گی بازار کار، ماموریت سستی دانشگاه ها باید تغییر کند. به طوریکه دست یابی به نشان های ملی و بویژه بین المللی و تربیت کار آفرینانی که نقش مهم در تولید ثروت دانش بنیان

دارند به عنوان ماموریت اصلی جایگزین ماموریت سستی شود. با توجه به اینکه وظیفه ی دوم مستلزم بستر سازی توسط عوامل خارج از دانشگاه است (از قبیل اصلاح زیرساخت ها و وضعیت اقتصادی، اجتماعی، صنعتی و...)، لذا هدف اصلی که دست یابی به نشان ها ست و نهاد مسئول آن در کشور دانشگاه هاست، پذیرش دانشجوی تحصیلات تکمیلی به ویژه دکتری باید وسیله ای برای دست یابی به این اهداف باشد. قطعاً پیمودن شیب تند نشان ها ملی و بین المللی با دانشجویان دکتری که سیال می باشند، بسیار دشوار و حتی شاید غیر ممکن باشد، مگر اینکه تغییر و تحول اساسی در ساختار آموزشی و پژوهشی به عمل آید تا مسیر پیمایش این قله مرتفع با شیب تند تری که شاید به روش میان بر تشبیه کرد به عمل آید. به عبارت دیگر بجای صرف انرژی برای کنار گذاشتن موانع، پرش از آنها و یا جراحی انقلابی می باشد.

تراز استاندارد نسبت دانشجو به استاد در دانشگاه ها

تراز استاندارد نسبت دانشجو به استاد در دانشگاه ها معتبر دنیا [۱۸] به طور متوسط ۱۰



شکل ۲- نسبت دانشجو به استاد در ۲۳ دانشگاه دولتی بزرگ [۴]

مالی نیز عامل دیگری است که دانشگاه ها نمی توانند تعداد اعضای هیات علمی را افزایش دهند. با توجه به اینکه با حذف حق التدریس، حقوق اعضا هیات علمی تکافوی هزینه زندگی آنها را نمی دهد، لذا اعضا هیات علمی نیز تمایلی به دو برابر شدن تعداد اعضای هیات علمی ندارند. بنابراین برای دست یابی به تراز استاندارد نسبت دانشجو به استاد ۱۰ در دانشگاه ها، الف- یکی از مهمترین اقدامات حذف حق التدریس است که مستلزم منطقی شدن حقوق اعضای هیات علمی است، ب- افزایش بودجه دانشگاه ها بابت تامین حقوق و دستمزد افزایش اعضای هیات علمی. حال فرض بر این باشد که دولت ها مصمم به تامین منابع مالی لازم برای برطرف کردن این موانع باشند، در این صورت به چه میزان بودجه و منابع مالی برای اجرای آن نیاز می باشد؟ با فرض اینکه حقوق هر عضو هیات علمی به طور متوسط چهار میلیون تومان در ماه باشد، حقوق سالیانه ۷۵ هزار نفر، حدود ۳۷۵۰ میلیارد تومان یا معادل یک میلیارد دلار خواهد شد. به عبارتی معادل سه دهم درصد تولید ناخالص ملی کشور و یا یک شصتم خسارت مالی ناشی از مهاجرت مغزهاست. با فرض اینکه تعداد بیکاران با مدرک دکتری ۱۵ هزار نفر باشد، بودجه سالیانه برای اشتغال آنها به یک پنجم یعنی دویست میلیون دلار در سال و یا شش صدم درصد تولید ناخالص ملی کشور تقلیل خواهد یافت. البته در رشته های تجربی، هزینه ها فقط در حقوق پرسنلی خلاصه نمی شود و هزینه های جانبی دیگری از قبیل دفتر کار حداقل پنجاه میلیون تومان بدون احتساب بهای زمین، هزینه ی تامین آزمایشگاه، تجهیزات، مواد و وسایل آزمایشگاهی معادل دویست میلیون تومان و اعتبار پژوهشی سالیانه معادل بیست میلیون تومان که جمعاً برای هر نفر حدود ۲۷۰ میلیون تومان خواهد شد به آن افزود. بنابراین شاید تامین هزینه مالی بابت حقوق و دستمزد ۱۵ هزار نفر دکترای بیکار در قالب عضویت هیات علمی میسر باشد، اما سایر هزینه ها در رشته های تجربی یکی از مشکلات و موانع اصلی در اشتغال دانش آموختگان دکتری در دانشگاه ها محسوب می شود که در راهکار پیشنهادی تمهید لازم برای تامین آن اندیشیده شده است.

و در ۱۰۰ دانشگاه شاخص این نسبت به مراتب کمتر از ۱۰ می باشد به طوریکه در برخی از آنها تعداد اعضای هیات علمی با تعداد دانشجویان برابر و یا حتی کمتر می باشد [۱۹]. در دانشگاه های شاخص کشورمان که نسبت دانشجویان تحصیلات تکمیلی به کارشناسی حدود ۵۰:۵۰ است، اگر اعضای هیات علمی در چهار چوب ساعت موظف کار کنند و حق التدریس حذف شود این نسبت باید به مراتب کمتر از ۱۰ باشد، در صورتیکه این شاخص در ۲۳ دانشگاه دولتی بزرگ، دو رقمی است (شکل ۲) [۴]. برای دست یابی به استاندارد نسبت دانشجو به استاد ۱۰، در دانشگاه های که نسبت دانشجویان تحصیلات تکمیلی به کارشناسی حدود ۵۰:۵۰ است و اجرای قوانین مصوب در اسناد بالا دستی (نقشه جامع علمی کشور) مبنی بر افزایش تعداد اعضای هیات علمی تا سقف ۱۵۰ هزار نفر نسبت به تناسب افزایش جمعیت دانشجویی تا سال ۱۴۰۴ شمسی، ضروری است تعداد اعضای هیات علمی در بسیاری از دانشگاه های کشور حداقل به دو برابر تعداد فعلی افزایش یابد و یا تعداد دانشجویان آنها به نصف تقلیل یابد. بدیهی است حتی آمار ۱۵۰ هزار نفری عضو هیات علمی و با شاخص نسبت دانشجو به استاد ۲۰، فقط برای تربیت سه میلیون نفر دانشجو کفایت می کند. حال این سوال مطرح می شود که چه موانعی بر سر راه دست یابی به این استاندارد کیفی وجود دارد؟ آیا دانشگاه ها نمی خواهند و یا نمی توانند اعضا هیات علمی خود را به دو برابر افزایش دهند؟ صرفه اقتصادی حق التدریس نسبت به استخدام که هزینه کرد آن به ازای هر ساعت کار در قالب حق التدریس نسبت به موظف حدود ۱۰ به ۱ است (یعنی اگر برای یک واحد موظف یک عضو هیات علمی تمام وقت دویست هزار تومان پرداخت شود، برای یک واحد حق التدریس همان عضو هیات علمی بیست هزار تومان پرداخت می شود)، یکی از عوامل اصلی است که دانشگاه ها نمی خواهند تعداد اعضای هیات علمی را افزایش دهند. زیرا پرداخت حق التدریس از نظر مالی بسیار به صرفه می باشد. سودآور بودن دانشگاه های غیر دولتی هم در این راستا قابل توضیح می باشد. البته محدودیت منابع

با ساختار پژوهشی نسبت دانشجوی به استاد تک رقمی است [۲۰، ۲۱]. به عنوان مثال در میان ۶۰۰ دانشگاه با بهترین نسبت دانشجوی به استاد، در یکصد دانشگاه برتر متوسط نسبت دانشجوی به استاد ۶/۵ می باشد. بهترین نسبت با ۰/۶ مربوط به دانشگاه ویسکانسین با ۱۲۱۱ دانشجوی است. در دانشگاه جانز هاپکینز (رتبه شانزدهم جهان) نسبت دانشجوی به استاد ۳/۵ و با ۱۵۰۰۰ دانشجوی می باشد. دانشگاه داکا در بنگلادش با ۶۲۰۰۰ دانشجوی، نسبت دانشجوی به استاد ۷ می باشد. البته اینکه تولید علم کشور (تعداد مقاله) در این ساختار قابل توجه است بسیار ارزشمند و ستودنی است، اما تولید مقاله دال بر تولید علم با کیفیت نیست. در ساختار پژوهش محور، پژوهش متقاضی محور است و هزینه های آن توسط متقاضی یعنی جامعه و صنعت تامین می شود. در این ساختار هدف از پژوهش تربیت دانشجوی نیست بلکه دانشجوی وسیله ای برای انجام پژوهش های بزرگ و هدفمند است. نسبت دانشجوی به استاد در ساختار های پژوهش محور تک رقمی است. بدیهی است تولید علم با کیفیت و دست یابی به نشان های ملی و بین المللی در چنین ساختاری که دانشگاهها در آن ساختار پژوهش محور دارند نمود پیدا می کند. گرچه آموزش عالی در کشور ما فرایند پیمودن نسل دانشگاه ها [۵، ۶] را در شکل و عنوان به صورت جهشی نه سلسله مراتبی از دانشگاه های نسل اول (با ماموریت آموزشی، تربیت نیروی انسانی و صدور مدرک تحصیلی وزارت علوم و آموزش عالی سال ۱۳۴۶ یا وزارت فرهنگ و آموزش عالی ۱۳۵۷) به دانشگاه های نسل سوم (با ماموریت آموزش و تولید علم و فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری سال ۱۳۷۹) با تغییر نام و شکل پیدا کرده است، اما در متن و محتوی در حال انتقال از نسل اول به دوم (ضمن توجه به آموزش تاکید بر پژوهش) می باشد. لذا در مقطع زمانی کنونی، با توجه به اینکه بر اساس ماموریت سنتی دانشگاه ها (نسل اولی) بازار کار اشباع از دانش آموختگان دانشگاهی است، شرایط اقتضا می کند با استفاده از فرصت به دست آمده با تمهیداتی با تحول اساسی در ساختار آموزشی و پژوهشی حداقل در دانشگاه های شاخص کشور، آنها را به سمت و سوی دانشگاه های پژوهش محور

الته سوالات دیگری نیز مطرح است که چرا تعداد اعضای هیات علمی زیاد شود؟ آیا بهتر این نیست که تعداد دانشجوی کاهش یابد؟ به عبارت دیگر ایران چه نیازی به ۴/۳ میلیون نفر دانشجوی دارد؟ از طرف دیگر با توجه به اینکه تربیت هر عضو هیات علمی جامع حد اقل ۳۰ سال زمان می برد، چطور می توان در عرض چند سال تعداد اعضای علمی را به دو برابر افزایش داد؟ از طرف دیگر آیا ایران هم اکنون توان تربیت ۸۰۰۰۰ نفر عضو هیات علمی کیفی را دارد؟ آیا فضای فیزیکی و کالبدی اعم از آزمایشگاه و دفتر کار برای استقرار این تعداد عضو علمی موجود است؟ ارایه پاسخ مناسب به برخی از این سوالات، مستلزم انجام پژوهش های جامع و کامل توسط متخصصان خبره می باشد و در این نوشتار دو آسیب دانش بنیان فراروی آموزش عالی کشور یعنی بیکاری دانش آموختگان دانشگاهی با تاکید بر دانش آموختگان دکتری و مهاجرت مغزها که علل بسیاری از آسیب های آموزش عالی است مورد بررسی و راهکاری برای آن ارایه می شود.

تحول بنیادین در ساختار آموزشی و پژوهشی با رهیافت سلسله مراتبی هرم هیات علمی در فعالیت های آموزشی و پژوهشی

ساختار آموزشی و پژوهشی فعلی دانشگاه ها آموزش محور است تا پژوهش محور. چرا که اولاً ساعات موظف اکثریت اعضای هیات علمی دانشگاه ها نه تنها با آموزش (تدریس) تکمیل و پر می شود بلکه بعضاً بیش از سقف موظف، تدریس می کنند. به طوریکه هدایت پایان نامه ها و رساله های دانشجویان تحصیلات تکمیلی اغلب مازاد بر ساعت موظف و به صورت حق التدریس انجام می شود. اغلب موضوعات پایان نامه ها و رساله های دانشجویان تحصیلات تکمیلی بر اساس سلیقه، علاقه و امکانات پژوهشی محدود موجود تعریف و انجام می شود و به عبارتی نوعی تمرین و مشق پژوهش است تا دانشجوی روش تعریف مسئله و حل آن را آموزش ببیند و علم تولیدی از این طریق چندان کیفی نخواهد بود. بالا بودن نسبت دانشجوی به استاد نیز خود موبد ساختار آموزشی است تا پژوهشی. چرا که در دانشگاه های

که برخی از آنها به شرح زیر می باشد:

- ارتقای کیفی پژوهش و دست یابی به نشان های بین المللی که مستلزم کار تیمی است و نهادینه شدن تجربیات پیشکسوتان و پیشگامان عرصه ی پژوهش. بدیهی است با پژوهش دانشجویی و دانشجوی سیال که پس از کسب تجربه و مهارت در انجام پایان نامه و رساله، از محیط دانشگاهی کنده و در مکان دیگری اگر فرصت کاری فراهم باشد مشغول به کار می شوند امکان پذیر نمی باشد.

- حرکت از ساختار آموزش محور فعلی به ساختار پژوهش محور با بهبود نسبت دانشجوی به استاد به تک رقمی در دانشگاه های شاخص
- نهادینه شدن فرهنگ همگرایی در پژوهش در مقابل فرهنگ واگرایی فعلی
- هم افزایی استادان صاحب سبک و مجرب با استادان جوان پر انرژی و تلاشگر
- فرهنگ سازی و ترویج پژوهش های گروهی و تیمی، زیرا کارهای بزرگ همیشه از کار گروهی بر آمده است.

- ایجاد انگیزه در میان دانش آموختگان
- اشتغال دانش آموختگان دکتری کیفی گامی نه تنها در جهت ممانعت از مهاجرت آنها خواهد بود، بلکه منجر به تشویق مهاجرت معکوس نیز می شود، تحقق این هدف از خسارت ۶۰ میلیارد دلاری مهاجرت نخبگان ممانعت به عمل می آورد.
- اشتغال دانش آموختگان دکترای کیفی و حل معضل بیکاری آن ها

- استفاده بهینه و موثر از امکانات و تجهیزات پژوهشی و تجربه گران بهای اساتید شاخص و پیشکسوت. نظام فعالیت های هرمی برای کشور هائی که منابع مالی محدود دارند شاید کارآمدترین و اقتصادی ترین شیوه باشد.
- ریشه کنی اصولی خرید و فروش مقاله، پایان نامه و رساله نویسی نیابتی

- راهبرد مبتنی بر همگرایی و هم افزایی ظرفیت ها در جهت افزایش قدرت و توان علمی کشور و استفاده بهینه از امکانات و منابع مالی محدود کشور می باشد، و کاملاً بر عکس اغلب سیاست های واگرایی در آموزش عالی کشور می باشد. به عنوان مثال تبدیل آموزش عالی کشور به دو وزارت خانه ی علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت بهداشت،

و ماموریت گرا در عرصه پژوهش و فناوری سوق داد. بدیهی است تا دگرذیسی نسل اول به نسل دوم دانشگاه ها کامل نشود، به عبارتی از مرحله پژوهش برای پژوهش و یا از مشق پژوهش به پژوهش کیفی که در آن تولید علم کیفی نهادینه شود تبدیل نشود رفتن به نسل سوم شعاری بیش نخواهد بود. البته دست یابی به دانشگاه های نسل دوم و سوم مستلزم ملزوماتی از قبیل افزایش بودجه پژوهشی حداقل به سه درصد از تولید ناخالص ملی، ارتقای نسبت دانشجوی به استاد به تک رقمی، تحول در ساختار اقتصادی، تجاری و صنعتی کشور و رعایت قانون مالکیت معنوی می باشد.

در ساختار آموزشی و پژوهشی پیشنهادی، فعالیت های آموزشی بویژه پژوهشی به صورتی گروهی و تیمی است. در راس هرم یک یا چند استاد برجسته و پیشکسوت قرار دارد که به ترتیب با دانشیاران، استادیاران و محققان پسا دکتری، و دانشجویان دکتری و ارشد به صورت سلسله مراتبی در ارتباط است.

در رهیافت سلسله مراتبی هرم هیات علمی در فعالیت های آموزشی و پژوهشی نیازی به هزینه های اضافی از قبیل احداث آزمایشگاه ها و تجهیز آنها و یا اختصاص اعتبار پژوهشی برای هر عضو هیات علمی که بالغ بر ۲۷۰ میلیون تومان تخمین زده می شود نمی باشد. چرا که اغلب این امکانات در آزمایشگاه های استادان پیشکسوت موفق و با تجربه در پژوهش فراهم است. لذا با اجرای طرح پیشنهادی، بار مالی برای اجرای قانون اسناد بالا دستی نقشه جامع علمی کشور مبنی بر افزایش تعداد اعضای هیات علمی دانشگاه ها تا دو برابر ظرفیت فعلی و دست یابی به تراز استاندارد در ۲۳ دانشگاه شاخص دولتی به شدت کاهش می یابد. به طوریکه اشتغال حدود ۱۵ هزار نفر دانش آموخته دکترای بیکار، صرفاً با تامین هزینه مالی مربوط به حقوق و دستمزد آنها که کمتر از شش صدم درصد تولید ناخالص ملی است در قالب عضویت هیات علمی در دانشگاه ها فراهم می شود.

علاو بر این، طرح پیشنهادی رهیافت سلسله مراتبی هرم هیات علمی در فعالیت های آموزشی و پژوهشی از امتیازات فراوان دیگری برخوردار است

تقدیر و تشکر

از اساتید محترم آقایان دکتر موسوی موحدی از دانشگاه تهران و دکتر زلفی گل از دانشگاه همدان که حوصله به خرج دادند پیشنهاد مقاله را به دقت مطالعه کردند و پیشنهادات ارزنده ای در جهت ارتقای کیفی آن ارائه فرمودند کمال تشکر را دارم. همچنین از خانم شبنم شعبانی که در امور تایپ و نرم افزاری کمک کردند تشکر می کنم.

وب سایت های بازدید شده در این مقاله

1. <http://www.mehrnews.com/news/2351883>
2. <http://www.mehrnews.com/news/2506003>
3. <http://www.mehrnews.com/news/3852693>
4. <http://vista.ir/article/31630854->
5. <http://www.sciencemag.org/news/2016/09/shady-market-scientific-papers-mars-iran-s-rise-science>
6. <http://www8.irna.ir/fa/News/81855445>
7. <http://www.mehrnews.com/news/3852693>
8. <http://ask-ir.com/fa/news/11128->
9. <http://baharnews.ir/news/996019->
10. <https://www.msrt.ir/fa/SiteCollectionImages/M01.pdf>
11. <http://www.mehrnews.com/news/1668931>
12. <https://www.msrt.ir/fa/SiteCollectionImages/M01.pdf>
13. <http://www.mehrnews.com/news/2862729>
14. <http://www.iau.ac.ir/News/14711>
15. <https://www.timeshighereducation.com/orld-university-rankings/funding-for-innovation-ranking-2016>
16. <http://fararu.com/fa/news/93685>
17. http://new.isfahan.ir/DorsaPax/Data/Sub_105/File/PDF/.../faaliat.PDF
18. https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2016/world-ranking#!page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats
19. <https://www.timeshighereducation.com/student/news/top-100-universities-best-student-staff-ratio>
20. <https://www.timeshighereducation.com/student/news/top-100-universities-best-student-staff-ratio>
21. https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2016/world-ranking#!page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats

درمان و پزشکی و یا تبدیل دانشکده علوم به چندین دانشکده فیزیک، شیمی و... یا تبدیل هر یک از رشته های آموزشی به چندین گروه که ذاتا باید در کنار هم باشند و در حال حاضر فاقد تعامل علمی اند و بالطبع هزینه های مالی فراوانی را نیز به کشور تحمیل کرده است می باشد.

نتیجه گیری

در این نوشتار دو آسیب دانش بنیان فراروی آموزش عالی کشور یعنی بیکاری دانش آموختگان دکتری و مهاجرت مغزها یا مهاجرت ژنهای برتر [۶] ضمن تحمیل خسارتهای اقتصادی و مالی می تواند تهدیدی برای منافع ملی به شمار آید مورد بررسی قرار گرفت. با ریشه یابی بیکاری دانش آموختگان دانشگاهی و مهاجرت مغزها تلاش شد راهکاری برای تبدیل این تهدیدها به فرصت ها در قالب اشتغال دانش آموختگان دکتری که به ازای هر یک بیش از یک میلیون دلار از منابع ملی هزینه می شود و مهاجرت مغزها که بدلیل فراهم نبودن بستر اشتغال و پژوهش ده ها میلیارد دلار به کشور خسارت مالی تحمیل می کند ارائه شود. رهیافت پیشنهادی که مبتنی بر تحول در ساختار آموزشی و پژوهشی است عبارت است از [۱] سلسله مراتبی کردن هرم هیات علمی در فعالیت های آموزشی و پژوهشی دانشگاه ها که به صورت نمونه (پایلوت) در یک یا چند دانشگاه شاخص پیشنهاد می شود اجرا شود و در صورت موفقیت آمیز بودن و با برطرف کردن اشکالات احتمالی در سطح کشور اجرایی شود. البته پیش شرط اجرای موفقیت آمیز این طرح حذف حق التدریس با منطقی کردن حقوق اعضای هیات علمی می باشد. از امتیازات شاخص طرح پیشنهادی می توان به استاندارد سازی نسبت دانشجو به استاد، صرفه جویی در هزینه ها، استفاده بهینه از امکانات و تجهیزات پژوهشی، نهادینه شدن پژوهش های جمعی، کرسی های نظریه پردازی و توانمند سازی دانشگاه ها در پیمودن شیب تند دست یابی به نشانه های بزرگ ملی و فراملی در حوزه های علم، فناوری و تبدیل تهدید ناشی از بیکاری دانش آموختگان دکتری و مهاجرت مغزها به فرصت اشاره نمود.

- [۱] شمسی پور، مجتبی (۱۳۹۵). «رئیس انجمن شیمی ایران: به مدیریت علم و فناوری در کشور توجه شود». خبر نامه فرهنگستان علوم، شماره ۵۷.
- [۲] کوشا، کیوان، و همکاران (۱۳۹۳). «تاثیر مهاجران پژوهشگر ایرانی بر تولید علم مهندسی کشور کانادا». مجله نشاء علم، فصلنامه علمی پژوهشی، شماره دوم، خرداد ماه، ص ۱۰۵-۱۰۱ و منابع ذکر شده در آن.
- [۳] شاخصهای بازار کار در ایران سالهای ۱۳۹۱-۱۳۸۴، ریاست جمهوری، معاونت برنامه ریزی و نظارت
- راهبردی، مرکز آمار ایران؛ دفتر جمعیت، نیروی کار و سرشماری. تهران ۱۳۹۲.
- [۴] شعبانی، احمد و داوری اردکانی، نگار (۱۳۹۰). «دانش، دانشگاه و توسعه: کنکاشی در مسائل آموزش عالی». انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- [5]- Wissema, J.G. "Towards the Third Generation University" Edward Elgar Pub (2009)
- [۶] زلفی گل، محمدعلی (۱۳۸۳). «مهاجرت زن ها». مجله رهیافت، فصلنامه علمی پژوهشی، شماره ۳۴، ص ۲۲-۱۳.

الزامات زندگی شغلی دانشگران جوان فناور

سیدامیرحسین طیبی ابوالحسنی*

چکیده

پژوهش‌ها نشان می‌دهد با توجه به افزایش جمعیت جوانان جویای کار دانشگاهی و معضل بیکاری آنان، توجه به کارآفرینی می‌تواند یکی از راهکارهای مناسب این حوزه باشد. اما از طرفی، شرایط جامعه و بازار کار کنونی، الزامات خاص خود را دارد. توسعه‌ی جهان آینده، مبتنی بر اقتصاد دانش‌محور به زودی فراگیر شده و شکل جدیدی از رفتارهای مدرن اقتصادی را در جامعه بشری به وجود می‌آورد. به عبارتی دگرگونی در اقتصاد، جهانی شدن، تنوع داخلی و تکنولوژی؛ نیازهای جدیدی برای سازمان ایجاد کرده‌اند و این نیازهای جدید برای سازمان، در برخی جهات کاملاً خلاق بوده و سازمان را به جلو پیش می‌برند و گاهی هم مضر و نابودکننده می‌شوند، هر چند به نظر می‌رسد اکثر این چالش‌ها اگر به خوبی مدیریت شوند، فرصت‌های زیادی را نیز برای منابع انسانی و سازمان ایجاد کنند. در این پژوهش سعی شده است با توجه به سرعت تغییرات و شتاب فناوری در عصر جدید و به کمک منابع کتابخانه‌ای و تحلیل نظرات خبرگان، الزامات زندگی شغلی دانشگران جوان فناوری در این دهه معرفی شوند. نتیجه پژوهش تحت عنوان ابزارهای شایستگی‌های مدیران آینده در سه بخش دانش‌های کلیدی، نگرش‌های کلیدی و مهارت‌های کلیدی بیان می‌شود که این افراد باید ضمن کسب دانش‌ها و معلومات مشخص شده، تلاش نمایند نگرش خود را به نگرش‌های مورد نظر نزدیک کرده و برای این مهم، مهارت‌های مرتبط را نیز کسب نمایند.

واژگان کلیدی: الزامات، زندگی شغلی، منابع انسانی، فناوری، شایستگی.

* عهده دار مکاتبات، کارشناس ارشد مدیریت اجرایی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران. تلفن: ۰۹۳۶۹۱۹۶۰۵۲، پست الکترونیکی: Amirhosseintayebi69@yahoo.com

نتایج پژوهش داخلی اخیرا نشان می‌دهد که حدود ۵۹٪ مخترعان جوان کشور با اطمینان خوبی برای آینده شغلی خود برنامه‌ریزی دارند و از انواع زندگی شغلی؛ حدود ۶٪ کار آزاد، ۱۱٪ استخدام، ۱۴٪ خوداشتغالی و ۶۹٪ کارآفرینی را انتخاب شغلی خود می‌دانند [۹]. یعنی به‌طور کلی حدود ۸۳٪ آنان علاقه‌مند به کارآفرینی شخصی و راه‌اندازی واحد تولیدی محصول اختراع خود هستند تا دیگر انواع زندگی شغلی، که نشان دهنده میل بالایی مخترعان به ایجاد کسب و کار و کارآفرینی در کنار دیگران است. همچنین دیگر تحقیقات نیز نتیجه بالا را تایید می‌نمایند [۱۰-۱۲].

پس به نظر می‌رسد مسیر شغلی عمده اغلب دانشگران، مدیریت خود این افراد بر کسب و کارهای متعلق به خود است. اما در کنار توجه به این نتایج، باید دقت داشت که با توجه به اهمیت مبحث آینده فناوری و عملکرد مدیران شایسته این حوزه که در واقع می‌توانند همان دانشگران جوان کنونی فعال در حوزه کارآفرینی باشند، لازم است مطالب زیر نیز مورد عنایت قرار گیرد. به‌نظر می‌رسد تا سال ۲۰۲۰ وضعیت کسب‌وکارها دچار تغییرات زیادی خواهد شد [۱۳].

به عبارتی، فناوری و همچنین مدیریت استعداد به عنوان دو محرک اولیه تغییر در قرن ۲۱ معرفی شده‌اند [۱۴]، که در این میان، حوزه مدیریت منابع انسانی نیز همانند حوزه‌های دیگر، فشارهای زیادی را برای تغییر، تجربه می‌کند. دگرگونی در اقتصاد، جهانی شدن، تنوع داخلی و تکنولوژی؛ نیازهای جدیدی برای سازمان ایجاد کرده‌اند [۱۵]. این نیازهای جدید برای سازمان، در برخی جهات کاملاً خلاق بوده و سازمان را به جلو پیش می‌برند و گاهی هم مضر و نابودکننده می‌شوند، هر چند به‌نظر می‌رسد اکثر این چالش‌ها اگر به خوبی مدیریت شوند، فرصت‌های زیادی را نیز برای منابع انسانی و سازمان ایجاد کنند. شکل ۲، عوامل اثرگذار بر آینده منابع انسانی دانشگر را نشان می‌دهد.

در تشریح مدل بالا، باید گفت به نظر می‌رسد دو موضوع جهانی شدن و تنوع، موضوعات مبهم‌تری

توسعه‌ی جهان آینده، مبتنی بر اقتصاد دانش‌محور به زودی فراگیر شده و شکل جدیدی از رفتارهای مدرن اقتصادی را در جامعه بشری به وجود می‌آورد [۱]. از طرفی، ورود به دنیای کسب و کار در عصر حاضر که جهان وارد دوره‌ای از فرصت‌ها و چالش‌های بزرگ شده است، نیاز به دانش، مهارت و ویژگی‌های خاص دارد [۲]. در هزاره جدید عوامل مؤثر بر موفقیت و خوشبختی افراد، سازمان‌ها و ملت‌ها به سرعت در حال تغییر است و در چنین دوره‌ای موفقیت، به برخورداری از آخرین دانش و توانایی بکارگیری آن به شیوه‌ای نوآورانه و مؤثر بستگی دارد. دیگر شرایط پایدار برای دنیای کسب و کار وجود نخواهد داشت، لذا لازم است افراد در طول تحصیلات برای انتخاب زندگی شغلی و مقابله با بحران‌ها و چالش‌ها آماده شوند [۳].

زندگی شغلی

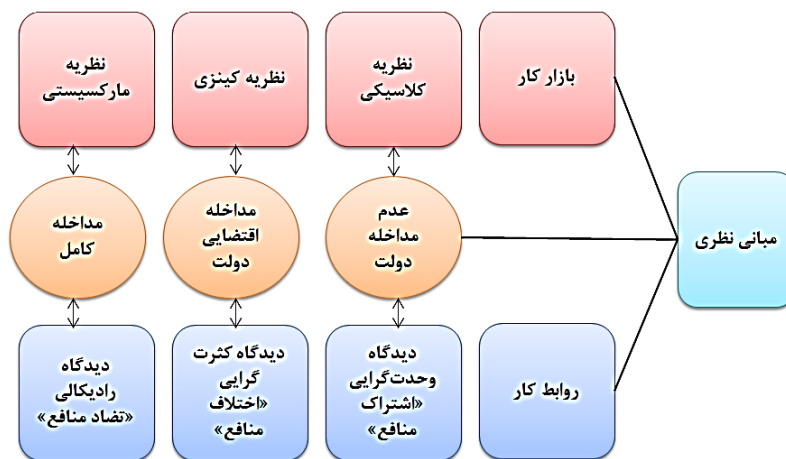
تاکنون مردم دنیا چهار نوع زندگی شغلی را تجربه کرده‌اند که عبارتند از [۴]: استخدام، خوداشتغالی، کارآفرینی و کار آزاد. همچنین انواع مبانی نظری بازار کار و روابط کار متناسب با نوع نگرش «ضرورت عدم مداخله»، «مداخله اقتصادی» و «مداخله کامل دولت» در شکل ۱، به تفکیک اشاره شده است.

صرف‌نظر از مطالب بالا، بازار کار همواره در پی تحولات بازار کالا و خدمات، چرخه زندگی اقتصادی و نحوه زیستی جامعه یا فضای عمومی یک کشور، دگرگونی‌های زیادی پیدا می‌کند [۶]. شکل‌گیری مشاغل دانش از موضوعات کلیدی برای فهم تحولات بازار کار کشورها است [۷]. بازار کار جدید، مکانیسمی است که دانش جدید از بخش دانش (مجموعه دانشکاران و نهادهای آموزشی و تحقیقاتی که انواع دانش جدید را تولید، توزیع، تبدیل و اشاعه می‌دهند) به فعالیت مبتنی بر دانش (صنایعی که اساس کالا، خدمات و فرایند آن‌ها دانش است) جریان می‌یابد [۸].

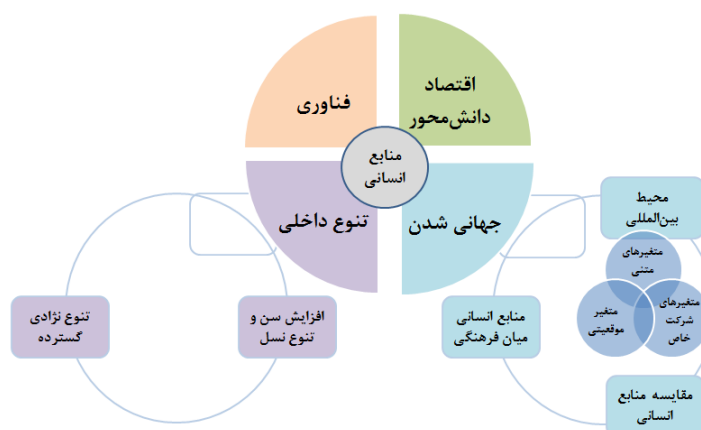
۲۰۱۶ براساس مصاحبه با ۶۰۰ مدیر بین‌المللی با عنوان «عامل تغییر آینده، اختلال فناوری در کسب‌وکار» ارائه کرده است، رئوس چشم‌انداز زیر برای آینده به تصویر کشیده شده است [۱۶]:

انتظار می‌رود با توجه به سرعت تغییرات و پیچیدگی‌های روزافزون، بسیاری از صنایع و شرکت‌ها به‌ویژه در حوزه‌های فرهنگی (رسانه و سرگرمی)، خدمات مالی و ارتباطات ادغام شوند و اطلاعات و داده‌های حجیم تبدیل به کسب‌وکار جدیدی خواهد شد. در ادامه، برخی ابزارهای شایستگی‌های مدیران آینده در سه بخش دانش‌های کلیدی، نگرش‌های کلیدی و مهارت‌های کلیدی ارائه شده است.

هستند. اگر چه بیشتر محققان توافق دارند که عوامل موثر بر شیوه‌های منابع انسانی در محیط‌های جهانی متفاوت است، اما مهمترین متغیرهای موثر بر منابع انسانی در ۳ دسته متغیرهای متنی (نظام فرهنگی جامعه)، متغیرهای شرکت خاص (نوع صنایع کاری) و متغیر موقعیتی (شیوه خاص تصمیم‌گیری‌ها) قرار گرفته است. در این میان، سهم فرهنگ هر جامعه بسیار پررنگ بوده و همین عامل خود سبب ایجاد تفاوت در منابع انسانی و ارزش‌های فرهنگی متفاوت افراد می‌شود و به‌طور غیرمستقیم نیز بر تنوع که به اختلاف سنی و تنوع سلايق فرهنگی اشاره دارد، می‌افزاید. همچنین در گزارشی که مجله اکونومیست در سال



شکل ۱- انواع مبانی نظری بازار کار و روابط کار [۱۵]



شکل ۲- مدل گرافیکی عوامل اثرگذار بر آینده منابع انسانی دانشگر [۱۵]

• دانش‌های کلیدی

- پشتکار و جدی بودن در کار
- خلاقیت و نوآوری واقعی

نتیجه‌گیری

دانشگران جوان فناور که به نوعی متمایل به مدیریت کسب و کار کارآفرینانه خود هستند باید به فناوری و همچنین مدیریت استعداد، توجه بیشتری نموده و خود را برای آن آماده نمایند. لذا این مدیران باید ضمن کسب دانش‌ها و معلومات مشخص شده، تلاش نمایند نگرش خود را به نگرش‌های مورد نظر نزدیک کرده و برای این مهم، مهارت‌های مرتبط را نیز کسب نمایند. حال شاید این سوال پیش آید که چگونه از این شایستگی‌ها استفاده می‌شود؟ در جواب باید گفت؛ آگاهی از شایستگی‌ها در مجموعه موارد زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱- توسعه مدیران: ارزیابی و اندازه‌گیری شایستگی مدیران می‌تواند منجر به ایجاد برنامه‌های توسعه برای این افراد در سازمان شود و اجرای این برنامه‌های توسعه‌ای به بهبود عملکرد سازمانی منجر می‌شود.

۲- برنامه‌ریزی کارراه شغلی: ارزیابی شایستگی به‌طور ویژه برای شناسایی مدیران و افراد با پتانسیل بالاتر جهت تصدی مشاغل کلیدی‌تر سازمان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳- ارزیابی عملکرد مدیران: شایستگی‌ها معمولاً معیار مناسبی برای ارزیابی عملکرد است. با استفاده از تدوین شایستگی‌ها می‌توان استانداردهای عملکرد را تعیین کرد.

باید امیدوار بود که شایستگی‌ها تبدیل به زبان مشترکی برای عملکرد بالا و تعالی در سازمان‌های آینده شوند و احتمالاً، تنها راه پاسخگویی به چالش‌های پیش رو، تلاش مستمر برای احراز شایستگی‌ها و آماده‌سازی سازمان‌ها باشد.

- فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT): تسلط به رسانه‌های اجتماعی، تجارت با تلفن همراه، داده‌های فراوان و مدیریت امنیت اطلاعات.
- مدیریت مالی: دانش نظری و عملی مدیریت مالی، آشنایی مدل‌ها و طرح‌های مختلف کسب‌وکار.
- استراتژی: آگاهی از دانش مدل‌های استراتژی و کسب‌وکار، همراه با مسئولیت جاری‌سازی آن.
- بازاریابی: با رویکرد ایجاد شراکت با مشتریان و تسلط به دانش بازاریابی با رویکردهای ایجاد ارزش برای ذی‌نفعان.
- هوشیاری جهانی: نگرشی وسیع‌تر، آگاهی از تحولات بین‌المللی، شیوه‌های متفاوت انجام کار، توجه به جنبه‌های فرهنگی.
- دانش سازماندهی: توانایی سازماندهی انعطاف‌پذیر و کارآمد با رویکردهایی مانند برون‌سپاری و شبکه‌سازی.

• نگرش‌های کلیدی

- کارآفرینی در سبک مدیریتی
- هدایت کارکنان
- آگاهی از تفاوت نسل‌ها
- توسعه پایدار

• مهارت‌های کلیدی

- خودآگاهی و توانایی غربال‌گری و انتخاب اطلاعات
- داشتن چشم‌اندازی جامع
- توانایی در تصمیم‌گیری با در نظر گرفتن چشم‌اندازهای سازمان
- مهارت شبکه‌سازی و انجام کار مشارکتی در سطح عالی
- مهارت مذاکره و شنیدن موثر
- توانایی جلب اعتماد و ارتباط با فرهنگ‌های مختلف

- [۱] ناظمیان، حمید؛ اسلامی فر، علی (۱۳۸۹). اقتصاد دانشی هند: الگویی برای توسعه پایدار در ایران، فصلنامه مطالعات شبه قاره، دوره ۲، شماره ۳
- [۲] طیبی ابوالحسنی، سیدامیرحسین (۱۳۹۵). نگرش راهبردی بر عوامل موثر بر تجاری سازی و ورود به بازار در ایران مبتنی بر رویکرد فراترکیب فصلنامه رهیافت، دوره ۲۶، شماره ۳، ص ۱۹-۳۶
- [۳] مهدی نژاد قوشچی، رحمان (۱۳۸۶). نقش راهنمایی و مشاوره شغلی در انتخاب زندگی شغلی، منتشر شده در سایت بازار کار
- [۴] صمدآقایی، جلیل (۱۳۸۴). انتخاب زندگی شغلی، نشریه کار و جامعه، شماره ۶۶
- [۵] نوبخت، محمدباقر (۱۳۸۹). نقش قانون کار در بازار کار و روابط کار در ایران، فصلنامه راهبرد، دوره ۱۹، شماره ۵۷، ص ۳۷-۶۲
- [۶] رابرتسون، جیمز (۱۳۷۸). آینده کار، ترجمه سید مهدی الوانی و حسن دانایی فرد، تهران: نشر نی
- [۷] طایی، حسن (۱۳۸۷). تحلیل بازار کار کشور از منظر اقتصاد دانایی، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۲۸، ص ۹۷-۷۳
- [۸] انتظار، یعقوب (۱۳۸۱). تحلیل نیازمندی صنعت دانش به دانش آموختگان آموزش عالی، تهران: مؤسسه پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی
- [۹] طیبی ابوالحسنی، سیدامیرحسین (۱۳۹۵). شناسایی و طبقه بندی الزامات ورود موفق به بازار (مورد مطالعه شرکت های دانش محور با تکنولوژی پیشرفته)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی
- [۱۰] ملک زاده، غلامرضا؛ خنده رو، نرگس؛ صادقی، تورج (۱۳۹۴). بازاریابی در شرکت های فناور کوچک و متوسط نوپا؛ چالش ها و راهکار، فصلنامه رشد فناوری، دوره ۱۱، شماره ۴۳
- [۱۱] احمدی جشقانی، عبدالله؛ اسماعیلیان، غلامرضا (۱۳۹۴). ارزیابی اولویت بندی عوامل موثر بر بهبود تدوین استراتژی شرکت های کوچک و متوسط دانش بنیان با استفاده از مدل ANP، مدیریت فردا، دوره ۱۳، شماره ۴۳
- [12] Mohr, J., Sarin, S., (2009). Drucker's insights on market orientation and innovation: implications for emerging areas in high-technology marketing, Journal of the Academy of Marketing Science, Vol. 37, No.1, pp. 85-96.
- [13] Dulebohn, J.H., Johnson, R.D., (2013). Human resource metrics and decision support: A classification framework, Human Resource Management Review, Vol. 23, pp. 71-83.
- [14] Mehrara, M., Ali Rezaei, A., (2015). Knowledge Economy Index (KEI) in Iran and Comparison with other Countries of Region: the Vision 1404 Document, International Journal of Applied Economic Studies, Vol. 3, No. 2.
- [15] Stone, D.I., Deadrick, D.I., (2015). Challenges and opportunities affecting the future of human resource management, Human Resource Management Review, Vol. 25, No. 2, pp. 139-134.
- [16] (<http://www.economist.com>).

بحران شیوع خطا و یافته های تکرارناپذیر در علم

زهره ذوالمجد حقیقی، عطیه قاسمی، عاطفه پورسلیمان، ارسلان آقایی و
علی اکبر صبوری*

چکیده

عواملی چون طراحی ضعیف آزمایش ها، تجزیه و تحلیل اشتباه نتایج و بحث های ضعیف باعث رواج انتشار داده های تکرارناپذیر و یافته های پرخطا، در سال های اخیر شده اند. در مقاله حاضر، انواع مختلف خطاها و نقش آنها در شیوع انتشار داده های اشتباه مورد بحث قرار گرفته اند. دلیل اصلی پیدایش یافته های خطا، تمایل زیاد برای انتشار داده های مطلوب و کنار گذاشتن داده هایی است که به راحتی قابل توجیه نیستند. از طرف دیگر بسیاری از پژوهشگران ممکن است بر اثر ضعف دانش مرتکب خطا شوند که این موارد نیز تنها در سایه آموزش و تغییرات اساسی فرهنگ علم، قابل اجتناب هستند. یکی دیگر از مواردی که در این زمینه نیازمند تغییر است، شیوه ارزشیابی پیشرفت و توسعه یافته های علمی مبتنی بر کمیت گرایی، بدون توجه به ارزیابی کیفیت و علی رغم نداشتن بسترها و امکانات تحقیق، فشار زیادی را به گروه های تحقیقاتی تحمیل می کند. در مطالعه حاضر مسائلی از این دست، بررسی شده و شیوه هایی برای بهبود وضعیت کنونی پیشنهاد گردیده است.

واژگان کلیدی: فرهنگ علم، تکرارپذیری، خطای آزمایش، مقاله تحقیقی.

* عهده دار مکاتبات، استاد، مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تلفن: ۶۶۹۵۶۹۸۴، دورنگار: ۶۶۴۰۴۶۸۰، پست الکترونیکی: saboury@ut.ac.ir

ولی بدلیل بی دقتی و یا ناآگاهی ایجاد می شوند. مانند وقتی که نتایج یک سنجش بدلیل خطای سیستمی دستگاهی نادرست است ولی پژوهشگر بدلیل عدم تسلط به دانش مورد نظر، متوجه این نکته نمی شود و نتایج نادرست را تفسیر نموده و منتشر می کند. خطاهایی از این دست هرچند عمدی و غیرصادقانه نیستند، ولی لطمه زیادی به گزارش های علمی وارد می کنند و باعث ایجاد نتایج تکرارناپذیر می شوند. دسته سوم خطاها ناخودآگاه هستند و ریشه در سوگیری های ذهنی و خطاهای شناختی دارند، مانند زمانی که پژوهشگر بدلیل داشتن یک زمینه ذهنی قبلی پاسخ ها را پیش بینی می نماید و لذا قادر به مشاهده و تفسیر درست نتایج آزمایش نبوده و نکات تازه و گاه بسیار مهمی را نادیده می گیرد. نقش این خطا نیز در شیوع نتایج تکرارناپذیر کم نیست و اگرچه تشخیص آن، بدلیل ناآگاهانه بودن، دشوار است ولی باید شناسایی شده و برطرف گردد. اگرچه خطاهای کوچک و بزرگ از نظر اهمیت قابل مقایسه نیستند ولی می توان گفت مقالات اندکی که به طور فاحش غیرصادقانه هستند و با جنجال رسانه ها از گردونه حذف می شوند کمتر از مقالات فراوانی که ظاهراً مغایرت های نسبی کمتری دارند ولی در حافظه جامعه علمی باقی می مانند، آسیب زننده و تخریب کننده هستند [۲].

مؤسسه انتشاراتی اشپرنگر- نیچر بارها مقالات جعلی و مقالاتی که در آنها وجود خطا محرز شده بود را از نشریه هایی که بعضاً جزء تراز اول های دنیای نشریات علمی بوده اند، حذف کرده است. این مؤسسه، به منظور حفظ صیانت و اعتبار علم، وظیفه دارد هرگاه به وجود جعل (و یا خطا) در مقاله ای اطمینان پیدا کرد، آن مقاله را معرفی نموده و از نشریه مورد نظر خارج کند، با این هدف که بتواند رعایت اصول اخلاق علمی در رابطه با انتشار مقالات را الزامی نماید. اما اینکه برخورد قهری مؤسسه انتشاراتی اشپرنگر- نیچر تا چه اندازه در زمینه نهادینه کردن اخلاق علمی موفق بوده، تنها به روایت استادهای آماری و در آینده امکان پذیر است. در حال حاضر و به گواهی

در ماه اگوست سال ۲۰۰۵ میلادی پایگاه الکترونیکی نشریه پزشکی کتابخانه عمومی علم مقاله ای تحت عنوان «چرا اغلب یافته های پژوهشی منتشر شده نادرست هستند؟» [۱] منتشر کرد که فوراً مورد اقبال و توجه بسیاری از پژوهشگران در رشته های مختلف قرار گرفت. در این گزارش عوامل گوناگون، از اندازه جامعه آماری مورد مطالعه تا میزان پشتوانه مالی گروه پژوهشی که باعث شیوع و انتشار «یافته های نادرست» می شوند، مورد بحث و بررسی قرار گرفته بودند.

پرداختن به این موضوع از این لحاظ ضروری است که متأسفانه تعداد مقالات حاوی یافته های علمی تکرار ناپذیر رو به افزایش است. تکرار پذیری و نوآوری یک یافته پژوهشی موجب پذیرش آن در جامعه علمی می شود، اما از آنجایی که در مرحله داوری و بازبینی دست آورد های پژوهشی، بیشتر نوآوری مورد توجه قرار می گیرد، بسیاری از دست آوردهایی که در قالب مقالات انتشار می-یابند، در مرحله عملیاتی شدن با شکست مواجه شده و یا به عبارت ساده تر در عمل تکرار ناپذیرند.

بی شک یکی از دلایل تکرارناپذیری نتایج منتشر شده وجود خطا در طراحی، انجام آزمایش، تحلیل و یا ارائه نتایج آزمایش هاست، خطاهایی که به مراتب از فهرست یاد شده در گزارش مذکور [۱] بیشتر هستند. خطاها انواع گوناگونی دارند و در مقاله حاضر به طور کلی به سه دسته: خطای عمدی، خطای غیر عمدی و خطای ناخودآگاه دسته بندی شده اند. منظور از خطای عمدی کلیه رفتارهای ارادی است که منجر به انتشار نتایج ناقص و یا نادرست می گردند، برای مثال ممکن است پژوهشگران به هنگام ارائه گزارش یک سنجش تنها به ذکر نتایجی که به اثبات نظریه شان کمک می کنند، بسنده کنند و از گزارش نتایج به اصطلاح «ناجور» خودداری نمایند. اینموضوع یکی از مهمترین عواملی است که باعث تکرارناپذیری نتایج می شود. دسته دوم خطاها عمدی نیستند

1. PLoS Medicine

2. Publishing Ethics for Journals, A guide for Editors-in-Chief, Associate Editors, and Managing Editors, <https://www.springer.com/gp/partners/society-zone-issues/springer-s-guide-publishing-ethics-for-journals/15064>

ممکن شیوه های مقابله با آنها را یادآوری نماییم.

خطای عمدی

بسیاری از کسانی که دست به انجام یک کار پژوهشی زده اند، بی گمان لحظات به بن بست رسیدن را تجربه کرده اند. لحظات گیج کننده ای که به تعبیر یوری آلون^۱، پژوهشگر خود را بین زمین و هوا معلق احساس می کند چرا که نمی تواند از بین انبوه داده های جمع آوری شده به نتایج روشن و تاثیرگذاری برسد، تاثیرگذار در حدی که قابلیت چاپ شدن در یک نشریه معتبر علمی را داشته باشد.

متأسفانه بحث جدی درباره چالش هایی از این دست در گروه های پژوهشی بندرت اتفاق می افتد و گفتگوی غالب در بین اعضای یک تیم تحقیقاتی معمولاً حول محور چگونگی انتشار مقالات است. به همین دلیل بسیاری از پژوهشگران، بویژه دانشجویان، در لحظات سردرگمی خود را تنها می یابند و احیاناً خود را مقصّر قلمداد می کنند. در چنین شرایطی ممکن است داده ها و مشاهده های خود را اشتباه تلقی کرده و کنار بگذارند و یا به «اصلاح» آنها بپردازند. لذا به نظر می رسد که فرهنگ رایج در جامعه علمی ما در این زمینه نیازمند تغییر است و باید گفتگوهای واقع بینانه و شفاف درباره فراز و فرودهای گاه رنج آوری که شخص حین تکامل ذهن با آنها روبروست، انجام پذیرد. مفاهیم پیروزی و یا شکست در بدست آوردن نتایج مورد انتظار در یک آزمایش مواردی هستند که نیاز به تعریف دوباره دارند. تبیین این مهم که شکست خوردن و اعتراف به جهل مقدمه گسترش مرزهای دانش هستند و در غیاب آنها علم به تکرار بدیهیات دچار می شود جزء حیاتی ترین بحث هاست. به عبارت بهتر و به گواهی تاریخ علم و آنچه همواره در سایه شکست روی داده، افراد باید بیشتر برای شکست آماده باشند تا پیروزی. این گفتگوها پژوهشگران را برای رویارویی با سختی های مسیر و نامرادی های آن آماده می سازد و به دنبال آن فرهنگ جامعه علمی را ارتقاء می دهد.

خود این مؤسسه، نه تنها پدیده انتشار مقالات نادرست متوقف نشده بلکه برخی از مقالاتی که با اعلام مؤسسه از نشریات بیرون انداخته شده بودند، همچنان مورد استناد پژوهشگران قرار گرفته و در برخی موارد صدها بار دیگر به عنوان مرجع معرفی شده اند^۱. ظاهراً پژوهشگران و داوران نشریات، اطلاعات خود را با وبگاه مؤسسه انتشاراتی اشپرینگر- نیچر به روز نمی کنند و اجباری هم برای این کار وجود ندارد. به طور کلی و به استناد همین خبر، به نظر می رسد تا زمانی که این مؤسسه ساز و کار مطمئن تری برای الزام دستورالعمل های خود ایجاد نکند، انتشار مقالات جعلی و یا پرخطا و ارجاعات به آنها ادامه پیدا خواهد کرد. باید اذعان نمود وقتی اطلاعات نادرست منتشر میگردند، حتی اگر نادرستی آنها شناسایی و اعلام شود، جمع آوری و حذف آنها ممکن نیست و در هر حال بهترین راه برای توقف اشاعه مطالب نادرست، جلوگیری از انتشار آنهاست.

اما به راستی چگونه می توان از بروز خطاها حین انجام پروژه های تحقیقاتی، ارائه یافته های علمی و یا داوری مقالات که منجر به انتشار مطالب نادرست می گردد، جلوگیری نمود؟ مهمتر از آن، چرا پژوهشگران گاهی داده های جعلی ارائه می دهند و چگونه می توان از شیوع این کج رفتاری ها کاست؟ این پرسش ها باید در درون دانشگاه ها و مؤسسه های پژوهشی دقیقاً مورد بحث و بررسی قرار بگیرند و علل وقوع جعل و خطا شناسایی شده و راهکارهای بر طرف کردن آن ها رواج داده شوند.

خوشبختانه در این زمینه تا کنون پژوهش هایی صورت گرفته و راه کارهایی نیز برای حل این معضلات پیشنهاد گردیده اند [۱،۲] اما این راه کارها تا کنون به طور جدی به کار گرفته نشده و نهادینه نشده اند. با توجه به اهمیت همه جانبه انتشار مقالات علمی و اهتمام عموم پژوهشگران به این مهم، در اینجا قصد داریم به بازبینی آنچه باعث شیوع خطاها و یافته های تکرارناپذیر می شوند و عوامل مؤثر بر آنها بپردازیم و تا جای

1. Retraction Watch "Top 10 most highly cited retracted papers" <http://retractionwatch.com/the-retraction-watch-leaderboard/top-10-most-highly-cited-retracted-papers/>

2. Uri Alon, Alon U. (2013, June). Title [Why science demands a leap into the unknown]. Retrieved from https://www.teddt-alks/uri_alon_why_truly_innovative_science_demands_a_leap_into_the_unknown

ایرانی و نشریات کم ارجاع نیز محدود نمی گردد، اما آنچه در این مقالات اتفاق افتاده فراتر از داده سازی و سرقت ادبی^۳ است. متأسفانه آنچه روی داد، برنامه ریزی گروهی و گسترده برای فریب سیستم ارزیابی علمی نشریات در مرحله داوری بود. این گونه رفتارهای غیراخلاقی که به هتک آبرو از جامعه پژوهشگران منجر می گردند، تقریباً هیچ توجیهی به جز سودجویی ندارند و در بحث حاضر جایی برای تحلیل و بررسی آنها وجود ندارد. اما لازم به تذکر است که وقوع چنین پدیده هایی بار دیگر نظام ارزشی وابسته به کمیّت مقالات را می تواند زیر سؤال ببرد، چرا که هرگاه تصمیم گیری های اجتماعی صرفاً بر مبنای ملاک های کمی صورت گیرند، احتمال تقلب و تخلف افزایش می یابد [۳]. در وضعیت فعلی که بودجه های تحقیقاتی بسیار اندک هستند و به دلیل تحریم ها، تجهیزات و مواد مناسب به سختی قابل تهیه می باشند و انجام تحقیقات با کیفیت مناسب به راحتی میسر نیست، اصرار به چاپ روز افزون مقالات، بدون تامین منابع کافی و ایجاد بسترهای لازم برای پژوهش، یک خودکشی حرفه ای است و نتیجه ای جز ظهور شیوه های مبتکرانه تقلب به بار نمی آورد.

البته، این فقط مقالات ایرانیان نبوده است که در سالهای اخیر سلب اعتماد شده و از نشریات حذف شده اند. تا آخر سال ۲۰۱۶ میلادی، ۳۸۳۲ مقاله از کل جهان سلب اعتماد و از انتشار حذف شده اند که ۱۰۶ مورد (۲/۸ درصد مقالات سلب اعتماد شده) آن متعلق به نویسندگان ایرانی است. کشورهای آمریکا با ۱۱۱۱ (۲۹ درصد)، چین با ۸۲۳ (۲۱/۵ درصد)، ژاپن با ۳۳۹ (۱۹ درصد)، آلمان با ۲۴۴ (۶/۴ درصد)، هند با ۲۴۰ (۶/۳ درصد) و انگلستان با ۱۷۸ (۴/۷ درصد) شش کشوری اولی هستند که بیشترین مقالات سلب اعتماد شده از آنهاست و ایران در جایگاه دهم قرار دارد. مقالات سلب اعتماد شده دانشگاههای معروف جینگ-جنگ-شان در چین با ۸۹ مقاله، هاروارد در آمریکا با ۶۱ مقاله و توکیو در ژاپن با ۵۳ مقاله، در راس دانشگاههای با بیشترین مقالات سلب اعتماد شده

از طرف دیگر، اگرچه انتشار مقاله های نوآورانه امروزه به عنوان بارزترین نشانه برای پیشرفت علمی دانسته می شود، ولی اگر این مهم به انگیزه اصلی از انجام یک کار پژوهشی تبدیل شود، تبعات بدی بدنبال خواهد داشت. اگر بخواهیم فرهنگ جامعه علمی را به نحو بهتری تکامل دهیم، نه تنها باید اخلاق علمی فردی را بهبود بخشیم، بلکه باید فشارهای اجتماعی را که باعث ایجاد این انگیزش ها و رفتارها می شود تغییر دهیم. در حقیقت زمان آن رسیده که معیارهای تازه ای برای اندازه گیری پیشرفت در جوامع علمی تعریف شوند. یک راهکار پیشنهادی می تواند تغییر نظام ارزش یابی و تشویق روش ها و تلاش های تحقیقاتی به جای بها دادن به نتایج آنها باشد [۲]. نیز ارزشیابی می تواند مبتنی بر قابلیت یک گروه تحقیقاتی در زمینه حل مسائل و مشکلات بومی شناخته شده باشد. این عمل اگرچه ممکن است در ظاهر در زمینه نام آوری در عرصه های بین المللی به اندازه انتشار مقالات مفید نباشد، اما در طولانی مدت به ارزش و اعتبار ملی و بین المللی پژوهشگران و مراکز تحقیقاتی می افزاید.

خطای عمدی برنامه ریزی شده

درماه نوامبر سال ۲۰۱۶ میلادی، مؤسسه انتشاراتی اشپرینگر- نیچر تعدادی از مقالات منتشر شده از طرف دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی ایرانی را جعلی خواند و از درجه اعتبار ساقط نمود^۱. این خبر برای پژوهشگران بسیار تکان دهنده و برای سایر مردم عجیب و توأم با تأسف و بی اعتمادی بود. این ماجرا، صرف نظر از اینکه اهداف و سیاست های انجام آن چه بود و چرا با تمرکز به روی نام کشور ایران انجام گرفت، با بازتاب رسانه ای گسترده ای روبرو شد و به برکناری و تعلیق چند تن از اعضای هیئت علمی در ایران منجر گردید^۲.

همان طور که پیشتر گفته شد، پدیده جعل مطالب علمی پدیده نوظهوری نبوده و به مقالات مطالب علمی پدیده نوظهوری نبوده و به مقالات

1. Publisher pulls 58 articles by Iranian scientists over authorship manipulation <http://www.nature.com/news/publisher-pulls-58-articles-by-iranian-scientists-over-authorship-manipulation-1.20916>
2. <http://www.ion.ir/News/159373.html>
3. Plagiarism

اختصاصی و تازه (و یا حیوانات و سلول های آماده سازی شده برای آزمایش مطابق پروتکل های استاندارد)
(ج) بهره مندی از دستگاه های اندازه گیری دقیق و کالیبره شده
(د) استفاده از ظروف و شیشه آلات کاملاً تمیز و خشک و در صورت لزوم استریلیزه شده
(ه) کار در شرایط استاندارد و آرام
(و) وجود پژوهشگر دقیق و متمرکز

رعایت مواردی از قبیل آنچه که در بالا ذکر شد می تواند پژوهشگران را از انجام خطاهای غیر عمدی مصون بدارد، ولی طبیعتاً آنچه در صدر این فهرست قرار می گیرد لزوم داشتن دانش کافی برای انجام یک بحث صحیح و موشکافانه در مقالات است. در حالت ایده آل، شناخت کامل ماهیت، حساسیت و محدودیت های انواع روش های اندازه گیری، که در یک طرح تحقیقاتی معین مورد استفاده قرار می گیرند، به پژوهشگر کمک می کند تا علاوه بر طراحی صحیح طرحنامه، در تجزیه و تحلیل درست داده ها و ارائه یک بحث مستدل موفق باشد. اگر شناخت پژوهشگران از روش های متداول اندازه گیری در آزمایشگاه کافی نباشد و داده های خود را تنها از راه مقاسیه آنها با سایر نتایج انتشار یافته تحلیل نمایند، شیوه ای که متأسفانه هم اکنون بسیار متداول است، احتمال عدم دستیابی به نتایج درست و یا تحلیل نادرست داده ها بسیار زیاد می شود. علاوه بر این، در شرایطی که دانش ما ناکافی است و برداشت ما از نتایج آزمایش ها به بررسی شباهت های آنها با سایر نتایج انتشار یافته محدود می شود، بیشتر امکان دارد که برای قبول مشاهداتی خاص دچار تعصب شویم چرا که به طور طبیعی ذهن انسان به پذیرش متعصبانه موضوعاتی که تنها آنها را از طریق خواندن یا شنیدن آموخته و درباره آنها تفکر ننموده و تجربه واقعی و عملی با آنها نداشته است، متمایل تر است. بازبینی مداوم و فراگیر نتایج و استدلال ها در درون یک گروه تحقیقاتی و یا فراتر از آن و در بین گروه های تحقیقاتی مشابه و مشورت با متخصصان ویژه در هر روش سنجش، قبل از اقدام برای انتشار مقالات، فرصتی بسیار مناسب برای دیده شدن خطاها و کاستی ها و برطرف نمودن آنهاست.

است. در حالی که مقالات سلب اعتماد شده ایرانیان مربوط به نشریات درجه سه و یا درجه چهار از نظر اعتبار جهانی است، بیشترین مقالات سلب اعتماد شده جهان مربوط به نشریات درجه اول جهانی است. به عنوان مثال، سه نشریه برتر جهان، یعنی Nature، PNAS و Science به ترتیب هر کدام ۶۳، ۵۲ و ۴۵ مقاله از درجه اعتبار ساقط شده دارند. در ایران از ۲۶۸۱۸۷ مقاله به چاپ رسیده، تنها ۱۰۶ مورد (یعنی یک در ۲۵۰۰) فاقد اعتبار شده است. اگرچه این مقدار کم هم باعث ناخشنودی است و باید برای ممانعت از رشد بیشتر آن اقدام عاجل نمود، اما نباید اسباب به چالش کشاندن همه انتشارات علمی کشور را فراهم آورد، چرا که محققان ما با کمبود امکانات پژوهشی و تحریم های ظالمانه همه تلاش خود را ایثارگرایانه انجام داده اند و در مرز شکنی دانش جهان افتخارات بزرگی برای ایران اسلامی به ارمغان آورده اند. در حال حاضر بسیاری از مراکز علمی دنیا به دنبال انقلابی در ارزشیابی هستند تا نقش مقالات را از نظر کمی با کیفیت پژوهش و دست آوردهای ملموس تری جایگزین کنند و به نظر میرسد این موضوع در ایران نیز با توجه به محدودیت ها، باید با جدیت بیشتری صورت گیرد.

انواع خطاهای غیر عمدی و ارتباط آنها با انتشار یافته های تکرارناپذیر

منظور از خطاهای غیر عمدی، خطاهایی هستند که بر اثر نادرست بودن روش های انجام آزمایش و تحلیل داده ها اتفاق می افتند. این خطاها در صورت بهره مندی از شرایط درست آزمایش و داشتن دانش کافی در کلیه مراحل طراحی، انجام و تحلیل نتایج آزمایش، قابل اجتناب بوده و به عبارت دیگر با مطالعه، دقت و بهره جویی از دستگاه های مناسب، قابل برطرف نمودن هستند. به طور کلی برخی شرایط و ویژگی های لازم برای انجام درست یک آزمایش و بر حذر ماندن از خطاهای قابل اجتناب را می توان به این صورت خلاصه نمود:
(الف) داشتن برنامه صحیح، کامل، جامع و تا حد امکان روزآمد
(ب) داشتن مواد خالص و استاندارد و محلول های

نقادانه است. پژوهشگرانی که دانسته‌ها و نیز نظریه‌های خود را به چالش می‌کشند همواره برای کنار گذاشتن تلقی‌ات قدیمی و شنیدن نظریه‌های جدید و کامل‌تر و اندیشیدن درباره آنها آماده‌اند. بهره‌مندی از تفکر فعال و رویکرد نقادانه سبب می‌شود تا فرد پژوهشگر علاوه بر گسترش زاویه دید خود و پیش‌بینی و خلق افق‌های تازه برای پیشرفت، بر ذهن خود تسلط پیدا کرده و کمتر درگیر خطاهای شناختی و یا خطاهای ناخودآگاه شود [۵، ۶].

نتیجه‌گیری

بهترین گام برای توسعه و بهبود فرهنگ علمی، بازبینی رفتارهای رایج و اصلاح آنهاست، بخصوص برای جامعه علمی امروز که علاوه بر چالش‌های همیشگی، با بحران انتشار مطالب نادرست و تکرار ناپذیر روبروست. از آنجایی که این معضل مرجعیت علم را مورد تهدید قرار می‌دهد و نیز به این دلیل که شیوه مطمئنی برای حذف یا تصحیح اطلاعات نادرست، پس از انتشار آنها، وجود ندارد، باید تا جای ممکن از عواملی که باعث بروز این پدیده شوم می‌شوند احتراز نمود. در مطالعه حاضر، وجود خطاهای عمدی، غیر عمدی در انجام آزمایش، ارائه نتایج و بحث و تجزیه و تحلیل داده‌ها، به عنوان مهمترین دلایل بروز این مشکل معرفی گردید.

پیشگیری از بروز انواع خطاها مستلزم فرهنگ سازی علمی است و به منظور نهادینه کردن آن لزوم حفظ امانت، صداقت و بی طرفی باید مرتباً یادآوری گردد. تغییر رویکرد اثبات گرایانه به ابطال گرایی در انجام بحث‌ها نیز از نکاتی است که فراگیری و کاربرد آن به بهبود نگرش و فرهنگ جامعه علمی کمک می‌کند، چرا که امروزه بارزترین نشانه بهره‌مندی پژوهشگران از تفکر علمی، تلاش همزمان ایشان برای ابطال و تایید نظریه‌های علمی است. البته با وجود اهمیت نقش پژوهشگران و فرهنگ علمی آنها در توسعه و رشد علم، نباید از ضرورت اصلاح قوانین ارزشیابی علمی و پژوهشی غافل شد و

اما آخرین نکته در این زمینه، رویکرد پژوهشگران در تفسیر داده‌ها می‌باشد. اگر تمامی عوامل نرم افزاری و سخت افزاری یک پروژه پژوهشی درست و دقیق باشند اما در هنگام بیان نظریه شیوه‌های درستی اتخاذ نگردند، کار پژوهشی سامان نخواهد یافت. مهمترین علت بروز کاستی‌ها در ایجاد یک بحث درست شاید این است که دانشمندان به طور معمول به دنبال اثبات درستی نظریه‌های خود بوده و کمتر به سراغ کشف نادرستی‌ها (موارد خارج از مصداق) و کاستی‌های آن‌ها می‌باشند. در حقیقت وجود رویکرد اثبات گرایانه در تحلیل یافته‌های علمی بارزترین دلیل عدم دست یابی به نتایج تکرارپذیر است، زیرا این رویکرد دانشمندان را به ارائه و انتشار تعداد محدودی از یافته‌ها که نظریه‌هایشان را تایید می‌نمایند، محدود می‌کند. وقتی اثبات و فقط اثبات نظریه‌ای خاص مورد نظر دانشمندان باشد، کمتر شاهد انتشار نتایج واقع گرایانه و تکرار پذیر خواهیم بود.

راه کار حل این مسئله سال‌ها قبل توسط کارل پوپر^۱ و مدل ابطال‌پذیری^۲ [۴] وی مطرح گردیده، اما متأسفانه تاکنون بر رویکرد تحلیلی و نحوه نظریه پردازی پژوهشگران تأثیر چندانی نداشته است. برطبق مدل ابطال‌پذیری پوپر، پژوهشگر باید با بررسی عمیق و دقیق نظریه خود به این سوال اساسی پاسخ دهد که چه مشاهدات و نتایجی می‌توانند «خلاف» نظریه وی را اثبات کنند و در یک گام فراتر، بتواند شرایط لازم برای رد نظریه‌اش را، تبیین نماید. در این صورت، نظریه وی، که ممکن است در واقعیت صحیح و قابل قبول باشد، در اساس ابطال پذیر بوده و راه برای به چالش کشیدن آن هموار است. تلاش برای ابطال در واقع تلاش برای کشف ضعف‌های نظریه‌ای است که مورد آزمون قرار می‌گیرد و در نهایت نظریه علمی سامان می‌یابد [۴]. دیگر مزیت مهم این شیوه آن است که نتایج سنجش‌ها و داده‌های آزمایش‌ها شفاف و به دور از ایده آل گرایی ارائه می‌شوند و در نهایت احتمال تکرارپذیر بودن یافته‌ها افزایش می‌یابد. چنین رویکردی مستلزم داشتن ذهنی آگاه و تفکری

1. Karl Popper
2. Falsification Model

منابع و مآخذ

- [1] Ioannidis, J.P.A. (2005), Why Most Published Research Findings Are False. PLoS Med 2(8): e124, p 0697-06701
- [2] John, L.K. Loewenstein, G. Prelec, D. (2011) Measuring the Prevalence of Questionable Research Practices with Incentives for Truth Telling. Psychological Science 23(5) 524-532
- [3] Smaldino, P.E. McElreath, R. (2016) The natural selection of bad science. R. Soc. open sci. 3: 160384.
- [4] کارل پوپر ۱۳۹۵، زندگی سراسر حل مسئله است. ترجمه شهریار خواجهیان. چاپ یازدهم، ایران.
- [5] علی اصغر دهقان (۱۳۹۵) مغالطات. چاپ یازدهم، ایران انتشارات موسسه بوستان کتاب قم.
- [6] رولف دوبلی (۱۳۹۵)، هنر شفاف اندیشیدن. ترجمه عادل فردوسی پور، بهزاد توکلی، علی شهروز، چاپ سی و سوم، نشر چشمه.
- [7] صبوری، علی اکبر، اسناد علمی ایران در سال ۲۰۱۵، نشاء علم، صفحات ۹۲-۱۰۲، ۱۳۹۵.

لازم است با بازنگری قوانین ارزشیابی علمی، از شدت فشارهای ذهنی که منجر به بروز چنین کج رفتاری هایی می شوند کاسته گردد. اگر تنها تعداد مقالات تحقیقاتی منتشر شده معیار ارزشیابی پیشرفت یک پژوهشگر و پایگاه علمی وی محسوب شود، بدون توجه به اینکه مقالات وی از چه نفوذ و کیفیتی برخوردار است، آنگاه این امکان وجود دارد که محقق به هر شیوه ممکن حتی از راه ناصواب دست به افزایش تعداد مقالات خود بزند. اهتمام به چاپ تعداد مقالات بیشتر برای رشد کمی علم و ارتقاء رتبه علمی کشور در سطح بین المللی اگرچه ضروری است، اما موضوع ضروری تر این است که همزمان به ارتقاء کیفی مقالات نیز توجه ویژه ای وجود داشته باشد. در پژوهشی که در سال گذشته انجام گرفت [۷] عوامل توقف رشد رتبه جهانی ایران در انتشار اسناد علمی بررسی گردید و از مشکلاتی چون ضعف مدیریت پژوهشی کشور، عدم رشد بودجه پژوهشی کشور و تورم ها و تحریم ها یاد شد. در اینجا باید گفت که عوامل مذکور، علاوه بر توقف رشد کمی، عامل عدم توسعه کیفی مقالات نیز می باشند و در چنین شرایطی اصرار به افزایش تعداد مقالات بر وخامت اوضاع می افزاید. در این رابطه لازم است تا حداقل در داخل کشور سازوکارهای جدیدی برای ارزشیابی توسعه یافتگی علمی اندیشیده شوند. برای مثال، پاسخگویی به نیازهای ملی و تلاش برای حل مسائل بومی و منطقه ای از طریق مرزشکنی دانش و همچنین کاربردی کردن علم، از جمله مؤلفه هایی هستند که می توانند برای سنجش پیشرفت علمی بکار روند و تخصیص بودجه های پژوهشی متناسب با این معیارها صورت گیرد.

چگونه دانش آموخته دکتری بهتر بسازیم

فریبا دشتستانی*

چکیده

وضعیت اشتغال در بسیاری از کشورها متناسب با میزان دانش آموختگان دکتری نیست، زیرا بیشتر دانش آموختگان دکتری آینده شغلی خود را در دانشگاه می بینند در حالی که در بهترین حالت یک چهارم دانش آموختگان دکتری، جذب دانشگاه ها می شوند و این موضوع به این معنا است که سالانه تعداد زیادی دانش آموخته دکتری بدون اشتغال مناسب تحویل جامعه می شود. این مشکل نه تنها در ایران بلکه در بسیاری از کشورهای جهان یک معضل اساسی است. در این راستا مجله نیچر در مقاله ای با عنوان چگونه یک دکتری بهتر ساخت به علت ها و راهکارهای مقابله با این معضل پرداخته است. مقاله حاضر خلاصه و ترجمه ای از مقاله مجله نیچر است. در این مقاله پنج راهکار برای بهبود اشتغال دانش آموختگان دکتری ارائه شده است. از قبیل شناساندن خط مشی دوره دکتری تا دانشجویان بتوانند با توجه به علاقه و استعداد خود مسیر مناسب را انتخاب کنند. راهکار بعدی بازسازی نظام آموزشی دکتری به منظور بالابردن خلاقیت و کارآفرینی در دانشجویان دکتری است. در گام دیگر می توان مدرک دکتری را به دو بخش دکتری دانشگاهی برای تربیت هیئت علمی آینده دانشگاه ها و دیگری دکتری حرفه ای برای نیاز صنایع و اقتصاد کشور تقسیم کرد. پیشنهاد بعدی کنار گذاشتن دکتری و اهمیت بیشتر دادن به دوره های کارشناسی ارشد متناسب با نیاز جامعه است. به عنوان راهکار آخر می توان با کاهش ظرفیت پذیرش دکتری با توجه به کیفیت دانشجویان که دارای استعداد ویژه ای هستند را گزینش کرد. زیرا جهان نیازمند دانشمندانی است که بتوانند هر روزه یافته های جدید علمی برای درک بهتر آفرینش و رفاه بیشتر زندگی انسان ها کشف کنند.

واژگان کلیدی: دانش آموخته دکتری، اشتغال، فناوری کاربردی، هیئت علمی، دکتری حرفه ای و دکتری دانشگاهی.

* دکتری بیوفیزیک، مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران، ایران. تلفن: ۶۱۱۱۳۳۳۸ (+۹۸۲۱)،
پست الکترونیک: fdashtestani@ut.ac.ir

رشد این تعداد دانش آموخته‌های دکتری علوم در زمینه علوم زیستی بوده است. با توجه به گزارشی که در سال ۲۰۱۴ توسط ۳۴ کشور عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه ارائه شد، تعداد دانش آموخته‌های دکتری از ۰/۸ به ۱/۶ درصد در ۱۷ سال گذشته افزایش یافته است.

گرچه نه همه ولی بسیاری از دانش آموخته‌های دکتری به دنبال استخدام در دانشگاه‌ها و مراکز علمی و تحقیقاتی هستند، در صورتی که این رشد در مشاغل دانشگاهی وجود ندارد. شکاف رو به رشد بین دانش آموخته‌های دکتری و مشاغل موجود در ایالات متحده، توجه دانش آموخته‌های دکتری را به طور فزاینده‌ای در موقعیت‌های طولانی تحقیقات پسا دکتری جلب کرده است. اگرچه نرخ بیکاری برای افراد با مدرک دکترای علوم نسبتاً پایین است ولی آمار نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۳ حدود ۴۲ درصد از دانش آموخته‌های دکتری علوم در ایالات متحده بدون شغل به سر می‌برند که ۲۸ درصد نسبت به یک دهه پیش افزایش یافته است. اما هنوز هم دانشجویان تمایل به ادامه تحصیل در مقطع دکتری دارند. استفان در سال ۲۰۱۲ در کتاب خود «چگونه اقتصاد علوم را شکل می‌دهد» نوشت که چرا با توجه به چنین چشم‌انداز تاریکی باز هم دانشجویان به سمت ادامه تحصیل در دانشگاه‌ها می‌آیند. یک دلیل آن است که دانشگاه‌ها در تلاش برای دریافت بیشتر کمک‌های مالی از دولت برای تولید علم و کسب شهرت جهانی از طریق نشر مقالات بین‌المللی تحقیقاتی توسط اعضای هیئت علمی و دانشجویان دکتری می‌باشند.

در ماه سپتامبر، یک گروه از دانشمندان مشهور ایالات متحده به عنوان «گروه چهار جانبه» برای حل مشکل نجات تحقیقات پزشکی تشکیل شد. در این راستا یک وب‌گاه راه‌اندازی شد که در آن دانشمندان بتوانند نظراتشان را در زمینه چگونگی بهبود آموزش تحقیقات زیست پزشکی در ایالات متحده با اهداف تربیت نیروی کار علمی موثرتر، کاهش نیروی کار دکتری در حال گسترش و جستجوی فرصت‌های شغلی مناسب تر برای تحقیقات زیست پزشکی ارائه نمایند.

بیکاری دانش آموختگان دانشگاه‌ها معضل مهم جهانی شده است و آمار جدید از ورود سالانه هزاران نفر با مدرک دکتری به صف بیکاران در بسیاری از کشورهای جهان حکایت دارد. جوانانی که ویژگی مشترک همه آن‌ها داشتن تحصیلات دانشگاهی است، همه آن‌ها در رده‌های مختلف کاردانی تا دکتری هستند و همگی نسبت به یافتن شغل طرز فکری شبیه هم دارند. در دهه‌های قبل تقریباً مشکل خاصی با عنوان اشتغال دانش آموختگان دانشگاهی وجود نداشت و حتی افراد دیپلمه نیز می‌توانستند به آسانی در مشاغل مختلف وارد شده و فعالیت کنند، اما امروز شرایط کاملاً تغییر یافته و افراد با مدارک کارشناسی تا دکتری نیز با چالش‌های فراوانی برای ورود به بازار کار مواجه‌اند. گرچه این چالش‌ها مختص کشور ایران نیست و می‌توان گفت کشورهای دیگر جهان هم با این مشکل مواجه‌اند. مجله نیچر^۱ در مقاله‌ای به بررسی علت‌ها و راهکارهای معضل بیکاری دانش آموختگان دکتری زیست پزشکی پرداخته است.

پائولا استفان^۲ یکی از اقتصاددان مشهور نیروی کار در دانشگاه جورجیا ایالت آتلانتا است که بسیاری از فعالیت‌های حرفه‌ای خود را در تلاش برای درک روابط بین اقتصاد و علوم، به ویژه علوم پزشکی به سر برده است. استفان در اکتبر ۲۰۱۵ در همایش «آینده پژوهش» در بوستون ایالت ماساچوست^۳ در میان بیش از ۲۰۰ نفر از افراد پسا دکتری و دانشجویان دکتری به این موضوع اشاره کرد که در سال ۱۹۹۷ اعلام کردیم که دانشکده‌های تحصیلات تکمیلی باید در کنترل افزایش دانشجویان تحصیلات تکمیلی مشارکت کنند ولی متأسفانه توجه نشد. استفان معتقد است که دانشکده‌های زیست پزشکی در حال تربیت افراد بسیاری در سطح دکتری هستند که این میزان بیش از نیاز جامعه برای تصدی سمت‌های پژوهشی در مراکز تحقیقاتی است.

سال ۲۰۰۳، حدود ۲۱۳۴۳ نفر در رشته دکتری علوم در ایالات متحده آمریکا دانش آموخته شدند. این میزان دانش آموخته‌های دکتری علوم در سال ۲۰۱۳ به ۴۱٪ افزایش یافت که بیش‌ترین

1. Nature
2. Paula Stephan
3. Boston, Massachusetts

اما بسیاری از دانشجویان دکترا نیازمند آموزش‌های بیشتری در زمینه مهارت‌های مدیریتی، بودجه‌بندی و یا مذاکره هستند. یکی از پژوهشگران پسا دکتری دانشگاه کالیفرنیا، سانفرانسیسکو^۱ می‌گوید ظاهراً دانشجویان دکترا باید برای یادگیری این قبیل موارد در دوره‌ای خارج از دوره دانشجویی خود بپردازند.

سیستم آموزش و پرورش در دانشگاه‌ها در حال حاضر در بسیاری از کشورها از الگوی کارآموزی^۲ پیروی می‌کند. در این الگو، استاد در آزمایشگاه فقط سعی در آموزش دانشجویان به منظور تربیت پژوهشگران جوان ماهر می‌کند. این سیستم در سال‌های ۱۸۰۰ میلادی (زمانی که اولین دکتری مدرن توسط دانشگاه برلین اهدا شد) به عنوان یک الگوی برجسته بوده است. اما شیوه‌های نوین آموزش دکتری نشان می‌دهد باید دانشجویان در حوزه‌های مختلف تحقیقاتی از قبیل خلاقیت، طراحی آزمایش و کارآفرینی تربیت شوند.

تغییر شیوه آموزش دکتری سازنده بودن و کارآفرینی دانش‌آموخته‌ها را بهبود می‌بخشد. همچنین با ایجاد مهارت برای دانش‌آموخته‌های دکتری به آن‌ها در هر زمینه‌ای که بخواهند فعالیت کنند کمک می‌کند. در برخی از مراکز تحقیقاتی در حال حاضر این موضوع بررسی می‌شود. به عنوان نمونه در سال ۲۰۱۳، موسسه ملی بهداشت آمریکا برنامه توسعه تجربه‌های کاربردی در آموزش علمی^۳ را آغاز کرد. سرپرست این تیم برنامه‌ریزی می‌گوید دولت ایالات متحده ۳/۷ میلیون دلار بودجه برای طراحی برنامه‌ای برای بهبود آموزش دانشجویان دکتری و پسا دکتری پزشکی در نظر گرفته است. زیرا مرتباً شکایت‌هایی از طرف کارفرمایان مطرح می‌شود که بسیاری از دانش‌آموخته‌ها توانایی لازم برای تصدی مشاغل خارج از دانشگاه را ندارند.

در دانشگاه کالیفرنیا سانفرانسیسکو، به دانشجویان دکتری شرکت‌کننده در این برنامه، به مدت نه ماه مهارت‌هایی از قبیل: مدیریت، بحث و گفتگو و کار با شبکه‌های ارتباطی آموزش داده شد و همچنین آن‌ها به گروه‌هایی تقسیم شدند که با یکدیگر در شناسایی اهداف حرفه‌ای همکاری

مجله نیچر هم یک سؤال مشابه را در این پایگاه مطرح کرد و برای دانشجویان دکتری، پژوهشگران، دانشجویان مقطع پسا دکترا و محققان حوزه اقتصاد ارسال نمود. پس از جمع‌آوری طیف وسیعی از نظرات در مورد چگونگی ساخت یک سیستم دکتری بهتر، نتیجه‌گیری شد که همه در یک نظریه توافق کردند: «تغییر فوری در سیستم آموزشی نیاز است». مدیر موسسه ملی علوم ایالات متحده پزشکی عمومی در بتسدا، مرلند می‌گوید: «ما نیاز به تغییر ضروری در تحصیلات تکمیلی ظرف پنج سال آینده داریم». در ادامه به بررسی پنج دلیل افزایش دانش‌آموختگان دکتری بیکار و راهکارهای موجود پرداخته می‌شود.

خط مشی دکتری^۱

یک نقطه مناسب برای شروع آن است که به دانشجویان و اعضاء علمی راهکارهایی برای شانس بیشتر دانشجویان از تحقیقات دانشگاهی به مشاغل دیگر نشان داده شود. مدیر برنامه آموزش علمی در موسسه ملی بهداشت آمریکا^۲ در مرلند، بر این عقیده است که دانشجویان درباره آنچه آن‌ها واقعاً بهترین است فکر نمی‌کنند. نظرسنجی مجله نیچر در سال ۲۰۱۵ بیش از ۳۴۰۰ دانش‌آموخته تحصیلات تکمیلی علوم در سراسر جهان نشان می‌دهد که بسیاری دانشجویان بیش از حد در مورد شانس خود در استخدام در دانشگاه خوش‌بین بودند. حدود ۷۸ درصد از پاسخ‌دهندگان بر این باورند که به احتمال زیاد شغل دانشگاهی به دست خواهند آورد. ۵۱ درصد فکر می‌کردند که می‌توانند یک کار دائم در یک تا سه سال آینده به دست آورند. در واقع تنها حدود ۲۶ درصد از دانشجویان دکترا در ایالات متحده به موقعیت‌های خوداشتغالی فکر می‌کنند.

بازسازی دکتری^۳

بسیاری از دانشجویان دکتری از آزادی فکری در دوران تحصیل دوره دکتری برای چند سال لذت می‌برند و پس از آن به شغل‌های دیگری وارد می‌شوند.

1. Track the PhD
2. National Institutes of Health (NIH)
3. Revamp the PhD

4. UCSF
5. Apprenticeship model
6. Broadening Experiences in Scientific Training (BEST)

EngD با حرفه‌های صنعتی طراحی شده و اغلب شامل یک استاد راهنما در صنعت و یک استاد راهنما در دانشگاه است. دیوید استنلی^۱، که برنامه دکتری EngD را مدیریت می‌کند و متخصص مهندسی هسته‌ای در دانشگاه منچستر بریتانیا است می‌گوید که این برنامه مفیدی در جهت تولید نیروی کار برای صنعت است. دانش‌آموختگان با مدرک دکتری EngD به دلیل آموزش‌های گسترده‌ای که دریافت می‌کنند، در صنعت نسبت به افرادی با مدرک PhD ارزشمندتر هستند. اما هاین می‌گوید با تقسیم مدرک دکتری به شکل فوق ممکن است با این چالش مواجه شویم که ارزش دو گروه مختلف باشد. مثلاً دانشگاهیان یک دکتری حرفه‌ای را به عنوان طبقه دوم در نظر بگیرند. درحالی‌که شرکت‌های فناوری دکتری دانشگاهی را برای دنیای واقعی خیلی پیچیده مشاهده می‌کنند. بنابراین برنامه‌ریزی آموزش در دوره دکتری در نهایت می‌تواند گزینه خوبی برای پایان دادن به محدودیت‌های شغلی دکتری باشد.

کنار گذاشتن دکتری^۲

برخی از دانشمندان، کاهش تعداد متقاضیان مدرک دکتری را پیشنهاد می‌کنند. بروس آلبرتس^۳ استاد بیوشیمی و بیوفیزیک در بخش پزشکی دانشگاه کالیفرنیا- سانفرانسیسکو می‌گوید تغییر مسیر دانشجویان به سمت برنامه‌های کارشناسی ارشد یکی از راه‌های کاهش تعداد دانشجویان دکتری است. در دوره کارشناسی ارشد می‌توان مجموعه‌ای از آموزش‌های پیشرفته علمی که برای بسیاری از مشاغل مورد نیاز است ارائه داد به همراه یک پروژه تحقیقاتی، یک یا دو ساله (به جای چهار یا پنج ساله دکتری) روش تحقیق را به دانشجویان آموخت. در یک دنیای ایده آل همه افراد می‌توانند به سمت کارشناسی ارشد بروند. در حال حاضر مدرک کارشناسی ارشد در سراسر اروپا رایج است. استاد و رئیس ایمونولوژی مرکز پزشکی دانشگاه یوترکت^۴ در هلند می‌گوید: «دانشجویان باید دوره کارشناسی ارشد

کنند. یکی از افراد شرکت‌کننده در این برنامه آموزشی با رتبه پسا دکتری درباره این برنامه می‌گوید: این برنامه من را به طور عملی توانمند ساخت. من یاد گرفتم که در چه زمینه‌ای استعداد و علاقه دارم، همچنین چه مهارت‌هایی دارم. برخی از محققان تاکید خاصی بر کار گروهی دارند چون معتقدند که کار گروهی منعکس‌کننده طبیعت همفکری و همکاری در پژوهش است. رئیس آموزش و پرورش کارشناسی ارشد در دانشکده پزشکی هاروارد معتقد است، «کار گروهی تجربه دانش‌آموختگان را عمیق تر می‌کند. آن‌ها می‌توانند توانایی‌هایشان را با یکدیگر به اشتراک بگذارند و همچنین در برقراری ارتباط با یکدیگر سنجیده شوند».

دو بخش کردن دکتری^۵

ممکن است بیش از حد دانش‌آموخته‌های دکتری برای تصدی شغل دانشگاهی وجود داشته باشد. اما همچنان تقاضاهای زیادی برای افرادی با تحصیلات عالی، در بخش‌های دیگر وجود دارد. بنابراین برخی از دانشمندان پیشنهاد می‌کنند که سیستم آموزش دانشجویان در دوره دکتری باید به دو بخش تربیت هیات علمی برای دانشگاهیان آینده و دیگری تربیت افراد علمی‌توانمند برای استفاده در مشاغل کاربردی دیگر تقسیم شود. مدیر موسسه سلولی مولکولی ماکس پلانک در شهر درسدن آلمان، یکی از افرادی است که با این تقسیم بندی مدرک موافق است. او می‌گوید دانشجویان دکتری در بخش دانشگاهی^۶ در زمینه تحقیقات کشف آسمان آبی تمرکز کنند و دانشجویان دکترای در بخش فنی و حرفه‌ای^۷ به سمت مشاغل خاص هدایت شوند. یک مفهوم مشابه در حال حاضر در رشته مهندسی وجود دارد. دانشجویان دکتری مهندسی در انگلستان، ایالات متحده، فرانسه و آلمان می‌توانند یکی از این دو انتخاب را داشته باشند یا به تحصیل در دکتری دانشگاهی (PhD)^۸ یا دکتری مهندسی (EngD)^۹ بپردازند. برنامه آموزشی دانشجویان دکتری

1. Split the PhD
2. academic-track PhD
3. vocational PhD
4. academic-style PhD in engineering
5. doctorate in engineering (EngD)

6. David Stanley
7. Skip the PhD
8. Bruce Alberts
9. Utrecht

این مشکلی است که ایالات متحده در دهه گذشته با آن مواجه شده است. بنابراین دانشمندان بر این باورند که دانش آموختگان کمتر دکتر، منجر به از دست دادن بیشتر علم و در نهایت جامعه می شود. کاهش برنامه های دکترای باید به خوبی پیش رود. هنگامی که موسسه تحقیقات بهداشتی کانادا^۱ در اوایل سال گذشته برنامه دکترای تخصصی و حرفه ای ۳۰ ساله خود را لغو کرد سبب کاهش بودجه تحقیقاتی دانشگاهیان و دانشجویان شد. اما توسعه رشته های دیگر علوم، همسویی دانشجویان به دوره هایی که نسبت عرضه و تقاضا را تنظیم می کند جریان یافت.

کانون وکلای آمریکا^۲، که نظارت بر نظام حقوقی در ایالات متحده را بر عهده دارد برای تنظیم تعداد وکلای واجد صلاحیت کنترل دقیقی بر دانشکده های حقوق اعمال کرد. به عنوان مثال در ایالات متحده، سوابق امتحانات^۳ (GREs) دانش آموختگان به عنوان یکی از راه های انتخاب افراد برای ورود به دوره دکتری استفاده می شود. اما این سیستم هم کامل نیست زیرا یک بررسی در آمریکا نشان داد که ۳۷ درصد از دانشجویان دکتری زیست شناسی قبل از تکمیل دوره، ترک تحصیل کردند. یک زیست شناس مولکولی در دانشگاه کالیفرنیا- سانفرانسیسکو با یک مطالعه مروری روی دانش آموختگان ارشدی که وارد دانشکده های دکتری زیست شناسی دانشگاه شده بودند نشان داد که شاخص های تجربه در تحقیق و نتایج آزمون GRE در موضوعی خاص (به جز تحلیلی، کلامی و یا کمی) شاخص های خوبی از موفقیت در آینده دانشجویان در تحصیلات تکمیلی است. مدیر اجرایی برای پیشرفت شغلی در دانشگاه کالیفرنیا- سانفرانسیسکو می گوید: «آزمون های ورودی گسترده تر مانند ارزیابی مهارت دانشجو در برقراری ارتباط، مدیریت، کار گروهی و اهداف شغلی می تواند گزینش خوبی برای انتخاب دانشجویان در یکی از دوره های دکتری، کارشناسی ارشد یا تحقیقات صنعتی باشد. بنابراین به این طریق می توان تعداد شرکت کننده ها در تحصیلات تکمیلی را کاهش داد».

استفان معتقد است که سازمان های تأمین بودجه

را قبل از شروع دوره دکترای به پایان رسانند. بسیاری از کسانی که نمی خواهند وارد دانشگاه شوند با مدرک کارشناسی ارشد در مؤسسات دولتی، شرکت ها مشغول شوند. کارشناسی ارشد به عنوان یک شکست برای کسانی است که نمی توانند در دوره دکتری شرکت کنند در نظر گرفته نمی شود».

در حالی که در ایالات متحده، مدرک کارشناسی ارشد رتبه پایین تری نسبت به دکتری دارد. اما دانشگاه ها همچنان در حال راه اندازی دوره های بیشتری از کارشناسی ارشد هستند. طبق آمار بنیاد ملی علوم آمریکا، بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ دوره های کارشناسی ارشد علوم و مهندسی ۵۷ درصد رشد نشان داده است. در حالی که این میزان در دوره های دکتری تنها ۳۸ درصد رشد داشته است. بخشی از این تفاوت رشد می تواند به دلیل افزایش آموزش مهارت های حرفه ای در دوره کارشناسی ارشد باشد. طبق برنامه ای که در اواخر دهه ۱۹۹۰ به عنوان برنامه تحصیلات تکمیلی ارائه شد آن بود که به طور همزمان به توسعه مهارت های علمی و کاربردی پرداخته شود. به عنوان مثال در سال گذشته، دانشکده پزشکی هاروارد رشته ایمونولوژی دو ساله را باهدف هدایت دانشجویانی برای ادامه تحصیل در دوره های دکتری تخصصی، دکتری حرفه ای یا انتقال به صنعت ایجاد کرد.

کم کردن دکتری^۴

دانشمندان علم اقتصاد و اشتغال، چندین دهه است که بر کاهش تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی که وارد علوم زیست پزشکی می شوند تاکید دارند. اما مخالف های زیادی در این زمینه وجود دارد. به عنوان مثال هنگامی که به تدریج تعداد دانشجویان دکتری کاهش یابد بخشی از تلاش های علمی برای نجات تحقیقات زیست پزشکی که توسط دانشجویان انجام می شود راکد می ماند. زیرا بودجه ای که دولت برای تحقیقات زیست پزشکی در اختیار اعضای هیئت علمی و مؤسسات تحقیقاتی قرار می دهد کاهش می یابد.

1. Cut the PhDs

2. Canadian Institutes of Health Research

3. American Bar Association

4. Graduate Records Examinations (GREs)

بازیگران، آن‌ها در تصمیم خود به داشتن شانس برای تبدیل شدن به یک استاد موفق راسخ‌اند پس از آن اجازه دهید که ادامه دهند.

نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش دانش‌آموختگان دکتری به صف ییکاران دانش‌آموخته می‌بایست سیستم آموزشی دکترا بررسی دقیق‌تری شود. در این مقاله پنج راه‌کار برای کاهش دانش‌آموختگان دکتری ییکار ارائه شده است. از آنجایی که بیشتر دانش‌آموختگان دکتری هدف شغلی‌شان استخدام در دانشگاه است باید مسیرهای دیگر به سمت مشاغل غیردانشگاهی را به آن‌ها نشان داد. همچنین در قدم بعدی باید به دانشجویان دکتری در حوزه‌های کارآفرینی و فنی آموزش داده شود. راهکار دیگر آن است که دو نوع مدرک دکتری یکی دکتری دانشگاهی و دیگری دکتری حرفه‌ای ایجاد شود و داوطلبان دکتری بر اساس میزان استعداد و علاقه در یکی از این دو گروه قرار گیرند. به علاوه می‌توان با افزایش دوره‌های کارشناسی ارشد و آموزش‌های کاربردی این امکان فراهم شود که افراد بتوانند با مدرک کارشناسی ارشد توانایی لازم برای تحقیق و کار حرفه‌ای را به دست آورند و وارد بازار کار شوند. در نهایت کاهش پذیرش دکتری با آزمون‌های ورودی دشوارتر از قبیل ارزیابی مهارت دانشجو در برقراری ارتباط، مدیریت، کار گروهی و توانمندترین افراد برای دوره دکتری انتخاب شوند. به طور کلی باید به دانشجویان دکتری آموزش داد که چشم خود را باز کنند و با اطلاعات صحیح از رشته تحصیلی‌شان از گزینه‌های موجود آگاه شوند تا بتوانند برنامه‌ریزی دقیق‌تری برای آینده شغلی خود داشته باشند.

تشکر و قدردانی

از راهنمایی‌های ارزشمند جناب آقای دکتر علی اکبر موسوی موحدی برای نگارش این مقاله سپاسگزارم.

نقش مهمی در محدود کردن امکانات پژوهشی دکتری پزشکی دارد. همچنین استفتان پیشنهاد می‌کند که دانشجویان باید در تأمین هزینه‌های آموزش خود نقش داشته باشند. زیرا هنگامی که ما مجبور به پرداخت هزینه‌ای از جیب خود هستیم کمی دقیق‌تر در مورد اینکه آیا این تحصیل برای ما مناسب است یا نه فکر می‌کنیم. البته چنین ایده‌ای بحث‌برانگیز است اما بسیاری از افراد معتقدند که باید در نظر گرفته شود. متخصصان بر این باورند که مشکل اصلی جامعه است که درباره مشکل افزایش مدرک دکتری بحث کافی نمی‌کند. احتمالاً یک دلیل بحث نکردن در این موضوع آن است که جامعه نگران انحراف ذهن دانشجویان باهوش و پر استعداد است که از ورود به سیستم تحصیلات تکمیلی اجتناب کنند. همچنین محققان در این زمینه اذعان به دشواری تأمین امنیت موقعیت سیستم دانشگاهی می‌کنند و در نتیجه دانشجویان را تشویق به انجام آزمایش‌های تحقیقاتی و چاپ مقالات بیشتر می‌کنند.

سازمان‌های اجتماعی مانند سازمان آینده پژوهش^۱ خواستار توجه به این موضوع، به عنوان تلاشی برای نجات تحقیقات پزشکی می‌باشند. در ضمن، برخی از کارشناسان می‌گویند که تعهد ما به دانشجویان کنونی و آینده دکتری این است که بگوییم چشم خود را باز کنند. آن‌ها باید اطلاعات زیادی از رشته تحصیلی‌شان کسب کنند و از گزینه‌های جایگزین خودآگاه شوند تا بتوانند برنامه‌ریزی درستی داشته باشند.

استفتان می‌گوید که این تغییر ممکن است به طور طبیعی رخ دهد، زمانی که اطلاعات بیشتری درباره آینده شغلی و محدود کردن جریان بودجه به سمت رشد دوره دکترا اتفاق افتد. در این صورت گرایش افراد ممکن است کمتر به سمت دکترا متمرکز شود. البته بعضی از متخصصین معتقدند که کاهش زیاد در برنامه‌های دوره دکتری پزشکی مفید نیست، به جای آن بررسی رویکرد دکتری مهم است. بررسی اینکه با چه هدفی افراد وارد دوره دکتری می‌شوند و به چه چشم‌انداز شغلی از همان ابتدا فکر می‌کنند. اگر مانند هنرمندان یا

- [3] McCook, A. (2011). "Rethinking PhDs". Nature, Vol. 472, PP. 280-282.
- [4] Taylor, M. C. (2011). "Reform the PhD system or close it down". Nature, Vol. 472, PP. 261-261.
- [1] Gould, J. (2015). "How to build a better PhD" Nature, Vol. 528, PP. 22-25.
- [2] Woolston, C. (2015). "Graduate survey: Uncertain futures" Nature, Vol. 526, PP. 597-600.

تغییرات اقلیم زمین و بیماری‌ها: نقش گرمایش زمین در افزایش دیابت نوع ۲

وحید شیخ حسنی^{۱*}

چکیده

دیابت نوع ۲ یکی از قدیمی‌ترین بیماری‌ها شناخته شده است. عوامل محیطی و زمینه‌های وراثتی در ابتلا به این بیماری نقش دارند. معیارهای مهمی در سبک زندگی مانند تغذیه، عدم تحرک و افزایش وزن، افسردگی، مواجهه با استرس و رادیکال‌های آزاد ایجاد شده، استفاده از دخانیات و مصرف الکل روند ابتلا به بیماری را در افراد سرعت می‌بخشد. مازاد انرژی دریافتی در بدن به شکل انواعی از خانواده لیپیدها در بافت چربی و در صورت تکمیل ظرفیت این بافت در برخی بافت‌های دیگر ذخیره می‌شود. ذخیره چربی در بافت‌های دیگر موجب ایجاد مقاومت به انسولین می‌شود. نشان داده شده است که فعال شدن بافت چربی قهوه‌ای در سرما موجب سوختن چربی ذخیره شده و آزاد شدن انرژی می‌شود. قرار گرفتن طولانی مدت بدن در محیط گرم با غیرفعال نگه داشتن بافت چربی با افزایش مقاومت به انسولین و قندی شدن هموگلوبین ارتباط دارد. تغییرات اقلیم و گرمایش جهانی بطور مستقیم و غیر مستقیم به جامعه استرس وارد می‌نماید که این تنش بیماری‌های گوناگون را به جامعه تحمیل می‌نماید. با توجه به مطالب ارائه شده می‌توان پیشنهاد می‌شود با توجه به روند گرمایش جهانی تغییر سبک زندگی و عادت‌های غذایی برای کاهش خطر ابتلا به دیابت نوع ۲ ضروری است.

کلیدواژه‌ها: دیابت نوع ۲، گرمایش جهانی، افزایش وزن، بافت چربی، استرس، بیماری‌ها.

* عهده دار مکاتبات، مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران. تلفن: ۶۱۱۱۳۳۸۱ (+۹۸۲۱).

دورنگار: ۶۶۴۰۶۷۸۰ (+۹۸۲۱)، نشانی الکترونیک: v.sheikhhasani@ut.ac.ir

۱. مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲. کرسی یونسکو در تحقیقات بین‌رشته‌ای در دیابت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تا چندی پیش تصور بر این بوده است که مقدار این بافت در بزرگسالان بسیار کم است یا نقش مشخصی ندارد. مطالعات اخیر نشان داده است که در بدن بزرگسالان نیز بافت چربی قهوه‌ای فعال وجود دارد که در تنظیم هم‌ایستایی انرژی دارای نقش مهمی است. از نظر فیزیولوژی بافت چربی قهوه‌ای در مواجهه با سرما فعال می‌شود و با سوزاندن چربی ایجاد گرما می‌کند. بنابراین قرارگیری طولانی‌مدت در معرض سرما، با سوزاندن مقداری از چربی‌های اضافی توسط این بافت تا حدودی می‌تواند موجب کاهش وزن شود [۶]. با توجه به مطالب اشاره‌شده بین دمای محیط، فعالیت بافت چربی و میزان مقاومت به انسولین ارتباط معناداری وجود دارد. به عبارت دیگر می‌توان گفت در افراد بزرگسال ممکن است ارتباط بین فعالیت این بافت و بیماری دیابت نوع ۲ وجود داشته باشد. برای درک بهتر این ارتباط ضروری است به این مورد توجه داشته باشیم که بافت چربی نخستین محل ذخیره چربی و قندهای اضافی است. با تمام شدن گنجایش بافت چربی، لیپیدها در اندام‌هایی مانند کبد، پانکراس، قلب و ماهیچه‌های اسکلتی ذخیره می‌شود. ذخیره لیپیدها در این اندام‌ها موجب ایجاد مقاومت بافتی به انسولین می‌شود [۷]. مقاومت به انسولین پیش از ارتباط با نمایه توده بدنی به گنجایش بافت چربی برای ذخیره لیپیدها بستگی دارد. مطالعات نشان داده‌اند در آسیای جنوبی به‌طور متوسط ظرفیت بافت چربی افراد پایین است و این افراد در وزن‌های کمتری به اشباع بافت چربی می‌رسند و نسبت به انسولین مقاومت نشان می‌دهند [۸].

به تازگی پژوهش‌هایی در راستای درک مکانیسم و چگونگی این ارتباط‌ها انجام‌شده است. تاکنون نشان داده‌شده است که قرارگیری بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ در آب‌وهوای نسبتاً خنک به مدت ۱۰ روز تأثیر معنی‌داری در کاهش مقاومت به انسولین داشته است [۹]. همچنین بر اساس مطالعات که در سال ۲۰۱۶ انجام‌شده است ارتباط معنی‌داری بین دمای محیط و میزان قندی شدن هموگلوبین انسان مشاهده‌شده است [۱۰]. ارتباط بین این عوامل در یک شمای کلی نشان داده شده است.

بیماری دیابت یکی از قدیمی‌ترین بیماری‌ها است که انسان با آن درگیر بوده است. نخستین گزارش‌ها درباره این بیماری به حدود ۳۰۰۰ سال پیش بازمی‌گردد. در میان انواع این بیماری، دیابت نوع ۲ فراوانی بالایی دارد. این بیماری با بالا بودن مقدار قند خون، مقاومت به انسولین و برخی از عوارض این مقاومت شناخته می‌شود [۱].

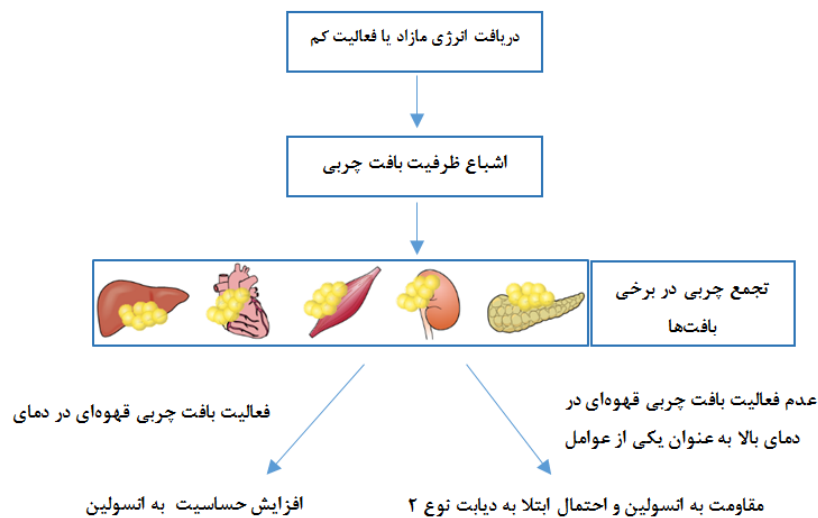
بر اساس مطالعات آماری انجام‌شده در سال ۲۰۱۵، ۴۱۵ میلیون نفر در جهان مبتلا به دیابت بودند که در صورت ادامه همین روند رشد، تخمین زده می‌شود تا سال ۲۰۴۰ حدود ۶۴۲ میلیون نفر در سراسر جهان مبتلا به این بیماری باشند [۲].

سبک زندگی و زمینه‌ی ارثی از عوامل مهم در ابتلا به این بیماری است. معیارهای مهمی در سبک زندگی مانند تغذیه، عدم تحرک و افزایش وزن، افسردگی، مواجهه با استرس و رادیکال‌های آزاد ایجادشده، استفاده از دخانیات و مصرف الکل روند ابتلا به بیماری را در افراد سرعت می‌بخشد [۳].

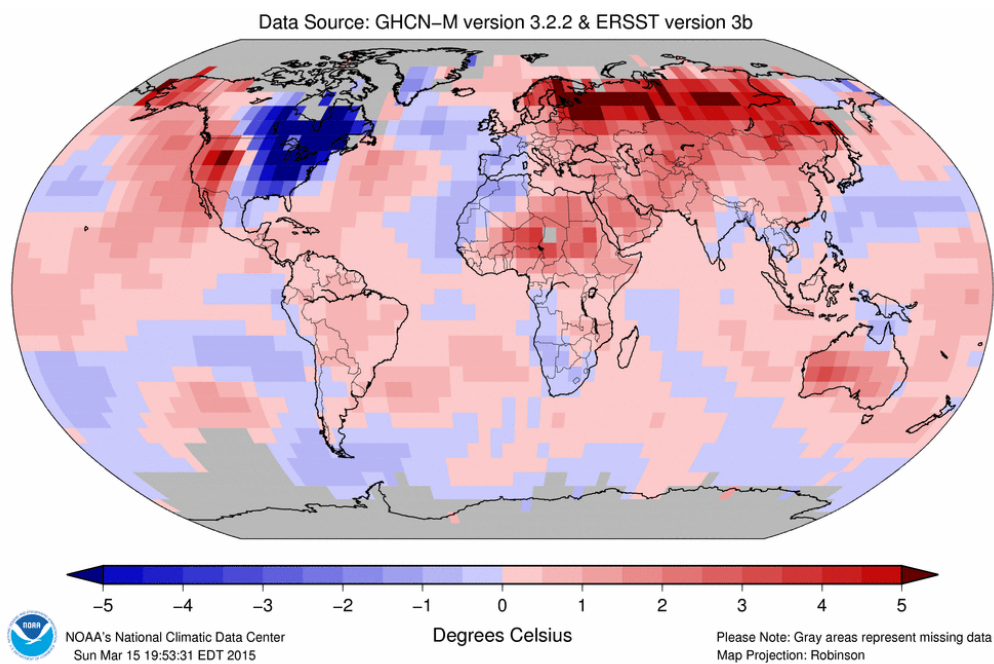
همچنین نشان داده شده است که برخی عوامل محیطی و همچنین استفاده رو به رشد از مواد صنعتی در روند ابتلا به دیابت نوع ۲ مؤثر است. در این میان ارتباط هرچند ضعیف میان استفاده از پلیمرهای صنعتی و خطر ابتلا به دیابت دیده‌شده است [۴].

از نظر زیستی بدن انسان در صورت دریافت قند و چربی مازاد بر نیاز روزانه اقدام به ذخیره آن‌ها در بافت چربی و برخی اندام‌های بدن می‌کند. قسمتی از قند اضافی به‌صورت گلیکوژن در کبد و ماهیچه‌ها ذخیره می‌شود تا در صورت نیاز تجزیه شده و قند موردنیاز بدن را تأمین کند. به‌غیراز ذخیره گلیکوژن مازاد انرژی دریافتی به شکل انواعی از خانواده لیپیدها در بافت چربی ذخیره می‌شود. دو نوع بافت چربی در بدن انسان وجود دارد. بافت چربی سفید (WAT) که انرژی اضافی کسب‌شده را در قالب مولکول‌های تری گلیسیرید ذخیره می‌کند و بافت چربی قهوه‌ای (BAT) که برای آزادسازی انرژی به شکل گرمایی در بدن تخصص‌یافته است. بافت چربی قهوه‌ای کمک می‌کند تا نوزادان تازه به دنیا آمده در مقابل سرما مقاومت داشته باشند [۵].

تغییرات اقلیم زمین و بیماری‌ها



شکل ۱. تصویر شماتیک ارتباط بین ذخیره چربی، دمای محیط و خطر ابتلا به دیابت



شکل ۲. میزان تغییرات دمای خشکی‌ها و اقیانوس‌ها بر اساس میانگین دماهای ثبت شده در سال ۲۰۱۵ نسبت به دوره زمانی ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰ میلادی. (برگرفته از سایت مرکز ملی اطلاعات هواشناسی NOAA)

با توجه به روابط اشاره‌شده در شکل (۱) دمای محیط‌زیست در روند ابتلای افراد به دیابت نوع ۲ اهمیت قابل توجهی پیدا خواهد کرد [۱۱]. در سال‌های اخیر با افزایش روند تولید گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوایی ایجادشده دمای کلی زمین رو به گرم شدن گذاشته است. همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است در اغلب قسمت‌های زمین متوسط دما در سال ۲۰۱۵ نسبت به بازه زمانی ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰ تغییرات قابل توجهی داشته است. امروزه می‌توان گرمایش زمین را در کنار تمامی مخاطرات زیست‌محیطی که ایجاد می‌کند به‌عنوان عاملی بالقوه در تغییر روند سلامت انسان نیز مطرح کرد. با توجه به نقشه گرمایش زمین، افزایش متوسط دما در ایران نیز قابل مشاهده است. تغییرات اقلیم و گرمایش جهانی بطور مستقیم و غیر مستقیم به جامعه استرس وارد می‌نماید که این تنش بیماری‌های گوناگون را به جامعه تحمیل می‌نماید [۱۱]. این روند افزایشی در کنار سبک زندگی صنعتی همداری است در جهت آماده شدن برای مواجهه با رشد معنی‌دار مبتلایان به دیابت نوع ۲ در ایران. لازم به ذکر است برای مقابله با این خطر تغییر سبک زندگی و عادت‌های تغذیه‌ای از غذاهای پرکالری و چرب به سمت غذاهای کم‌چرب و با انرژی متعادل ضروری است [۱۲].

- [5] C. H. Saely, K. Geiger, and H. Drexel, "Brown versus White Adipose Tissue: A Mini-Review," *Gerontology*, vol. 58, no. 1, pp. 15–23, 2012.
- [6] T. Yoneshiro, S. Aita, M. Matsushita, T. Kayahara, T. Kameya, Y. Kawai, T. Iwanaga, and M. Saito, "Recruited brown adipose tissue as an antiobesity agent in humans," *J. Clin. Invest.*, vol. 123, no. 8, pp. 3404–8, Aug. 2013.
- [7] A. Tchernof and J.-P. Després, "Pathophysiology of human visceral obesity: an update," *Physiol. Rev.*, vol. 93, no. 1, pp. 359–404, Jan. 2013.
- [8] L. E. H. Bakker, M. A. Sleddering, J. W. Schoones, A. E. Meinders, and I. M. Jazet, "Pathogenesis of type 2 diabetes in South Asians," *Eur. J. Endocrinol.*, vol. 169, no. 5, pp. R99–R114, Nov. 2013.
- [9] M. J. W. Hanssen, J. Hoeks, B. Brans, A. A. J. J. van der Lans, G. Schaart, J. J. van den Driessche, J. A. Jörgensen, M. V. Boekschoten, M. K. C. Hesselink, B. Havekes, S. Kersten, F. M. Mottaghy, W. D. van Marken Lichtenbelt, and P. Schrauwen, "Short-term cold acclimation improves insulin sensitivity in patients with type 2 diabetes mellitus," *Nat. Med.*, vol. 21, no. 8, pp. 863–5, Aug. 2015.
- [10] P. Lee, R. Bova, L. Schofield, W. Bryant, W. Dieckmann, A. Slatery, M. A. Govendir, L. Emmett, and J. R. Greenfield, "Brown Adipose Tissue Exhibits a Glucose-Responsive Thermogenic Biorhythm in Humans," *Cell Metab.*, vol. 23, no. 4, pp. 602–9, Apr. 2016.
- [۱۱] محمد بهنام راد، فرشته تقوی، فائزه موسوی موحدی و علی اکبر موسوی موحدی «تغییرات اقلیم، گرمایش جهانی و دیابت» نشریه نشا علم، مجلد ۶، شماره ۱، صفحات ۶۱–۶۷ سال ۱۳۹۵
- [۱۲] محمد بهنام راد، فرشته تقوی، علی اکبر موسوی موحدی «نقش سبک زندگی در تعدیل دیابت» نشریه نشا علم، مجلد ۵، شماره ۱، صفحات ۱۲–۲۱ سال ۱۳۹۴

- [1] M. Patlak, "New weapons to combat an ancient disease: treating diabetes," *FASEB J.*, vol. 16, no. 14, p. 1853, Dec. 2002.
- [2] International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 7th edn. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2015. <http://www.diabetesatlas.org> (accessed May 2016).
- [3] C. M. Ripsin, H. Kang, and R. J. Urban, "Management of blood glucose in type 2 diabetes mellitus," *Am. Fam. Physician*, vol. 79, no. 1, pp. 29–36, Jan. 2009.
- [4] I. A. Lang, T. S. Galloway, A. Scarlett, W. E. Henley, M. Depledge, R. B. Wallace, and D. Melzer, "Association of urinary bisphenol A concentration with medical disorders and laboratory abnormalities in adults," *JAMA*, vol. 300, no. 11, pp. 1303–10, Sep. 2008.

چشم اندازی به عدد طلایی فی (φ)

فائزه موسوی موحدی^{*}

چکیده

عدد فی یا نسبت طلایی که عددی معادل $1/618$ است، از دوران باستان به عنوان زیباترین عدد برای انسان شناخته شده و مورد توجه بسیاری از دانشمندان و هنرمندان بوده است؛ نام فی از حرف اول نام فیدياس، هنرمند و مجسمه ساز یونانی گرفته شده است. ساختارهای هندسی از جمله مستطیل، مثلث و مارپیچ طلایی دارای نسبت و یا زاویه ی طلایی ($137/5$) هستند، علاوه بر داشتن تناسبی که در نظر انسان زیبایی می آفریند، خشت اول تقارن در طبیعت می باشد. همچنین توالی اعداد فیبوناچی که نسبت جملات آن به هم نزدیک به فی است، در طبیعت بسیار تکرار می شود. فی را می توان در عالم از کهکشان ها تا ساختار کریستالی مولکول ها یافت؛ این عدد موجب تقارن، بهترین چیدمان هندسی و زیبایی است. در فضا چرخش مارپیچ کهکشان ها از مارپیچ لوگاریتمی الگو می گیرد و با کوچک کردن مقیاس دید به منظومه ی شمسی مشاهده می شود که میانگین مسافت مدار سیارات به هم و ساختار خود سیارات و ماه های آنها، همه از نسبت طلایی تبعیت می-کند. این نسبت در فیلوتاکسی و ساختار گیاهان برای بهترین جایگزینی و دریافت نور مفید؛ در الگوی رشد و شجرنامه ی حیوانات؛ همچنین در زیبایی ساختار و سلامتی بدن انسان نقش بسیار مهمی را ایفا می کند. عدد فی در هنر و معماری به عنوان یک اصل شناخته می شود. این نسبت در معماری اهرام بزرگ مصر، پارتئون یونان و پرسپولیس ایران نقش کلیدی را بازی می کند؛ در هنر رنسانس بسیار مورد توجه بوده است. در معماری اسلامی برای مثال ساختار عالی قاپو، گنبد تاج الملوك مسجد جامع اصفهان و همچنین در طرح ها و کاشی کاری ها از نسبت طلایی بهره ی زیادی برده اند. در این مقاله با توضیح ریاضیات مربوط به عدد فی و تعریف آن، گزیده ای از اثر عدد فی در طبیعت و هنر تشریح می شود.

واژگان کلیدی: نسبت طلایی، عدد فی، اعداد فیبوناچی، زیبایی، سلامت، تعادل، تقارن، هندسه.

* عهده دار مکاتبات، مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران. پست الکترونیکی: fmoosavi@ut.ac.ir

در تمام مجسمه های پارتنون این نسبت را بکار برد. اقلیدس (۳۲۵ الی ۲۶۵ پیش از میلاد) عدد دقیق ۱/۶۱۸۰۳۹۹ را در کتاب اصول اقلیدس ثبت کرد و اصطلاح تعادل طلایی^۲ را برای آن بکار برد؛ همچنین ارتباط این عدد را با ساختار پنتاگرام یا ستاره ی پنج پر اثبات نمود. در قرون وسطی و همچنین در طول رنسانس نسبت طلایی در ریاضیات چنان همه گیر شد که بیشتر ریاضیدانان را به سوی خود جذب کرد؛ تا جایی که در اوایل قرن ۱۹ پیشنهاد شد تا نسبت طلایی را با حرف یونانی (فی) که اول نام فیدياس است، به نمایش گذارند. توالی فیبوناچی در حیطه ی ۱۲۰۰ میلادی توسط لئوناردو فیبوناچی^۳ (۱۱۷۰ الی ۱۲۵۰ میلادی)، ریاضیدان ایتالیایی، کشف شد. او به یافتن ویژگی های شگفت آور و مرموز این توالی پرداخت و بعداً متوجه ارتباط عمیق آن با عدد فی شد. این نسبت اولین بار در اوایل ۱۵۰۰ میلادی با نام نسبت الهی^۴ خوانده شد، زمانی که داوینچی^۵ بیاناتش را در یک رساله فراهم آورد که بعد توسط دوستش لوکا پاچولی در سال ۱۵۰۹ در کتابی به نام نسبت الهی منتشر شد؛ در این کتاب پنج جسم افلاطونی کشیده شده است [۳-۶]. هنرمندان رنسانس از نسبت طلایی به وفور در نقاشی ها و در مجسمه ها استفاده کرده اند تا به تعادل و زیبایی دست پیدا کنند. این نسبت در نقاشی های داوینچی به شدت مشهود است، از آن جمله می توان نقاشی شام آخر، مرد ویتورین، مونالیزا را نام برد. دانشمندانی مانند یوهانس کپلر، مارتین اهم، مارک بار و ... از جمله کسانی هستند که مفهوم نسبت طلایی را در کارهایشان منعکس می کنند. به بیان یوهانس کپلر ریاضیدان بزرگ آلمانی (۱۵۷۹-۱۶۳۰)، هندسه دو گنجه ی بزرگ دارد؛ یکی قضیه ی فیثاغورث و دیگری نسبت طلایی. این عدد در علوم نوین و مخصوصاً در فیزیک تئوری کاربرد بسیار دارد [۴]. فیزیکدانان آن را در رفتار نور و اتم مطالعه کرده، ریاضیدانان در بررسی پنتاگرام و تحلیل گران اقتصادی آن را در بالا و پایین شدن بورس می یابند. این مقاله در صدد معرفی عدد فی، در سه بخش عمده جای گرفته است. پس از فهم

طبیعت یک تصویر هلوگرافیکی فوق العاده ای است که هر جزء آن، آینه ای از کل است؛ به گفته ی فیزیک دان بزرگ دیوید بوهم «این ویژگی اساسی ارتباطات متقابل کوانتومی است که کل عالم در همه چیز نهفته و همه چیز در کل عالم، پیچیده باشد». این پیوند بین جز و کل از طریق تقارنی بر مبنای «نسبت» شکل گرفته و نیرویی برای نظم دادن به پریشانی عالم است. در این راستا به طور خاص عددی با نام عدد فی (Φ) مطرح می شود؛ این نسبت به ظاهر ساده و اعداد فیبوناچی با تکرار خود در ابعاد همگرا، یکی از عوامل پیش برنده در روند رشد طبیعت هستند [۱، ۲].

عدد فی که با نام های نسبت طلایی، بخش طلایی، برش طلایی، نسبت الهی، عدد فیبوناچی و نیز نسبت فیدياس مطرح می شود، از دوران باستان مورد توجه ریاضی دانان، فیزیک دانان، فیلسوفان، مهندسان و اساس کار بسیاری از هنرمندان و موسیقی دانان قرار گرفته است [۳]. ویژگی های خاص این عدد، دروازه ای به سوی فهم عمیق زیبایی، روح جهان واقعی و عالم می گشاید؛ به همین دلیل آن را با نسبت طلایی^۱ می خوانند.

نسبت طلایی از گذشته های دور توجه بشر را به خود جلب کرده و یک مسیر طولانی را در زمین گذران کرده است؛ اما اینکه این ایده اولین بار توسط چه کسی و کجا مطرح شد، دارای گذشته ای نامعلوم است. مطالعات نشان می دهد که مهندسان بدوی از وجود هر دو عدد پی (Π) و فی (Φ) مطلع بودند و برای مثال در اهرام بزرگ مصر و همچنین در طراحی پارتنون (معبد الهه ی آتنا که پیش از ۴۰۰ سال قبل از میلاد در یونان ساخته شده است)، از آن استفاده شده است. افلاطون (۴۲۷ الی ۳۴۷ قبل از میلاد) در اثر تیمائوس خود که نظراتش را در حیطه ی کیهان شناسی و علوم طبیعی بیان کرده، نسبت طلایی را مهمترین اتصال روابط ریاضی و کلید فیزیک جهان هستی می داند. فیدياس پیکرتراش بزرگ، نقاش، معمار و ریاضی دان یونانی (۴۳۰ تا ۴۸۰ قبل از میلاد)، به مطالعه ی عدد فی پرداخت و

1. Golden Ratio
2. Golden Mean
3. Leonardo Fibonacci

4. Devine Proportion (De Divina Proportione)
5. Leonardo da Vinci

می شود و در شکل ۲c نمایش داده شده است.

توالی فیوناچی

لئوناردو فیوناچی (۱۲۵۰-۱۱۷۰ میلادی) ریاضیدان بزرگ ایتالیایی در قرن ۱۲ است. یکی از مهمترین تحقیقات او در مورد رشد جمعیت خرگوش ها در شرایط ایده آل بود؛ بدین صورت که اگر یک جفت خرگوش (ماده و نر) را ۱۲ ماه با وجود آب و غذای کافی، بدون اینکه صید شوند یا فرار کنند و یا بمیرند و با در نظر گرفتن اینکه تمام خرگوش های ماده توانایی تولیدمثل داشته باشند، در یک باغ با محیط بسته قرار دهند، روند رشد جمعیت در نسل های متوالی چگونه خواهد بود. پاسخ این آزمایش (شکل ۳) او را به یک توالی مشخصی از اعداد رساند، که بعد به نام توالی فیوناچی نامیده شد [۴، ۷].

یک جفت خرگوش را در نظر بگیرید. خرگوش ها یک ماه طول می کشد تا بعد از تولد به بلوغ برسند و بتوانند تولیدمثل کنند. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده، ماه اول هیچ جفتی متولد نمی شود؛ در ماه دوم این جفت به بلوغ رسیده و جفتی دیگر را بوجود می آورند. فرزندان نیز با همین روند در طی ماه های آینده جفت های دیگری را بوجود می آورند. تعداد جفت ها در هر نسل شمارش شده و ثبت می گردد و توالی خاصی تکرار می شود [۷، ۸].

توالی عددی ۰، ۱، ۱، ۲، ۳، ۵، ۸، ۱۳، ۲۱، ۳۴، ۵۵، ۸۹، ۱۴۴، ۲۳۳، ۳۷۷، ۶۱۰، ۹۸۷ و را ریاضیدان فرانسوی، ادروارد لوکاس حدود سال ۱۸۷۶، به نام «توالی فیوناچی» نام گذاری نمود [۹]. در این تصاعد هر جمله برابر مجموع دو جمله ی پیشین خود است (به جز دو جمله ی اول)؛ همچنین خارج قسمت دو جمله ی کنار هم نزدیک به عدد اعجاب انگیز ۱/۶۱۸ می باشد [۷، ۸]. جالب است بدانیم که Φ در الفبای یونانی در جایگاه ۲۱مین حرف قرار دارد که نه تنها خود این عدد بلکه جمع الجمع آن یعنی عدد ۳ (۳=۱+۲) عضو توالی فیوناچی هستند [۴].

اعداد فیوناچی یکی از سیستم های عددی طبیعت است که نه تنها جمعیت رشد خرگوش ها از آن تبعیت می کند بلکه ردپای آن را

بهتر ریاضیات مربوط به عدد فی، گزیده ای از کاربرد آن در طبیعت و معماری بیان شده است.

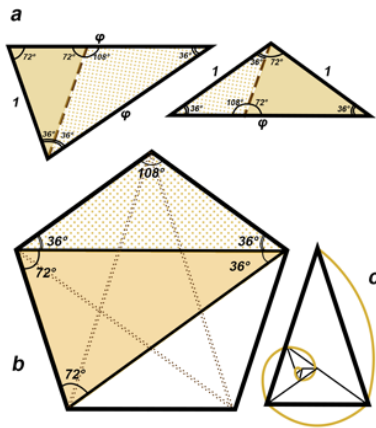
عدد فی و توالی فیوناچی مفهوم نسبت طلایی

در ریاضیات دو کمیت وقتی دارای نسبت طلایی هستند که نسبت جمع آن دو، بر کمیت بزرگ تر (p) و یا نسبت کمیت بزرگ تر به کمیت کوچک تر (q) برابر با عدد گنگ فی یعنی ۱/۶۱۸۰۳۳۹۸۸۷ باشد؛ که به صورت شکل ۱ نمایش داده شده است.

به مستطیلی که نسبت طول به عرض آن برابر با عدد فی باشد، مستطیل طلایی گفته می شود. همانطور که در شکل ۱ مشخص است، مستطیل ABCD یک مستطیل طلایی است؛ خط EF این مستطیل را به دو قسمت (یک مربع و یک مستطیل) تقسیم کرده که نسبت مساحت آنها برابر با عدد فی است. همینطور این روند با تقسیم مستطیل کوچک ادامه می یابد و یک شکل مارپیچی به خود می گیرد که حاصل آن یک مارپیچ طلایی است. مارپیچ طلایی مارپیچی است که از نقطه اولیه با زاویه ای می چرخد که اگر از نقطه ی وسط آن یک خط رسم کنیم، نسبت هر بخش به بخش قبلی معادل عدد فی باشد [۱].

مثلث طلایی یک مثلث متساوی الساقین است که به صورت شکل a۲ رسم می شود. در یکی از آنها دو زاویه ی روبه روی رأس ۷۲° بوده و رأس ۳۶° است؛ در دیگری دو زاویه ی روبه روی رأس ۳۶° و خود رأس ۱۰۸° باشد. در این مثلث ها هر یک از اضلاع به قاعده دارای نسبت طلایی هستند. همچنین عدد فی در زاویه ی مثلث های طلایی پنهان شده است؛ به طوری که میزان مطلق کوسینوس هر یک از زاویه ها برابر با $\Phi/2$ است [۱، ۴].

در جهان طبیعی نمونه های بسیاری از اشکال پنج ضلعی منظم یا ده ضلعی وجود دارد که رابطه ی تنگاتنگی با عدد Φ دارد. مثلث طلایی از این جهت که پایه ی ساخت اشکال پنج و ده ضلعی است اهمیت شایانی دارد (شکل b۲). از تقسیم بندی مثلث طلایی بر قسمت های کوچک تر طلایی آن، مارپیچ طلایی رسم می گردد که به آن مارپیچ لوگاریتمی نیز گفته

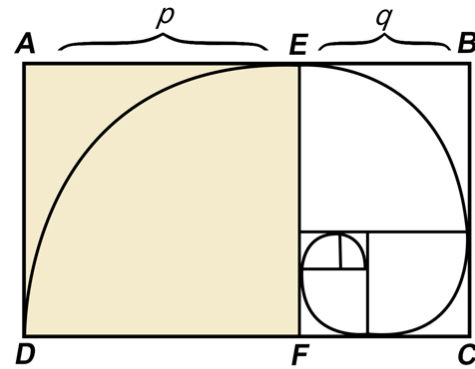


شکل ۲: (a) نشان دهنده ی دو نوع مثلث طلایی است. نسبت اضلاع به قاعده نشان داده شده است و همچنین خطی هر کدام را به دو قسمت طلایی تقسیم کرده است. (b) پنج ضلعی و ستاره ی پنج رأس از مثلث هایی که طلایی هستند شکل گرفته اند. (c) مارپیچ طلایی از بهم وصل کردن نقاط اتصال مثلث های طلایی شکل می گیرد.

است؛ در فرایندهای طبیعی انرژی از مرکز در یک تناسب لوگاریتمی و دقیقاً به شکل مارپیچ طلایی پخش می شود. این مارپیچ را می توان در الگوی چرخش عاج فیل، شاخ گوزن، ناخن قناری، طرح روی آناناس تا شکل کهکشان مشاهده کرد. طرح روی اثر انگشت تا پیچ و تاب مژگان از مارپیچ طلایی تبعیت می کنند. سیارات منظومه شمسی طبق الگوی مارپیچ طلایی در فضا قرار گرفته، انگار از خورشید متشعشع می شوند؛ کهکشان ها بر این ریتم شکل می گیرند [۱۰].

در فضا

شاید بهتر باشد سفرمان را برای شناخت عدد فی در طبیعت از کهکشان شروع کنیم. ستاره شناسان کهکشان ها را به سه دسته اصلی تقسیم می کنند: کهکشان های مارپیچی، کهکشان های بیضوی و کهکشان هایی که نه بیضوی و نه مارپیچی هستند و کهکشان های نامنظم نامیده می شوند. کهکشان های مارپیچی معمولاً از سه بخش تشکیل شده است: یک دیسک چرخان که از چند بازو تشکیل شده و اغلب ستارگان آن در اینجا



$$\varphi = \frac{p}{q} = \frac{p+q}{p} = 1.61803$$

شکل ۱: خط AB بر روی طول مستطیل به دو قسمت با کمیت های p و q تقسیم شده که نسبت این دو معادل عدد فی می باشد. مستطیل ABCD نشان دهنده ی یک مستطیل طلایی است و نسبت طول به عرض آن معادل عدد فی می باشد. خط EF آن را به دو قسمت با نسبت طلایی تقسیم نموده و به همین صورت تقسیم بندی مستطیل به قسمت های کوچک تر مارپیچ طلایی بدست می آید.

هر جایی در طبیعت از آرایش های برگ و گلبرگی در گیاهان تا ساختار فضا می بینید.

نسبت طلایی و توالی فیبوناچی در زیبایی طبیعت

نسبت طلایی در الگوی رشد بسیاری از سیستم های بیولوژیکی نقش کلیدی دارد و به دلیل خاصیت ریاضی و هندسی آن، به صورت های گوناگون در طبیعت متجلی می شود. در واقع این عدد تقارن اول طبیعت است. گیاهان، حیوانات و حتی انسان همگی با دقتی بسیار بالا وجوهی از ضرایب فی به یک هستند. نسبت طلایی به دلیل تطابق با قوانین طبیعی، انتخاب خوبی به شمار می آید که در این راستا سه جایگاه قابل ذکر است: تقارن، چیدمان هندسی در مطلوب ترین فضا^۱ و الگوی رشد مارپیچی [۱].

نسبت طلایی در سراسر جهان هستی دیده می شود. از گرداب ها و موج های دریا تا سه حلقه ی سیاره ی زحل، کهکشان راه شیری و فاصله ی نسبی سیارات در منظومه ی شمسی از نسبت طلایی تبعیت می کنند.

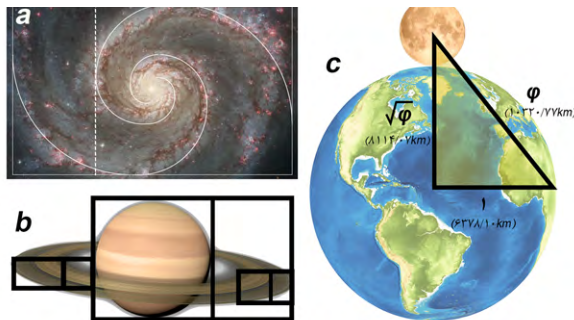
مارپیچ طلایی قانون روند تشعشع انرژی در طبیعت

1. Optimal spacing

واقعند؛ مرکز آن یک برآمدگی کره مانند است که معمولاً شامل ستارگان پیر بوده و همچنین سیاه چاله ای که در مرکز قرار دارد. ستاره ها و گازها در قسمت دیسک همه به صورت هم جهت به دور مرکز کهکشان با سرعت صدها کیلومتر بر ثانیه به شکل مارپیچی می چرخند. مرکز یک سری از این کهکشان ها میله ای شکل است و بعضی دیگر گرد هستند که بر همین اساس کهکشان ها نامگذاری می شوند. کهکشان M51 یا کهکشان گرداب (شکل a) برای مثال یک کهکشان مارپیچی است که در فاصله ی ۳۱ میلیون سال نوری از زمین قرار دارد. فرم چرخش مارپیچ این کهکشان ها از مارپیچ لوگاریتمی تبعیت می کند که با افزایش مسافت از مرکز، زاویه ی چرخش افزایش می یابد. این کهکشان دارای دو مارپیچ طلایی است که هر دو به یک سو می چرخند؛ کهکشان راه شیری نیز از این داستان پیروی می کند [۴، ۱۱].

در منظومه ی شمسی طول مسافتی که سیارات به دور خورشید می چرخند (مدار) برای عطارد ۵۷/۹۱، زهره ۱۰۸/۲۱، زمین ۱۴۹/۶۰، مریخ ۲۲۷/۹۲، سرس ۴۱۳/۷۹، مشتری ۷۷۸/۵۷، زحل ۱۴۳۳/۵۳، اورانوس ۲۸۷۲/۴۶، نپتون ۴۴۹۵/۰۶ و پلوتو ۵۸۶۹/۶۶ میلیون کیلومتر (بر طبق ناسا) است. نسبت هر سیاره به سیاره ی قبلی به ترتیب اعداد ۱/۰۰ (نسبت عطارد به خودش)، ۱/۸۴، ۱/۸۸، ۱/۸۱، ۱/۵۲، ۱/۳۸، ۱/۸۶، ۲/۰۰ و ۱/۵۶ و ۱/۳۰ محاسبه می شود. جمع کل این اعداد برابر ۱۶/۱۸۷۳۶ و میانگین آنها برابر عدد

۱/۶۱۸۷۴ می شود که بسیار به عدد نسبت طلایی یعنی ۱/۶۱۸۰۳ نزدیک است [۴]. همچنین بوبنز با بررسی نسبت میانگین فاصله ی سیارات از خورشید، به این نتیجه رسید که همه ی سیارات منظومه ی شمسی بر روی یک مارپیچ طلایی قرار می گیرد [۱۱]. با عوض کردن مقیاس دید به سطح سیاره ای می رسیم؛ هر سیاره و ماه های آن به نوبه ی خود بر این نسبتند، برای مثال نسبت طول سیاره ی ساتورن به طول حلقه های آن یا نسبت خود حلقه ها به هم بر همین اساس است (شکل b). مقیاس را به زمین و ماه محدودتر می کنیم. شعاع زمین ۶۳۷۸/۱۰ کیلومتر است که آن را معادل ۱ می گیریم؛ شعاع ماه ۱۷۳۵/۹۷ کیلومتر (معادل ۰/۲۷۲) است؛ جمع این دو شعاع (بر اساس معادل ها) ۱/۲۷۲ است. حال بر اساس شکل c یک مثلث می کشیم که یک ضلع آن جمع این دو، ضلع دیگر شعاع استوایی زمین و دیگری وتر است. اساس معادله ی فیثاغورث وتر معادل ۱/۶۱۸ است. این مثلث را مثلث کپلر می نامند که در طبیعت نقش مهمی دارد و مصریان باستان نیز اهرام خود را بر همین اساس ساخته اند [۱۲، ۱۳]. پس در این راستا متوجه نسبتی می شویم که تمام مقیاس ها را در بر می گیرد و هر سیستم سیاره ای مینیاتوری از منظومه شمسی و هر سیستم منظومه ی شمسی مینیاتوری از کهکشان مارپیچی است.



شکل ۴: (a) کهکشان گرداب در ۳۱ میلیون سال نوری از زمین قرار دارد و با دو مارپیچ طلایی نشان داده شده است [۱۱]. (b) سیاره ی کیوان؛ نسبت سیاره به حلقه ی گازی دور آن و همچنین نسبت لایه های حلقه به هم با مستطیل طلایی نشان داده شده است. (c) نسبت شعاع زمین و ماه به هم سازنده ی مثلث کپلر است که اساس ساخت اهرام مصر می باشد.

در منظومه ی شمسی طول مسافتی که سیارات به دور خورشید می چرخند (مدار) برای عطارد ۵۷/۹۱، زهره ۱۰۸/۲۱، زمین ۱۴۹/۶۰، مریخ ۲۲۷/۹۲، سرس ۴۱۳/۷۹، مشتری ۷۷۸/۵۷، زحل ۱۴۳۳/۵۳، اورانوس ۲۸۷۲/۴۶، نپتون ۴۴۹۵/۰۶ و پلوتو ۵۸۶۹/۶۶ میلیون کیلومتر (بر طبق ناسا) است. نسبت هر سیاره به سیاره ی قبلی به ترتیب اعداد ۱/۰۰ (نسبت عطارد به خودش)، ۱/۸۴، ۱/۸۸، ۱/۸۱، ۱/۵۲، ۱/۳۸، ۱/۸۶، ۲/۰۰ و ۱/۵۶ و ۱/۳۰ محاسبه می شود. جمع کل این اعداد برابر ۱۶/۱۸۷۳۶ و میانگین آنها برابر عدد

تعداد کل	تعداد بالغ	برج
۱	۱	۱
۱	۱	۱
۲	۱	۲
۳	۱	۳
۴	۲	۴
۵	۳	۵
۵	۵	۵
۸	۵	۸
۱۴۴		

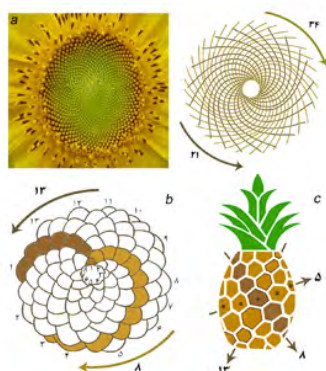
شکل ۳: جدول رشد خرگوش ها در هر برج از اعداد فیبوناچی تبعیت می کند.

در گیاهان

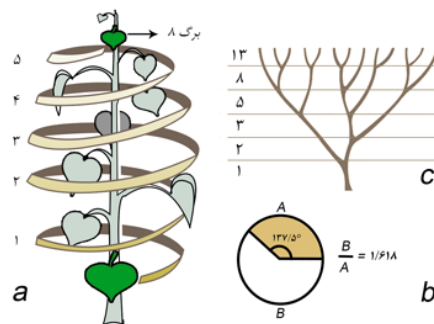
گونه های مختلف مطالعات بی شماری صورت گرفته است؛ تعداد بسیار زیادی از دانشمندان در زاویه ی طلایی معادل $137/5^\circ$ درجه به اشتراک رسیدند [۱۶، ۱۷]. اگر یک دایره را به صورتی تقسیم کنیم که نسبت دو قوس بر هم معادل عدد فی باشد، زاویه ی بدست آمده برابر با $137/5^\circ$ درجه بوده که در شکل ۵b به خوبی نشان داده شده است. توالی فیبوناچی رابطه ی مستقیمی با رشد شاخه ها و همچنین برگ ها دارد. در شکل ۵c بهترین قرارگیری فیزیکی شاخه ها را که بهترین دریافت نور را داشته باشد نشان می دهد.

گیاهان با فشار تکاملی به سمت ساختاری می روند تا بتوانند بیشترین جذب نور خورشید را داشته و به بهینه ی میزان فتوسنتز برسند و بدین وسیله بهترین دریافت کربن را داشته باشند. مزیت این فیلوتاکسی علاوه بر بهینه سازی فضای برگ ها، این است که هیچ برگی موازی برگ بالایی قرار نمی گیرد و چیدمانی صورت می گیرد که همزمان همه ی برگ ها بیشینه جذب نورشان را داشته باشند [۱۶]. ویژگی دیگر این چیدمان این است که در هنگام باران آب را به صورت مستقیم به سمت ریشه راهنمایی می کنند که این باعث جذب حداکثر میزان آب برای گیاه می شود [۴]. اگر تعداد گلبرگ ها را مورد بررسی قرار دهیم متوجه می شویم که این عدد معمولاً منطبق بر

واژه ی فیلوتاکسی در یونانی به معنای آرایش برگ است و در واقع نشان می دهد که چگونه برگ ها بر روی ساقه مرتب می شوند؛ بسیاری از آنها دارای آرایش برگی متناوبی هستند که به صورت مارپیچی بر روی ساقه قرار می گیرند. در اوایل قرن ۱۹، اسکیمر [۱۴] و بران [۱۵] بیان کردند که فیلوتاکسی گیاهان از کسری پیروی می کند که تابع اعداد فیبوناچی است. برای مثال در فیلوتاکسی $5/8$ ، فاصله ی بین هر برگ با برگ بالایی خودش که دقیقاً هم راستای اوست، هشت برگ است که در پنج دور اتفاق می افتد (شکل ۵a). در بسیاری از گیاهان فیلوتاکسی هایی مثل $1/3$ ، $2/5$ ، $3/8$ ، $5/13$ و ... دیده می شود که همه از سری فیبوناچی هستند (با در نظر گرفتن استثناها). البته فیلوتاکسی را نمی توان به عنوان یک قانون برای یک گونه تعریف کرد؛ همچنین الزاماً در یک گیاه خاص فقط یک فیلوتاکسی نداریم و ممکن است در قسمت های گیاه کسر آن تغییر کند که به این پدیده تحول فیلوتاکسی^۱ گفته می شود. معمولاً برگ های جوان در رأس ساقه ها بسیار مرتب تر شکل گرفته اند، بنابراین این کسر را بهتر نمایان می سازند و برای محاسبات زاویه ای در اولویت هستند. برای بدست آوردن زاویه ی چرخش برگها یا زاویه ی واگرایی بین برگ های متوالی بر روی



شکل ۶: (a) چیدمان دانه ها در گل آفتاب گردان به صورت دو مارپیچ ساعت گرد و پادساعت گرد است که به شکل دویعدی در هم پیچیده اند. (b) میوه ی کاج دارای مارپیچ دوتایی است که به صورت سه بعدی و یکی با ۸ مارپیچ (ساعتگرد) و یکی با ۱۳ مارپیچ (پادساعتگرد) هستند. (c) شش ضلعی های آناناس با سه جهت مارپیچ کنار هم قرار می گیرند.



شکل ۵: (a) فیلوتاکسی $5/8$ به صورت شماتیک طراحی شده است. بعد از هشت برگ در ۵ گردش، برگ در راستای برگی که مورد نظر است رشد خواهد کرد. (b) با تقسیم دایره به دو قسمت با نسبت طلایی، به طوری که قوس قسمت بزرگ به کوچک برابر عدد فی باشد، زاویه ی بخش کوچک برابر $137/5^\circ$ خواهد بود. برگ های مجاور در آرایش مارپیچی با این زاویه دور تا دور ساقه پیچیده می شوند. (c) روند رشد فیزیکی شاخه ها برای دریافت بیشترین نور از اعداد فیبوناچی پیروی می کند.

1. phyllotaxis transition

در قلمروی حیوانات تقارن پنج ضلعی در خارپوستان به وفور دیده می شود. این شاخه شامل جانورانی مانند ستاره ی دریایی، توتیای دریایی و سکه ی دریایی است [۱]. ساختار ستاره ی دریایی که دارای پنج بازو است، بر پنج ضلعی طلایی تطابق دارد [۲۰]. در یک مطالعه راندمان عملکرد ستاره دریایی با چهار، پنج و شش بازو در اموری همانند چسبیدن به بستر دریا، یافتن غذا، غلت زدن و جابه جا شدن و همچنین اتوتومی^۱ (یعنی در شرایط خطر بازوی خود را قطع کرده تا بتوانند فرار کنند و آن عضو دوباره می تواند رشد کند) مقایسه شد. ستاره ی دریایی پنج بازویی در اتوتومی ۲۰۸٪ نسبت به چهار بازویی مزیت دارد؛ در مقایسه ی با نوع شش بازویی آن، ۳/۵٪ در غلت زدن و جابه جا شدن، ۶/۲٪ در اتوتومی و ۲/۱۳٪ در چسبیدن به بستر دارای برتری است در حالی که در یافتن غذا شش بازویی ۳/۵٪ در صد بهتر می باشد. در نتیجه ستاره ی دریایی پنج رأس که دارای نسبت طلایی است، در کل بر اشکال دیگر مزیت دارد. مزیت رفتاری جانوران در طبیعت باعث می شود تا بیشتر زنده بمانند؛ در نتیجه گزینش طبیعی می شوند و گونه ی غالب را شکل می دهند.

توالی فیوناچی در زنبورها

یکی از جذابیت های اعداد فیوناچی در الگوی رشد سیستم های دینامیک طبیعی است که از آن جمله مدل باروری زنبورها را می توان نام برد. بیش از ۳۰۰۰۰ گونه زنبور وجود دارد و در بیشتر آنها زندگی فردی به چشم می خورد. زنبور عسل یکی از گونه هایی است که به صورت کلنی زندگی می کند و دلیل خاص بودن شجره نامه ی آنها این است که همه ی آنها دارای پدر و مادر نیستند.

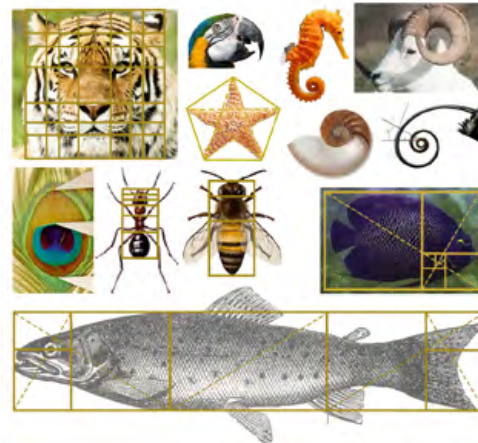
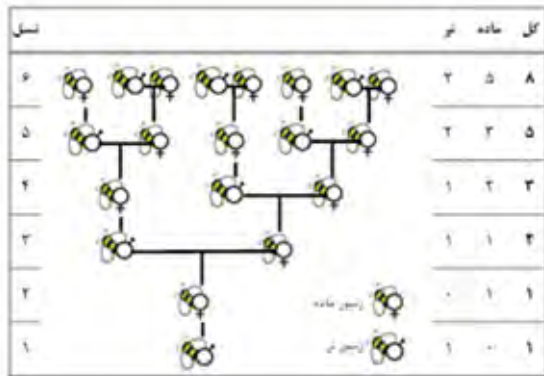
بهتر است برای شناخت بیشتر زنبورها، اعضای این کلنی معرفی شوند. در بین زنبورهای ماده، زنبور خاصی که دارای قابلیت تخم گذاری است را ملکه می نامند. زنبور نر زنبوری است که فقط وظیفه ی بارور نمودن ملکه را دارند و کار نمی کند. زنبوران کارگر می توانند هم نر باشند و هم ماده؛ ولی زنبورهای ماده ی کارگر دارای قابلیت تخم گذاری نیستند. نکته ی مهمی که وجود دارد

اعداد فیوناچی است؛ برای مثال در بسیاری از گل ها در خانواده کاسنیان ۳۴ گلبرگی و بعضی از آنها دارای ۵۵ یا ۸۹ گلبرگ می باشند. علاوه بر این در شکل کلی گیاهان و یا میوه ها نسبت طلایی رعایت شده است. برای مثال در کلم رومی یک بخش کوچک به صورت مارپیچی تکرار شده و به صورت قله مانند در آمده است؛ گل کلمی که کاملاً رشد کرده، دارای شکل پنج ضلعی می باشد و یا آرایش دانه های سیب به شکل پنج ضلعی است که از هندسه ی طلایی تبعیت می کند [۸]. میوه ی مخروطی کاج دارای دو ردیف مارپیچی است که همان طوری که در شکل ۶ نشان داده شده، یکی به صورت راستگرد با ۸ برش و دیگری چپگرد با ۱۳ تا در هم پیچیده اند؛ این دو عدد از توالی فیوناچی تبعیت می کنند. در آفتابگردان نیز رابطه مستقیمی بین آرایش های مارپیچ دوسویه و اعداد فیوناچی وجود دارد. در این گیاه دانه ها به صورت دو ردیف دو بعدی در هم داخل می شوند که اگر ساعتگرد آن ۳۴ مارپیچ باشد، پادساعتگرد ۲۱ یا ۵۵ مارپیچ است؛ علاوه بر وجود اعداد فیوناچی، این مارپیچ ها بر الگوی مارپیچ طلایی منطبق است (شکل ۶). آناناس از بخش های شش ضلعی تشکیل شده است که در سه ردیف مارپیچی حرکت می کند؛ در شکل ۶ این ردیف ها و اعداد آنها نشان داده شده است [۶-۸، ۱۸].

در حیوانات

الگوی رشد بسیاری از جانوران از مارپیچ طلایی تبعیت می کند. برای مثال پوسته ی بعضی سخت پوستان، ساختار و اشکال بال پروانه، قسمت بندی بدن حشرات و ماهی ها از آن جمله است (شکل ۷) نمایانگر خلاصه ای از ساختار جانوران در طبیعت می باشد).

بدن ماهی قزال آلای رنگین کمان را سه مستطیل طلایی می پوشاند و دلیل جایگاه چشم که در راستای باله ی دمی است، همچنین ساختار خاص خود باله ی دمی را توضیح می دهد. فرشته ماهی آبی در یک مستطیل طلایی جا می گیرد و جایگاه دهان و باله ی این ماهی بر روی مستطیل های کوچک تر مستطیل طلایی مشخص می شود [۱۹]. در قلمروی حیوانات تقارن پنج ضلعی در



شکل ۷: الگوی رشد بسیاری از جانوران در طبیعت بر پایه ی عدد فی است.

متصل می شوند و کف دست را می سازند. ۵ انگشت به ۵ استخوان کف دستی متصل هستند. صورت، گوش میانی و گلو به طور کلی دارای ۲۱ استخوان هستند. ستون فقرات به همراه جمجمه دارای ۳۴ استخوان (۸ تا مربوط به جمجمه، ۲۴ مهره، یک دنبالچه و یک خاجی (استخوان های به هم جوش خورده) است. کل این دو (۲۱ و ۳۴) برابر با ۵۵ استخوان، پایه ی بدن را تشکیل می دهند. همه ی این اعداد مربوط به توالی فیبوناچی است. همینطور عدد ۵ در ۵ حس، ۵ انگشت، ۵ حفره ی ورودی در سر و ... از توالی فیبوناچی تبعیت می کند و بسیاری از محققان انسان را یک ستاره ی پنج رأس می دانند که آن را داوینچی به خوبی به تصویر کشیده است (نقاشی مرد ویتورین). هیچ کس بهتر از داوینچی تناسبات طلایی بدن انسان را درک نکرد. او اجساد را از قبر بیرون می آورد تا بتواند نسبت دقیق استخوان ها را اندازه گیری کند و ثابت کرد آنها تناسبی از عدد فی می باشند. در واقع این عدد را دلیل زیبایی شناسی کالبد انسان می دانند.

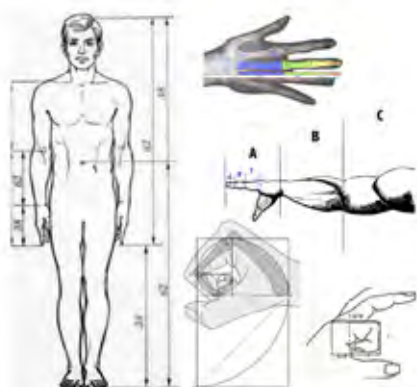
همانطور که در قرآن سوره ی التین و آیه ی ۴ گفته شده که «که ما انسان را در بهترین صورت و نظام آفریدیم»:

لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ ﴿٤﴾

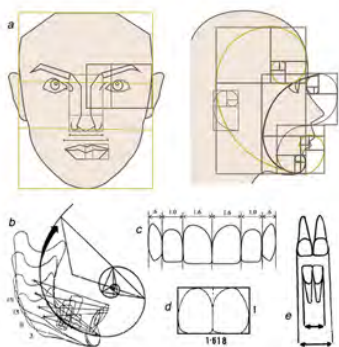
این است که زنبورهای نر از تخم های غیرلقاح یافته ی ملکه بوجود می آیند، بنابراین این زنبورها برعکس زنبورهای ماده تک والدی بوده و فقط مادر دارند. این در حالی است که تمام زنبورهای ماده دو والدی هستند، بعضی با ژل رویال تغذیه شده و به ملکه تبدیل می شوند، بعضی به کارگر مبدل می گردند [۷، ۲۱]. شکل ۸ شجره نامه ی زنبور عسل را در شش نسل نشان می دهد و همانطور که واضح است، تعداد زنبورها در هر نسل از اعداد فیبوناچی تبعیت می کند [۷، ۸].

در انسان

رشد و تکوین سلولی در انسان به عنوان نقطه ای درون طبیعت از ریاضیاتی تبعیت می کند تا بتواند علاوه بر داشتن هارمونی در زیبایی و نظم، دارای یک سازماندهی خاصی باشد تا بیشترین عملکرد را در ازای کمترین مصرف ماده و انرژی داشته باشد [۲۲]. عدد فی در طراحی ساختار و شکل بدن انسان جایگاه خاصی دارد. ناف در خط طلایی بدن واقع شده؛ نسبت طول قد و مسافت سر تا نوک انگشتان، فاصله ی استخوان ها در انگشتان و ... همه از نسبت طلایی تبعیت می کند (شکل ۹). پاها و دست هر دو دارای سه قسمت هستند که این سه نسبت به هم تناسب طلایی دارند. دست انسان به همراه انگشتان دارای ۸ بخش است. ۸ استخوان مچ دست با پنج استخوان کف دستی



شکل ۹: تناسب طلایی در کل بدن و دست. حتی حرکات بدن از این تناسب تبعیت می کند [۴، ۲۳].



شکل ۱۰: (a) نسبت طلایی در اجزای صورت به صورت تمام رخ و نیم رخ؛ (b) رشد دندان بر روی آرکی است که چرخش آن نزدیک به مارپیچ لوگاریتمی است [۲۲]. (c) نسبت دندان-های جلویی به هم و (d) ارتفاع دندان سانتال به عرض دو دندان و همچنین (e) اندازه عرض سانتال بالا و پایین نسبت به هم طلایی است [۲۲].

مقاله ی منبع شماره [۲۲] رجوع شود).

قلب

قلب انسان با نسبت طلایی و زاویه ی طلایی در ارتباط است. در مطالعاتی که بر روی ابعاد قلب صورت گرفته، متوجه شدند که سلامت قلب به نسبت ابعاد آن وابسته است، نه به ابعاد مطلق آنها (زیرا در قومیت های متفاوت اندازه ها متفاوت است ولی نسبت آنها برابر نسبت طلایی می باشد). در نارسایی خفیف قلبی، نسبت ۱/۶۱۸ حفظ شده اما در مرحله ی آخر نارسایی

شگفت انگیز است اگر بدانیم که در همین آیه با ۲۶ حرف، برای واژه ی «انسان»، نسبت طلایی رعایت شده است. اگر بخواهیم آیه را به دو قسمت p و q تقسیم کنیم، از اول آیه تا «انسان» دارای ۱۰ حرف و از اول انسان تا آخر آیه ۱۶ حرف می باشد که دارای نسبت طلایی است [۴].

صورت و اجزای آن

راز زیبایی صورت در نسبت اجزا و نزدیک شدن آن به عدد فی پنهان شده است که امروزه حتی در جراحی های زیبایی یا اورتودنسی نقش مهمی را بازی می کند. در مطالعات آماری که بر روی چهره های زیبا صورت گرفته، به این نتیجه رسیدند که چهره دارای یک ریتم است؛ ریتم به معنای جریان است که اگر در زمان، بُعد، موسیقی یا شعر بتوان آن را یافت، برای گوش یا چشم و یا روان زیبا به نظر می آید. چهره ی زیبا نیز دارای ریتم است که آن را می توان چه به صورت عمودی و افقی و چه مورب بدست آورد که محدودی از این نسبت ها به طور خلاصه در شکل ۱۰ نشان داده شده است. چشم و بینی در جایگاه طلایی صورت بوده نسبت لب به بینی و به چشم برابر عدد فی است. لب، چشم، بینی خود به تنهایی دارای تناسب طلایی هستند؛ اگر همه ی اینها دارای این نسبت باشند ریتم چهره خوشایند است [۴، ۲۲، ۲۴]. عدد فی در هارمونی کردن دندان ها با هم و با کل اسکلت صورت نقش مهمی دارد. در این حیطه چند مثال ذکر می گردد که در شکل ۱۰ نمایش داده شده است. چیدمان کلی دندان ها در ردیف دایره ای است که این ردیف از مارپیچ لوگاریتمی که پایه ی آن مثلث طلایی است، تبعیت می کند. ارتفاع دندان سانتال به عرض دو دندان سانتال، نسبت دندان های سانتال بالایی به پایینی دارای نسبت طلایی هستند. همچنین رابطه ی عرض هشت دندان جلویی با عدد فی تعریف می شود. این دانستگی مشکلات زیادی را در حیطه ی زیبایی دندان حل کرد زیرا که این هشت دندان ارتباط مستقیمی با زیبایی لبخند هر فرد دارد [۴، ۲۲، ۲۵، ۲۶].

(برای مطالعه ی اندازه گیری های دقیق نسبت های صورت و دندان به

کلمه هم در علم هندسه و هم در معماری به کار می رود. واژه ی ژئومتری نیز از کلمات یونان باستان است که از دو قسمت «ژئو» به معنای زمین و «مترون» به معنای اندازه گیری تشکیل شده است و در لغت شناسی به معنای هنر اندازه گیری زمین است. واژه ی آرشیکت از واژه ی یونانی *arkhitekton* گرفته شده که دارای دو بخش تشکیل شده؛ بخش اول به معنای رئیس و بخش دوم به معنای سازنده است که در کل به معنی استاد سازنده یا ماهر در هنر ساختن است. اگر یک معمار با مهارت بتواند بازتابی از زیبایی الهی در نظم عالم را به منصه ظهور برساند، واژه ی آرشیکت به واژه ی یونانی *cosmos* که به معنای سیستم منظم و موزون یا گیتی و کائنات است و همچنین، زیبایی شناسی به معنای ادراک به وسیله ی حواس، نزدیک می شود.

یا گیتی و کائنات است و همچنین، زیبایی شناسی به معنای ادراک به وسیله ی حواس، نزدیک می شود.

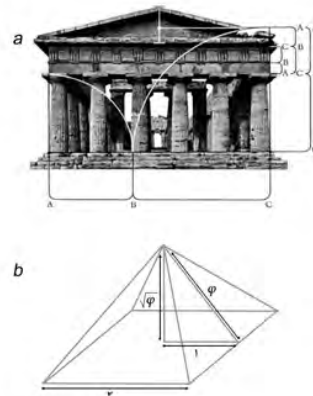
معماری باستان معماری یونانی و مصری

آکروپولیس آتن که پارتنون را در خود جای داده است مثال جالبی برای نمایش استفاده از عدد طلایی در هنر یونانی می باشد. پارتنون معبد مقدس برای نیایش آتنا ایزدانوی عقل و خرد، راهبرد جنگ، هنر و ادبیات، عدالت، کشاورزی و صنایع دستی است که معماران پیکر تراشی چون اکتینوس، کالیکراتیس، فیدیاس و دستیاران و شاگردانشان آن را با مجسمه و تندیس های بسیاری تزئین کردند؛ تا اندازه ای که این بنا با سادگی فریبنده ی خود نشانی از بهترین معماری یونانی شد. البته بعد از برخورد توپ های ونیزی در سال ۱۶۸۷ این بنا که آن زمان ۲۰۰۰ ساله بود، به طور گسترده ای تخریب شد و هم اکنون پایه ی اولیه ی آن باقی مانده است. در مطالعات بسیاری که انجام شده گفته می شود که تقسیمات آذین مثلی بالای درب این سازه که هنوز باقی است، تمام مجسمه هایی که در آن به کار رفته بوده کاملاً نمادی از نسبت طلایی هستند و به همین دلیل عدد فی از حرف اول نام فیدیاس گرفته شده است [۶].

قلبی (مزمّن)، این نسبت به طور قابل توجهی کاهش می یابد. به طور مشابه، در قلب با بطن سالم، نسبت ابعاد دریچه ی میترال طلایی است، در حالی که در بیماران مبتلا به کاردیومیوپاتی و نارسایی میترال، به میزان قابل توجهی از این نسبت کاسته می شود. در افراد سالم، زاویه ی بین خط میانی سرخرگ ریوی و آئورت صعودی دارای میانگین $39/5^\circ$ درجه است، ولی زاویه ی بین سرخرگ ریوی با ادامه ی آئورت صعودی تقریباً نزدیک به $137/5^\circ$ درجه (زاویه ی طلایی) می باشد (همچنین مجرای ورودی و خروجی بطن راست از همین شرح تبعیت می کند)؛ اگرچه در پرفشاری ریوی (هایپرتنسیون ریوی) حاد، این زاویه افزایش می یابد. از این رو ابعاد قلب و بطن در انسان سالم با نسبت و زاویه ی طلایی سازگار است و نشانی از ساختار پمپی و بهره وری مطلوب می باشد؛ این در حالی است که با بیمار شدن قلب، این ساختار دچار انحراف می گردد [۲۷]. عدد فی در ریتم ضربان قلب انسان نیز نقش دارد؛ همچنین فواصل تغییرات پتانسیل الکتریکی در نوار قلب (الکتروکاردیوگرام) یک قلب سالم دارای نسبت طلایی است [۲۷، ۴].

نسبت طلایی در معماری و هنر

واژه ی «مهندس» در زبان فارسی و عربی از «هندسه» گرفته شده که به معنای شکل و اندازه است؛ این



شکل ۱۱: نسبت طلایی در (a) پارتنون و (b) هرم بزرگ مصر.

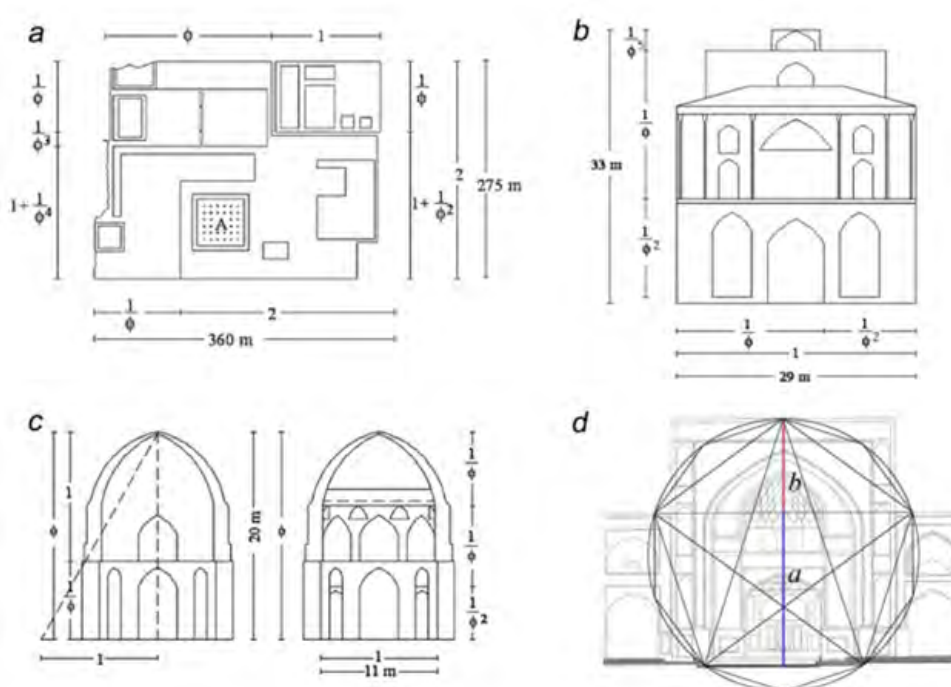
داخلی آن مطابق با معنا و مفهوم سازه برنامه ریزی شده است. معمار سنتی الگوهای هندسی را کنار هم می گذارد و تمام سطح را می پوشاند. به طرح های هندسی به عنوان نماد کثرت می نگرد و با طراحی از آنها یک طرح واحد دارای وحدت می آفریند. تکرار طرح ها به معنای بی نهایت و بی زمانی است. زیبایی و هارمونی که در طرح کلی حاصل از این تکرارها به وجود می آید، نشان دهنده ی نظم هندسی و دیدن یک مرتبه ی فراتر و ژرف تر از قوانین کیهانی است. در این راستا تمام نسبت ها چه در خود الگوها و چه در طرز قرارگیری آنها محاسبه شده است که عدد فی و اعداد فیبوناچی در آنها نقش مهمی را بازی می کنند. طراحی نقشه و بلندای ساختمان ایرانی به طرزی است که تمام نسبت ها رعایت شده و حتی جایگاه درها و پنجره ها و جایگاه قرارگیری کتیبه ها نسبت به هم و نسبت به کل ساختمان محاسبه شده است. بنابراین اندازه ی هر چیز، در تناسب با همه ی اجزاست و معمولاً هیچ چیز مجزا و خارج از شکل کلی وجود ندارد. در بناهای تاریخی ایرانی در نظر گرفتن ثبات و سختی ساختمان به عنوان معیار اصلی و اولیه بی معنی است. یک معمار سنتی اگرچه از نیروها و تنش های ایجاد شده و نقص های ساختاری کاملاً آگاه بود، این محاسبات را در درجه ی دوم کاری خود قرار می داد. عملکرد عناصر سازنده ی ساختار است که شکل کلی ساختمان را ایجاد می کند و شکل آن بدون عملکرد مناسب معنی ندارد. در معماری سنتی ساختار و عملکرد جدایی ناپذیرند در حالی که قواعد معماری مدرن این نسبت کمتر رعایت می شود.

برای مثال آنالیز هندسی بنای پرسپولیس نشان می دهد که در آن کاملاً عدد فی محاسبه شده است (شکل ۱۲a). نسبت طلایی به طور ماهرانه ای در گنبد تاج الملک در مسجد جامع اصفهان در نظر گرفته شده است؛ شرودر [۲۹] که از هر نظر (زیبایی شناسی، هندسه و ساختار مکانیکی) آن را زیباترین ساختار در ایران می داند، با شرح کامل ویژگی های آن، کاربرد پیچیده ی نسبت طلایی را در آن بیان کرده است (شکل ۱۲b). علاوه بر این محاسبات او نشان داد که این ساختمان به صورت پنج ضلعی است، که خود نمادی از این نسبت

اهرام مصر به عنوان یکی از زیباترین آثار تاریخی شناخته شده است. ساختار آنها به دلیل عظمت در اندازه و سادگی در شکل، دارای جاذبه ی فوق العاده ای است. این اهرام هزاران سال پیش از تمدن یونان باستان، توسط مصریان باستان ساخته شده است. پاپیروس احمس که مربوط به همان دوران است و هم اکنون در موزه ی بریتانیا نگهداری می شود، شامل اطلاعات دقیقی از اعداد و ارقامی است که در ۳۰۷۰ پیش از میلاد در ساخت هرم بزرگ جیزه به کار رفته است؛ احمس از عدد فی به نام نسبت مقدس نام می برد. بلندای هرم بزرگ ۵۸۱۳ اینچ (۴۸۴/۴ فوت) است که خود معادل سه عدد فیبوناچی پی در پی است؛ ۵، ۸، ۱۳. این اهرام بر اساسی طراحی شده اند که نسبت ارتفاع ضلع شیب دار به نصف قاعده برابر با عدد فی باشد. بر اساس داده های توماس کوشی ارتفاع هرم بزرگ ۱۴۸/۲، ارتفاع ضلع شیب دار برابر ۱۸۸/۴ متر و نصف قاعده برابر ۱۱۶/۴ متر می باشد. با محاسبه ی نسبت ضلع شیب دار به نصف قاعده، به نسبت طلایی می رسیم [۷، ۲۸]. البته باید ذکر کرد که ریاضیات مصری بر پایه ی اعداد با نسبت طلایی است و این فقط در معماری کاربرد ندارد؛ برای مثال ریاضیات تقویم مصری هم بر این مبنا بوده است [۲۸].

معماری سنتی نظم گیتی را در ابعاد زمینی تجسم می بخشد. در طول قرن های متمادی علم هندسه برای مهندسان ایرانی قدرتمندترین ابزاری بوده تا بتوانند بر اساس اندازه گیری نسبت های گیتی، بر روی زمین ساختاری زیبا و موزون و در تعادل با طبیعت بسازند و در حقیقت زیبایی را به نظم درآورند. در این معماری، چه ابعاد سازه و چه طرح ها و شکل ها همه از قواعد هندسی و تناسب طبیعی تبعیت می کنند؛ در نتیجه ساختار درست باعث عملکرد درست می گردد. در واقع در ایران معماری یک زبان نمادین برای بیان ایده ی کهن الگوهای بی بوده که در آن زمان با ادراک انسان به تصویر در می آمده است. همانطور که معماری در قلمرو روح و عقل قرار می گرفت، هندسه به عنوان ابزاری بوده تا سطوح و اشکال به صورتی شکل گیرند که خود مقدس واقع شوند.

در این معماری هم به طراحی ساختار بیرونی و درونی ساختمان توجه شده و هم دکوراسیون



شکل ۱۲: (a) نقشه ی پرسپولیس (۳۳۰-۵۱۸ قبل از میلاد) و ابعاد آن با نسبت طلایی؛ (b) عالی قاپو (۱۶۶۸-۱۵۹۷ بعد از میلاد)، (c) گنبد تاج الملوک مسجد جامع اصفهان (۱۰۸۸ بعد از میلاد) و محاسبات هندسی آنها [۳۰]؛ (d) رواق ضلع شمالی مسجد جامع اصفهان [۳۱].

نمای دستگاه هایی مانند موبایل، اتو و یا دوربین از این عدد به خوبی استفاده می شود چرا که شکل آن را بسیار جذاب تر می نماید [۳۲]. در انتها به سوالي که هزاران سال است ذهن انسان را درگیر کرده می پردازیم؛ آیا زیبایی یک ویژگی ذاتی وابسته به شی است و یا سلیقه ای و وابسته به بیننده است. آیا می توان با اثر بیولوژیک آن بر روی انسان به این سوال پاسخ داد؟ یک مطالعه با استفاده از تکنیک fMRI^۱ بر روی مغز انسان تا حدودی به این سوال پاسخ داد. تصاویری از شاهکارهای هنری کلاسیک مربوط به زمان رنسانس که دارای اصل تناسب طلایی است را تهیه کرده و همچنین تصاویر دستکاری شده از آنها که کمی تناسب آنها را زیاد یا کم کرده بودند فراهم آوردند، تأثیر آنها را بر روی مغز بینندگان آزمایش کردند. این آزمایش به دو

است. به همین صورت مسجد شیخ لطف الله نشان دهنده ی استفاده ی شگفت انگیز این نسبت در این امارت بوده و کاربرد پنج ضلعی طلایی را به تصویر کشیده است [۳۰]. علاوه بر طرح کلی بنا، همانطور که ذکر شد تمام قسمت ها از این هندسه تبعیت می کنند؛ در یک مطالعه بیان شد که تمام رواق های مسجد جامع اصفهان بر اساس اعداد فیبوناچی و نسبت طلایی است که در شکل ۱۲d فقط رواق شمالی به عنوان مثال ذکر شده است [۳۱]. همانطوری که ذکر شد عدد فی از زمان های قدیم معیاری برای زیبایی شناسی شناخته می شود و در هنر و معماری به عنوان یک اصل شناخته می شده است در حالی که در آثار مدرن به عنوان فاکتوری جانبی به آن می نگرند. البته هم اکنون نیز در طراحی بسیاری از محصولات از آن بهره می برند؛ برای مثال در طراحی اتوموبیل یا

1. Functional magnetic resonance imaging (functional MRI)

در اندازه گیری بر مبنای طبیعت قبل از ساخت در نظر بگیرند، شیوه نیکویی را گسترش می دهند و موجب کاهش معضلات اجتماعی و راهگشایی به سوی سلامت، محیط زیست و توسعه پایدار در بر خواهند داشت. توجه: شایان ذکر است شکل های این مقاله، به جز آنهایی که منبع آن ذکر شده، توسط نویسنده طراحی و رسم شده است.

منابع و مآخذ

- [1] Dunlap, R. A. (1997). The Golden Ratio and Fibonacci Numbers, World Scientific Publishing, Singapore.
- [2] Olsen, S. (2006). The Golden Section: Nature's Greatest Secret, Bloomsbury Publishing USA.
- [3] Huntley, H. (1970). The Divine Proportion: A Study in Mathematical Beauty, Dover Publications, UK.
- [4] Akhtaruzzaman, M. (2011). Geometrical Substantiation of Phi, the Golden Ratio and the Baroque of Nature, Architecture, Design and Engineering, International Journal of Arts, 1(1), p. 1-22.
- [5] Ghyka, M. C. (1946). The Geometry of Art and Life, Courier Corporation, USA.
- [6] Livio, M. (2008). The Golden Ratio: The Story of Phi, the World's most Astonishing Number, Broadway Books, USA.
- [7] Koshy, T. (2011). Fibonacci and Lucas Numbers with Applications, John Wiley & Sons.
- [8] Omotheinwa, T. (2013). Fibonacci Numbers and Golden Ratio in Mathematics and Science, International Journal of Computer and Information Technology, 2(4), p. 630-638.
- [9] Stakhov, A. (2006). The Continuous Functions for the Fibonacci and Lucas p-Numbers, Chaos, Solitons & Fractals, 28(4), p. 1014-1025.
- [10] Lawlor, R. (1982). Sacred geometry: philosophy and Practice, Crossroad Publishing.
- [11] Boeyensa, J. C. (2009). Commensurability in the Solar System, Physics Essays, 22(4), p. 1-16.
- [12] Fuller, M. (2007). Geometry-Set In Stone.
- [13] Reynolds, M. (1999). A Comparative Geometric Analysis of the Heights and Bases of the Great Pyramid of Khufu and the Pyramid of the Sun at Teotihuacan, Nexus Network Journal, 1(1-2), p. 23-42.
- [14] Schimper, K. F. (1835). Beschreibung des Symphytum Zeyheri und Seiner Zwei Deutschen Verwandten der

صورت انجام گرفت، یکی آنکه بیننده فقط بدون هیچ نقدی به تصویر نگاه کند؛ دوم اینکه بیننده باید نسبت به زیبایی یا زشتی و همچنین نسبت به تناسب آن شاهکار نظرات خود را ارائه دهد (نگاه منتقدانه). نتیجه ی قسمت اول بسیار شگفت انگیز بود؛ نظاره ی تصویر شاهکار اصلی نسبت به آنهایی که دستکاری شده بودند، به طور قابل توجه و ویژه ای سمت راست اینسولای مغز را فعال کرد و همچنین بطن های طرفی و نواحی قشری مغز (نواحی جلوی مغز، لوب پس سری شکنج مغز و بخش پیش گوه) تحریک شد؛ در لحظه ی دیدن تصویر فعالیت اینسولا در بیشترین حالت بود. نتایج عجیب تر زمانی بود که بینندگان شروع به قضاوت در مورد زیبایی شناختی تصاویر نمودند، تصاویری که به آنها زیبا می گفتند، بخش راست آمیگدالا را فعال می کرد (نسبت به آنهایی که زشت تلقی می شدند). بنابراین حس زیبایی دارای دو فرایند متقابل منحصر به فرد است، اینکه خود شی هدف زیبایی باشد (با فعالسازی اینسولا) و اینکه زیبایی، احساسات فردی را تحریک نماید (زیبایی ذهنی) [۳۳].

نتیجه گیری

نسبت طلایی و اعداد فیبوناچی با وجود آوردن هندسه ی طلایی، یک نقش معماگونه را در طبیعت بازی می کنند. از اتم تا کیهان طبق قواعد الهی شکل می گیرند که این نسبت یکی از آنهاست که دانشمندان بیشتر رشته ها را درگیر خود می سازد. با چشم اندازی به عدد فی به نظر کلمه ی «زیبایی» را تا حدی فهم می کنیم. واژه هایی همچون عملکرد مناسب، تقارن، تعادل و سلامت همه در این واژه جای می گیرند در حالی که در حال حاضر این واژه معنای خود را از دست داده است. با فهم قواعد طبیعت و نزدیک کردن دست ساز بشر به این قوانین، سلامتی و زیبایی در همه ی سطوح برای ساکنان زمین فراهم می شود. انسان می تواند با الگوبرداری از اندازه و هندسه طبیعت (نسبت طلایی فی) در دست ساخت خود و برای شناخت عدم تعادل و بیماری ها از این اندازه بهره برداری نماید. مطمئناً کاربرد این تقارن و نسبت طلایی در صنعت انسان نه فقط نقش زیبایی را ایفاء می نماید تا دیگران مجذوب آن شوند، بلکه در تعادل و تنظیم امور هر ساخت نقش ایفا می کند. اگر صنعتگران و معماران و سازندگان امروز راه و روش مردمان دیروز را

- [25] Levin, E. I.(1978). Dental Esthetics and the Golden Proportion, The Journal of Prosthetic Dentistry, 40(3), p. 244-252.
- [26] Snow, S. R.(1999). Esthetic Smile Analysis of Maxillary Anterior tooth width: the Golden Percentage, Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 11(4), p. 177-184.
- [27] Henein, M. Y.(2011). The Human Heart: Application of the Golden Ratio and Angle, International Journal of Cardiology, 150, p. 239-242.
- [28] Stakhov, A.(2006). The golden section, secrets of the Egyptian civilization and Harmony Mathematics, Chaos, Solitons & Fractals, 30(2), p. 490-505.
- [29] Pope, A. U.(1938).Pre-Achaemenid, Achaemenid, Parthian and Sasanian Periods. Vol. 4 of A Survey of Persian Art from Prehistoric Times to the Present, London: Oxford University Press.
- [30] Hejazi, M.(2005). Geometry in Nature and Persian Architecture, Building and Environment, 40(10), p. 1413-1427.
- [31] Mahdipour, M.(2012). The Application of Golden Proportion in the Façades & Ornaments of Quadruple Vaulted Porticos of Jami Mosque in Isfahan, Iran, Journal of Civil Engineering and Urbanism, 2(3), p. 97-101.
- [32] Page, T.(2010).Natural Sections in Product Design, International Journal of Contents, 6(3), p. 71-82.
- [33] Di Dio, C.(2007). The Golden Beauty: Brain Response to Classical and Renaissance Sculptures, PloS one, 2(11), p. e1201.
- S. Bulbosum Schimper und S. Tuberosum Jacq, Germany.
- [15] Braun, A. (1831). Vergleichende Untersuchung über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen als Einleitung Zur Untersuchung der Blattstellung überhaupt, Germany.
- [16] King, S.(2004). On the Mystery of the Golden Angle in Phyllotaxis, Plant, Cell & Environment, 27(6), p. 685-695.
- [17] Okabe, T.(2015). Biophysical Optimality of the Golden Angle in Phyllotaxis, Scientific Reports, 5, p. 1-7.
- [18] Klar, A. J.(2002).Plant Mathematics: Fibonacci's Flowers, Nature, 417(6889), p. 595-595.
- [19] Elam, K. (2001). Geometry of Design: Studies in Proportion and Composition, Princeton Architectural Press.
- [20] Brandmuller, J.(1992). Fivefold Symetry In Mathematics, Chemistry, Biology and Beyond, Fivefold Symmetry, World Scientific Publishing, Singapore, p. 11-13.
- [21] Basin, S.(1963). The Fibonacci Sequence as it appears in Nature, Fibonacci Quarterly, 1(1), p. 53-56.
- [22] Ricketts, R. M.(1982). The Biologic Significance of the Divine Proportion and Fibonacci Series, American Journal of Orthodontics, 81(5), p. 351-370.
- [23] Littler, J. W.(1973). On the Adaptability of Man's Hand: With Reference to the Equiangular Curve, The Hand, 5(3), p. 187-191.
- [24] Prokopakis, E. P.(2013). The Golden Ratio in Facial Symmetry, Rhinology, 51(1), p. 18-21.

فناوری های جدید بر مبنای دانش زیست الگو و الهام زیستی

زینب موسوی موحدی*

چکیده

زمینه زیست الگو، مطالعه طبیعت و پدیده های طبیعی برای درک اصول زیربنایی مکانیسم های طبیعت است تا بتوان از آن ایده و الگو برداری نمود. این موضوع برای رشته های علوم پایه، مهندسی، علوم دارویی و سایرین می تواند الگوی زیست سازگار باشد که از مفاهیم آن بهره مند شوند. از آنجاکه سرعت بشر در صنعتی شدن موجب خطر تهدید بقا شده است، راه حل الگوبرداری از طبیعت و الهام گرفتن از آن به طور بالقوه می تواند بهترین روش برای از بین بردن آلودگی و کمبود منابع و زندگی سالم باشد. این الگو منطبق با منطق تکوین و مطمئناً دارای بازدهی بهینه نسبت سایر الگوها می باشد. اساس دانش زیست الگو، از نو خلق نمودن و بازتولید برخی از جنبه های بیولوژیکی مانند روابط ساختار-عملکردی است که در موجودات زنده مشاهده می شود و در نهایت می تواند به الهام زیستی هدایت شود که در آن خواص ساختار-عملکرد به سطوح بسیار متعالی کشانده می شود. طبیعت دارای تجربه میلیاردها سال است و بشر می تواند با یادگیری و الگوبرداری از این بانک بزرگ ایده ها، مجهز به نقشه ها و راهبرد های آن گردد و اقتصادی را بنا کند که تکامل و فناوری های آن از جنس طبیعت، زیست سازگارتر و با ثبات تر باشد.

واژگان کلیدی: زیست الگو، الهام زیستی، فناوری، ساختار عملکرد، زیست سازگار.

*عهده دار مکاتبات، استادیار، پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران، تهران، ایران. تلفن: +۹۸۲۱۴۴۷۸۷۷۹۷، آدرس الکترونیکی: z.moosavi@ccerci.ac.ir

است. در این مسیر دستاوردهایی بدست می آید که موجب حذف ضایعات و صرفه جویی در هزینه تحقیقاتی می گردد. بنابراین دانش زیست الگو، یادگیری از طبیعت و سپس الگوبرداری از شکل، فرآیند و زیست بوم است که برای ایجاد طرح ها و تدبیرهای پایدارتر و مداوم تر به کار می رود.

قلمرو های زیست الگو

بشر به شدت با صنعتی شدن و استخراج منابع، طبیعت را تحت فشار قرار داده است. ولی دانش زیست الگو می تواند با استفاده از ویژگی های طبیعی به عنوان اساس نوآوری برای محصولات جدید زیست سازگار پیشرفت نماید. این محصولات می توانند با استفاده از زمینه های شیمی، زیست شناسی، معماری، مهندسی، پزشکی و سایر رشته ها طراحی شوند تا بتواند برای بشر تسهیلات خوبی به ارمغان آورند. ارتباط بین این رشته ها (که بوسیله دانش زیست الگو به هم اتصال دارند) نقش اساسی را در همزیستی بشر با طبیعت ایفا می کند و استفاده از آن می تواند بی حد و مرز باشد. بنابراین شناخت این رشته ها در قالب زیست الگو و دانستن مثال هایی از آنها بسیار مهم می باشد.

تاریخچه دانش زیست الگو

دانش زیست الگو زمینه ای گسترده، با سابقه ای بسیار طولانی است که در زندگی روزمره بدون اطلاع وارد شده و بسیار مورد استفاده است. از وسایلی مانند چاقو و تبر که از ساختار دندان حیواناتی که در حال حاضر منقرض شده اند، الهام گرفته شده تا قوی ترین لبه های برش نانو کربنی، زیست مهندسی^۲ همیشه با تاریخ بشر همراه بوده است. بشر در دوران های بسیار دور زندگی و لوازم مورد نیاز خود را از طبیعت الهام گرفته است اما در دوران های نزدیک می توان نمونه هایی از موارد زیر را مثال زد: لئوناردو داوینچی (۱۴۵۲-۱۵۱۹) یکی از افرادی است که در زمینه زیست الگو کار کرده است. او یک ماشین پرنده که با الهام از پرواز پرندها

اگر تاریخ سیاره زمین را به یک سال فشرده نمایم، انسان در پانزده دقیقه آخر ظاهر می شود. از این پانزده دقیقه، پیشرفت های صنعتی در کمتر از یک دقیقه آخر رخ داده است [۱]. اگرچه سرعت سریع صنعتی شدن باعث زندگی طولانی تر و غلبه بر بیماری ها شده است، اما باعث تخریب و آلودگی محیط زیست گشته و این موضوع خود بقای بشر را تحت تاثیر قرار می دهد. در جریان صنعتی شدن، بشر برای محصولات بیشتر که می تواند زندگی ما را بهبود بخشد، تلاش کرده است اما با معضل کمبود منابع و دستکاری در طبیعت مواجه شده است که بقایش را تهدید می نماید. راه حل ها برای رفع کمبود منابع و مشکل بقا به خوبی برای ما روشن نیست ولی با تعامل و الگو گیری از طبیعت^۱ (زیست الگو) به عنوان الگویی استاندارد و راهنما می توان مشکلات امروز را در آینده نزدیک هموار کرد [۱، ۲].

به تازگی بشر چشم های خود را به فن آوری زیست الگو گشوده است و تلاش هایش در این زمینه با موفقیت همراه بوده است. این مقاله به شناخت نمونه هایی از علم و فناوری زیست الگو و چگونگی استفاده از آن در حال و آینده پرداخته است.

الگوبرداری از طبیعت (زیست الگو): گذشته، حال و آینده

اصطلاح بیومیمتیک یا زیست الگو از دو کلمه یونانی BIOS به معنی حیات و MIMESIS به معنای تقلید برگرفته شده است. به طور خاص علم زیست الگو، فناوری خلاقانه الگوبرداری از طبیعت است که بتواند زندگی بشر را بهبود بخشد. موضوع زیست الگو ایده ای است که بشر از زمان های بسیار دور، با نگاه کردن به طبیعت الهاماتی (الهام زیستی) گرفته که در زندگی خویش استفاده کرده است. این علم بر این اساس پایه گذاری شده است که هیچ الگویی بهتر از طبیعت برای توسعه جدید وجود ندارد و این ایده نتایج بسیار خوبی در عملکرد و بهره وری ایجاد کرده

1. Biomimetics
2. bioengineering

و رابطه دقیق مابین این دو است. رابطه مابین ساختار و عملکرد به طور معمول از ساختار سطح نشات می گیرد که برای مثال توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی مشاهده می شود. این ساختار های مطلوب نقش مهمی را در ارگانیسم، به عنوان اولین مرحله از الگوبرداری از طبیعت، ایفا می کنند. ماهیت مواد زیست الگوی جدید در کشف سلسله مراتب ساختار آنها و عملکرد مربوط به هر کدام می باشد و در این صورت است که به آنچه مورد استفاده ما قرار می گیرد نزدیک می شود. بزرگترین و مهمترین چالش در زیست الگو این است که چگونه نانو یا میکرو ساختارها در ارتباط با ارگانیسم و محیط عملکرد دارند، به ویژه زمانی که هنوز معضل این تحقیقات کامل نشده باشد [۲]. به همین منظور محققان این رشته از طبقه بندی های خاص زیست الگو، به عنوان پایگاه داده های عملی^۵ استفاده می نمایند [۸]. ماهیت مواد زیست الگوی جدید در کشف سلسله مراتب ساختار آنها و عملکرد مربوط به هر کدام است و در اینصورت است که به آنچه مورد استفاده ما قرار می گیرد نزدیک می شود. یافتن نمونه هایی مهم و پایه از طریق پیوند زیست شناسی با تاریخچه طبیعت و علم مواد مرحله بعدی تحقیقات زیست الگو است. شناسایی و تشخیص مکانیسم های یک عملکرد در یک ارگانیسم و الگوی به حداقل رسیدن انرژی آنها در مرحله بعدی تحقیقات زیست الگو قرار می گیرد [۲].

الهام زیستی^۱، روشی که با استفاده از پدیده های زیست شناسی، تحقیقات علوم غیر زیستی و تکنولوژی را بر می انگیزد، موضوعی است که زمینه های مختلفی را برای پژوهش نشان می دهد. الهام زیستی فراتر از پتانسیل خود برای ایجاد هسته ایده های جدید، دارای دو ویژگی مهم دیگر است و آن اینکه می تواند موضوعات را در تحقیقات از نظر روش و تکنیک نسبتاً ساده نماید. دیگر آنکه می تواند به زمینه هایی منجر شود که در آن نتایج، راحت تر و مستقیم تر از دیگر روشها، به عملکردی مناسب منجر شود [۹]. اصطلاح های زیست الگویی و الهام زیستی اغلب

طراحی نمود [۳]. در خاور دور ژنرال سان سین کشتی جنگی ای با الهام از مدل لاک پشت برای مبارزه با مهاجمان ژاپنی ساخت [۴]. برادران رایت (۱۸۶۷-۱۹۴۸) با ایده گرفتن از بال عقاب، هواپیمایی با قدرت ساختند که با آن بشر توانست برای اولین بار پرواز کند و در قرن بعد این هواپیما ها سریع تر، پایدار تر و آیرودینامیک تر شدند [۵، ۶]. اشمیت^۱ اولین نفر بود که اصطلاح الگوبرداری از طبیعت (زیست الگو) را در سال ۱۹۵۷ ابداع نمود و آنرا نقطه عطفی برای زیست شناسی و فناوری اعلام نمود [۷]. در سال ۱۹۹۷، خانم جنین بنیوس^۲ در زمینه علوم طبیعی کتاب خود را با عنوان الگوبرداری از طبیعت (زیست الگو)^۳ چاپ نمود که در آن تاکید می کند که زیست الگو و درس گرفتن از آن، راهی برای رسیدن به عصر جدید توسعه فناوری و محصولات آن می باشد [۱]. خانم جنین بنیوس و همکارانش شرکتی اجتماعی^۴ به نام Biomimecry ۳.۸ را راه اندازی نمودند تا بتوان در آن ایده ها و مفاهیم علم زیست الگو را به اشتراک گذاشت که در آن پژوهشگران بین رشته ای، دانشمندان علوم پایه، هنرمندان، مهندسين، رهبران تجارت و سهامداران بتوانند از طریق آن با هم ارتباط داشته باشند. Biomimecry ۳.۸ ادعا دارد که می تواند خود را در جهت یادگیری و تعلیم از میلیارد ها سال عمر جهان قرار دهد و مجهز به نقشه ها و استراتژی های آن گردد.

روش تحقیق و پژوهش در علم زیست الگو

اساس پژوهش برای دانش زیست الگو مراحلی دارد که می تواند برای طراحی، محصول دهی، خدمات و کاربری آن مورد استفاده قرار گیرد [۲]. عملکرد یک ارگانیسم، و اصولی که تحت اثر آن عملکرد خاص پدید می آید و روابط مابین این دو، باید برقرار شود. دانش و استفاده از مواد مختلف لازم است که از طریق تحقیق و تدوین در پایگاه داده ها جمع آوری گردد. ساختار مناسب و شبیه سازی آن اولین مرحله الگوبرداری است. اولین قدم، شناخت ساختار و عملکرد ارگان طبیعی

1. Schmitt
2. Janine Benyus
3. biomimecry

4. social enterprise
5. Practical database
6. Bioinspiration



شکل ۱- میوه درخت زانتیوم استراماریوم و ایده چسب ولکرو از آن

نایلون طراحی شد. نوار چسب شامل یک نوار با حلقه و یک نوار با قلاب است که امروزه در انواع لباس و کفش به کار می رود.

هواپیما

رویای طولانی مدت بشر برای پرواز، توسط ظهور هواپیما به تحقق پیوست. اساس ساختار بال های هواپیما، تفاوت در اندازه سطح منحنی شکل روی بال با سطح زیرین بال است که موجب نیروی هیدرودینامیکی می شود و با اثر برنولی^۱ آنرا شرح می دهند. از طریق این ساختار هیدرودینامیکی، سرعت جریان هوا بر روی سطح بالایی بال ها تندتر و در زیر بال ها کندتر است. فشار بالاتر در زیر بال ها و سرعت اوج گرفتن، هواپیمایی با وزن ۱۰۰ تن را قادر به پرواز می نماید. اگرچه این قاعده ای کلی بود که باعث شد برادران رایت در اولین پرواز موفق شدند ولی نتیجه سال های متمادی از تحقیقات زیست الگوی بشر روی ساختار و طرح بال پرندگان و پر های آنان بود.

فرا تر از پرواز فردی پرندگان، پرواز گروهی پرندگان نیز می تواند مورد الگوبرداری قرار گیرد. پرواز یک دسته غاز وحشی به صورت V شکل باعث جریان صعودی هوا می گردد که موجب می شود پرندگان عقبتر با انرژی کمتری پرواز

به جای یکدیگر استفاده می شوند، زیرا که این دو اصطلاح توصیفگر مفاهیم بسیار مشابه به هم هستند. در هر دو مورد، ایده ها باید به گونه ای باشد که بعضی از خواص یا عملکرد سیستم بیولوژیکی در سیستم غیر زیستی تکرار و اجرا شود. دیدگاه زیست الگو اغلب در تلاش برای رسیدن به این هدف، از طریق باز تولید برخی از جنبه های بیولوژیکی است در حالیکه رویکرد الهام زیستی، کشف و جذب ایده های ضروری تر است؛ ایده هایی که یک سیستم بیولوژیکی را پی ریزی^۲ می کند (حکمت خلق) به طوریه همان ایده بتواند در یک فناوری اجرا شود [۱۰]. میزان عملکرد مورد انتظار که از طریق ساده سازی الگوبرداری از سیستم های زنده بدست می آید، موجب درک عمیق از عوامل کنترل کننده فرآیندهای بیولوژیکی مورد بررسی نیز می گردد. در حالی که دانش زیست الگو نقش مهمی در تحقیقات اکتشافی و در علوم پایه ایفا می کند، در پیاده سازی فناوری خود تا حدی محدود است. انتقال این موضوع از علوم پایه به علوم کاربردی را دانش الهام زیستی به عهده می گیرد. مهندسی الهام زیستی نیاز به درک درستی از اینکه چگونه سیستم های زیستی کار می کنند دارد. با این حال طراحی و مهندسی سیستم های الهام گرفته شده اجازه می دهد ویژگی هایی به سیستم اضافه شود که در سیستم های بیولوژیکی نیست. بنابراین ممکن است یک سیستم الهام گرفته شده با عملکردی برتر از سیستم بیولوژیکی یا زیست الگو باشد [۱۱].

مثال هایی از دانش زیست الگو در صنعت چسب ولکرو^۳

چسب ولکرو، چسب متداول قلاب و حلقه [۱۱] در سال ۱۹۴۰ مهندس سویسی «جورج د ماسترال»^۴ متوجه شد که میوه درخت زانتیوم استراماریوم^۵ به شلوار او چسبیده است. با استفاده از میکروسکوپ متوجه شد که این میوه دارای قلاب هایی است (شکل ۱) که باعث اتصال آن به پارچه می شود. با ایده گرفتن از این میوه چسب ولکرو از جنس

1. Underpin
2. Velcro
3. George de mastral

4. Xanthium strumarium
5. Bernoulli effect



شکل ۲- ماهی باکس فیش و ایده خودروی زیست الگو از آن

در معماری دارد. قابل توجه ترین نمونه معماری زیست الگو لانه موریانه در مراتع آفریقا با شش متر ارتفاع است. این لانه ها از خاک، پوسته درخت، شن و ماسه و بزاق موریانه ساخته شده است که هنوز هم از بتن محکم تر هست [۱۵]، [۱۶]. موریانه ها بسیار به حرارت حساس هستند ولی بقایای آنها بیشتر از دو میلیون سال است. حتی اگر دمای بیرون از لانه آنها ۴۰ درجه سانتی گراد باشد، دمای داخل لانه ۳۰ درجه می ماند. انسان از این سیستم برای فناوری تهویه، گرمایش و سرمایش الگوبرداری کرده است. مایک پیرس از زیمبابوه با توجه به این ویژگی های لانه موریانه، مرکز ایست گیت^۲ که دارای اولین خنک کننده طبیعی در جهان است را در پایتخت زیمبابوه، حراره (شکل ۳) ساخته است. این ساختمان دارای روزنه هایی بر روی سقف هر طبقه و بام شبیه لانه موریانه می باشد که اجازه می دهد تهویه طبیعی صورت بگیرد. هوای گرم از سقف بام خارج شده و هوای سرد از زیر جایگزین می شود. اینگونه هوای داخل ساختمان

نمایند. ایرباس برای ساخت هواپیماهای خود از این مدل الگو گرفته است. پرندگان که مدت زمان طولانی تری پرواز می کنند نسبت به پرندگان که مدت زمان کوتاهتری پرواز می کنند، دارای شکل بال و پاهای متفاوتی هستند که این ایده در هواپیماهای کم پرواز و بلند پرواز پیاده شده است.

اتومبیل

در طول دهه های اخیر، طراحی خودرو نه تنها در اشکال خارج اتومبیل ها بلکه در عملکرد آنان اثر داشته است. دیدگاه انرژی از جوانب صرفه جویی و کارایی در اتومبیل توسط دانش زیست الگو پیاده شده است و نمونه اولیه آن توسط دایملر کرایسلر^۱ با مفهوم بیونیک شرح داده شده است. بیرون این خودرو شبیه به باکس- فیش (ماهی جعبه ای)^۲ طراحی شده است (شکل ۲) که باعث ثبات و آیرودینامیکی بیشتر خودرو می گردد. ساختار این خودروی زیست الگو دارای ظاهری بزرگ و چرخ هایی کوچک است. این طراحی از طریق شبیه سازی کامپیوتری برای رسیدن به تنش حداقل مورد بررسی قرار گرفته است. این خودرو با سرعت پیشینه ۱۹۰ کیلومتر بر ساعت دارای راندمان سوخت ۲۳ کیلومتر بر لیتر، کارآمدترین اتومبیل در میان اتومبیل های موجود از نظر مصرف سوخت است [۱۲].

قسمت جلوی قطار سریع السیر ژاپن از منقار مرغ ماهیخوار الگوبرداری شده است. این موضوع باعث شده است که وقتی قطار از تونل خارج شده و داخل شهر می شود، صدایی که در اثر شکافتن و مقاومت هوا ایجاد می شود، کمتر شده و آلودگی صوتی به حداقل برسد، این در حالی است که شتاب و بهره وری انرژی افزایش می یابد [۱۳، ۱۴]. این ایده از مشاهده شیرجه مرغ ماهیخوار عمود بر سطح آب به هنگام شکار که موجب حداقل صدای پاشش آب برای شکار آرام می شود، گرفته شده است.

معماری

استفاده از دانش زیست الگو تاریخچه بلند مدتی

1. Daimler Chrysler
2. boxfish

3. EASTGATE

حتی اگر بیرون دمای هوا بالا تر از ۳۸ درجه سانتی گراد باشد، ۲۴ درجه باقی می ماند.

دانش زیست الگو در علوم پایه، مهندسی پزشکی و علوم دارویی

دانش زیست الگو موجب تسهیل و بهبود زندگی بشر شده است. در آینده دانش زیست الگو از طریق ترکیب شدن طب، علوم پایه و مهندسی پزشکی برای درمان بیماری ها، معلولیت های جسمی و زخم ها تاثیر بیشتری خواهد داشت. به خصوص احیای پزشکی و مهندسی بافت در این زمینه بسیار امیدوار کننده است. اصول و عملکردهایی که از دانش الگوبرداری در مهندسی پزشکی، از جمله اینکه چگونه یک مارمولک دم خود را بازسازی می کند و یک گوزن شاخدار تحقیقات زیست الگو در زمینه شیمی از دسته اولین تحقیقات زیست الگو است و هدف آن الگوبرداری در سطح ملکولی است [۱۷]. در این مطالعات آنزیم ها و غشا های زیستی مورد الگوبرداری قرار گرفته اند [۱۸].

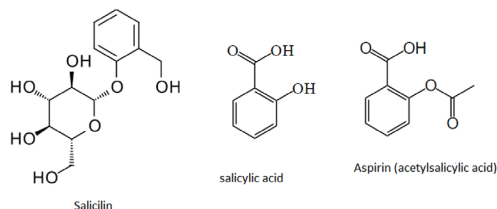
مطالعات فتوسنتز مصنوعی که پایه و اساس سلول های خورشیدی حساس به رنگ است نیز در زمینه این رشته فعال شد. نسل بعدی دانش زیست الگو، ترکیب زیست شناسی با فناوری های دیگر برای حل مسائل می باشد. نانوذرات مهندسی شده نقش بسیار مهمی در علوم زیست پزشکی و نانو دارویی ایفا می کند. علی رغم پیشرفت های قابل توجه در این زمینه، هنوز ساخت نانو ذرات حمل داروها با اثرات تعریف شده درمانی دقیق، در زمان و مکان خاص مورد هدف انتشار دارو، دشوار باقی مانده است. بدن سیستم بسیار پیچیده ای است که درمقابل مواد خارجی، موانع فیزیولوژیک و سلولی متعددی را ایجاد می کند. پس از وارد شدن نانوذرات در جریان خون برای رسیدن به هدف اصلی موانع زیادی را طی می کند. یک طراحی ویژه موفق در این زمینه، پنهان کردن این نانوذرات، توسط پوشش دهی سطح خارجی آن با الگو گرفتن از ترکیب ساختاری و عملکردی از غشا بیرونی سلول است [۱۹]. امروزه، برای درمان بیماری ها از سامانه های زیستی برای

مدل سازی اثر داروها در سلول های هدف با کمترین عوارض جانبی و همچنین شناخت سیستمی بیماری های انسان و حیوان استفاده می شود [۲۰]. تاریخچه داروی آسپرین که نام دیگر آن استیل سالیسیک اسید^۱ است، ریشه در دانش زیست الگو دارد. استفاده داروهای ساخته شده از پوسته درخت بید و دیگر گیاهان غنی از سالیلات از هزاره دوم قبل از میلاد در پاپیروس های مصر ظاهر شده است. در یونان باستان، بقراط از چای سالیسیک برای پایین آوردن تب بیماران استفاده می نموده است. سالیسین ماده موثره پوسته درخت بید در سال ۱۸۲۳ استخراج شد و از روی آن، در سال ۱۸۵۳ اسید سالیسیلیک سنتز شد، اما این ماده دارویی محرک روده بود. در سال ۱۸۹۳ یک دانشمند آلمانی با افزودن یک گروه استیل به اسید سالیسیلیک (آسپرین)، محرک نمودن آنرا برای روده کم نمود. امروزه آسپرین دارویی عمومی به عنوان داروی ضد التهاب، جلوگیری کننده از سکنه های قلبی و مغزی، ضد سرطان روده، ضد دیابت و ... برگرفته از سالیسین درخت بید است (شکل ۴).

دانش زیست الگو در بسیاری از زمینه های مهندسی پزشکی نیز پیشرفت کرده است. سوزن های سرنگ بدون درد که در دانشگاه کانسای ژاپن توسعه یافته است، یکی از مثال های زیست مهندسی است که عملیات پزشکی را بهبود داده است. این گروه قسمت های ساختار دهان پشه که قادر به مکش خون از میزبان با حداقل التهاب است را مدل نموده اند. آنها با استفاده از پلیمر زیست تخریب پلی لاکتیک اسید سوزن سرنگی را ساخته اند که از سوزن های مرسوم بی خطر تر و کاربردی تر است [۲۱]. علاوه بر اینها، رویکرد دانش طبیعت الگو زمینه های جدیدی را در مهندسی بافت فراهم می کند. ساختارهای فیبری چند عملکردی پتانسیل بالایی برای بازسازی بافت دارد. این نانو فیبر ها الهام گرفته از نانوفیبرهای کربناتی طبیعی است که کارایی بالایی در مرمت و احیای بافت دارد [۲۲].

با توجه به ماهیت ناهمگن بودن سلول و ریزمحیط اطرافش، طرح های زیست الگو با الگو گرفتن از محیط های پیچیده سلول در حالت زنده مورد مطالعه قرار گرفته است تا ویژگی ها و شاخص

1. Acetylsalicylic acid, ASA



شکل ۴- مراحل الگوبرداری آسپیرین از سالیسین درخت بید

شکل ۳- لانه موربان و ایده مرکز ایست گیت در زیمبابوه از آن

بنابراین شناخت و الگوبرداری از طبیعت، ایده بسیار خوبی برای همگرایی علوم می باشد. برای دستیابی به این الگو نیاز به دانش علوم بنیادی، شناختی و حکمت است که موجب زایش فناوری های پیشرفته می گردد [۲۴]. حیوانات، گیاهان و حشرات نیز از دانش و فناوری زیست الگو برای ایجاد زیست بوم، بدون هیچ عارضه جانبی بر روی طبیعت، استفاده می کنند و این رفتار و روش زندگی موضوعی است که بشر در عصر کنونی به آن نیاز دارد و لازم است آن را فراگیرد. برای مثال ما می توانیم از مجموعه ای از فناوری های فشرده و نهفته در DNA یا ساختار سطح موجودات میکروسکوپی که در طول مدت زمان زیاد برای تکامل و بقا به کار گرفته اند، درس فرا گیریم [۲۵]. بنابراین در دانش زیست الگو لازم است یادگیری درباره طبیعت را سر مشق زندگی خود قرار دهیم و با طبیعت که مادر تکوینی ماست بیشتر انس بگیریم تا به ما بیاموزد چگونه زندگی نمائیم. حکمت و قوانین صحیح در طبیعت موجب شده است که بشر این علم را الگوی دیگر علوم قرار دهد و با تقلید از علوم و فن آوری های طبیعت پس از شناخت آن می تواند با الگو گرفتن از آن جوامع انسانی را از منافع آن بهره مند سازد [۲۴، ۲۵].

جهانی را تصور کنید که آموزگار آن نبوغ طبیعت باشد و آینده ای پیش می آید که در آن توسعه انسان هوشمند منجر به زیست بوم پر رونق می گردد. به زودی بشر

های ارتباط سلول و اطرافش را مورد بررسی قرار دهند. با طراحی ریز محیطی مانند میکرو-ول، محققان بر هم کنش های سلول به سلول را در گره های لفاوی یا دیگر بافت هایی که دو نوع سلول به صورت پویا با زبان ایمونولوژی با هم ارتباط دارند، الگوبرداری نموده اند [۲۳].

نتیجه گیری

علم الگوبرداری از طبیعت (زیست الگو)، در بسیاری از زمینه ها حتی بدون تحقیقات رسمی استفاده شده و پیشرفت کرده است. ایده های خلاق بشر موجب پیشرفت سریع توسعه و تکامل شده است اما این سرعت زیاد در صنعتی شدن موجب آلودگی محیط زیست و کمبود منابع طبیعی گردیده است که تهدیدی جدی برای بقا و آینده بشریت می باشد. در نتیجه یافتن روش هایی جایگزین برای مهندسی مواد، محصولات و خدمات مساله ای بحرانی و جدی شده است. علم زیست الگو به طور بالقوه بهترین روش برای کمک جهت مقابله با آلودگی محیط زیست و تهدید کمبود منابع در آینده می باشد. ما بر این باوریم که دانش زیست الگو و الهام زیستی بهترین پتانسیل را برای هماهنگ شدن با طبیعت را داراست و این در حالی است که بهترین نتیجه بازدهی را در میان محصولات مصنوعی نسبت به توسعه های دیگر از خود نشان می دهد. پدیده های طبیعت دارای دانش گوناگون فراوان و علوم تلفیقی متنوعی هستند،

منابع و مأخذ

- [1] Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry*, William Morrow New York.
- [2] Hwang, J. Jeong, Y. Park, J. M. Lee, K. H. Hong, J. W. Choi, J. (2015). *Biomimetics: forecasting the future of science, engineering, and medicine*, International journal of nanomedicine, Vol.10, PP. 5701-5713
- [3] Vincent, J.F. Bogatyreva, O. A. Bogatyrev, N. R. Bowyer, A. Pahl, A. K. (2006). *Biomimetics: its practice and theory*, Journal of the Royal Society Interface, Vol. 3, No.9. pp. 471-482.
- [4] Pemsel, H. (1977). *A history of war at sea: an atlas and chronology of conflict at sea from earliest times to the present*, Naval Institute Press.
- [5] Freedman, R. (1991). *The Wright brothers: How they invented the airplane*, Holiday House.
- [6] Jakab, P.L. (2014). *Visions of a flying machine: The Wright brothers and the process of invention*, Smithsonian Institution.
- [7] Schmitt, O.H. (1969). *Some interesting and useful biomimetic transforms*. Third International Biophysics Congress Boston, MA.
- [8] Kennedy, E. B. Thomas, A. M. (2016). *Streamlining the Front End of Innovation for Environmentally Sustainable Products*, Technology Management, Vol.59, No.4. PP. 40-48
- [9] Whitesides, G.M. (2015). *Bioinspiration: something for everyone*, Interface focus, Vol.5, No.4. PP. 1-10
- [10] Vullev, V.I. (2011). *From biomimesis to bioinspiration: what's the benefit for solar energy conversion applications?*, The Journal of Physical Chemistry Letters, Vol. 2, No.5. PP. 503-508.
- [11] Velcro, S. (1955). *Improvements in or relating to a method and a device for producing a velvet type fabric*, Swiss patent, 721338.
- [12] Neurohr, R. Dragomirescu, C. (2007). *Bionics in engineering-defining new goals in engineering education at "politehnica" university of bucharest*. in International Conference on Engineering Education-ICEE.
- [13] Hood, C.P. (2006). *Shinkansen: from bullet train to symbol of modern Japan*, Routledge.
- [14] Wai, R. J. Lee, J. D. Chuang, K. L. (2011). *Real-time PID control strategy for maglev transportation system via particle swarm optimization*, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.58, No.2. PP. 629-646.
- [15] Emerson, A.E. (1938). *Termite nests—a study of the phylogeny of behavior*, Ecological Monographs, Vol.8, No.2. PP. 247-284.
- [16] Noirot, C. Darlington, J. P. (2000). *Termite nests: architecture, regulation and defence*. in *Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology*, Springer: 121-139.
- [17] Breslow, R. (2006). *Artificial enzymes*, John Wiley & Sons.

قادر خواهد بود خود را به مراحل جدید برساند جایی که اصول جدید دانش الگوبرداری به او کمک خواهد کرد تا اقتصادی را بنا کند که تکامل و توسعه از جنس طبیعت را بهتر دنبال نماید. با ایجاد اینگونه فناوری زیست سازگار و سبز آینده ای با ثبات تر و پر حاصل تر بنا می شود که در آن محصولات سبز به محصولات و فراورده های زیست سازگارتر^۱ قوه ابتکار و خلاقیت ما برای نوآوری توسعه می یابد. لذا می باید به فکر بانک ایده های بزرگ از پدیده های طبیعت^۲ باشیم. همه ارگانسیم ها بر روی زمین از طریق انطباق و بقای اصلح تکامل یافته است. مخلوقات در طول زمان آنچه آنان ضعیف کرده است را از دست داده و فناوری هایی که آنها را قوی نگه داشته است حفظ کرده اند.

بشر به عنوان نگهبان و کارگزار این بانک ایده ها، باید کیفیت زندگی را بالا ببرد در حالیکه بر نیروهای تحلیل برنده که امکان از بین بردن محیط زیست را دارند غلبه کند. پیشرفت در دانش زیست الگو نگه داری از کلیدی است که موجب همکاری مابین تکامل و توسعه فناوری می شود.

1. More biocompatible
2. Great idea bank of nature

- [22] Bao, M. Lou, X. Zhou, Q. Dong, W. Yuan, H. Zhang, Y. (2014). Electrospun biomimetic fibrous scaffold from shape memory polymer of PDLA-co-TMC for bone tissue engineering, ACS applied materials & interfaces, Vol. 6, No.4. PP. 2611-2621.
- [23] Choi, J. Hwang, M. P. Lee, J. W. Lee, K. H. (2014). A glimpse into the interactions of cells in a microenvironment: the modulation of T cells by mesenchymal stem cells, International journal of nanomedicine, Vol. 9, PP. 127-139
- [24] موسوی موحدی، ع.ا. (۱۳۹۲). زیست الگو: همگرایی در علم و حکمت، نشریه نشاء علم، مجلد ۴، شماره ۱، صص ۶-۹.
- [25] دانشگر، پ. تقوی، ف. صوری، ع.ا. موسوی موحدی، ع.ا. (۱۳۹۰). تولید دانش در علوم زیستی: پیشتاز در ایران و جهان، نشریه نشاء علم، مجلد ۱، شماره ۲، صص ۲۴-۳۰.
- [18] Gharibi, H. Moosavi-Movahedi, Z. Javadian, S. Nazari, K. Moosavi-Movahedi, A. A. (2011). Vesicular Mixed Gemini- SDS- Hemin- Imidazole Complex as a Peroxidase-Like Nano Artificial Enzyme, The Journal of Physical Chemistry B, Vol.115, No.16. PP. 4671-4679.
- [19] Gong, Y.k. Winnik, F. M. (2012). Strategies in biomimetic surface engineering of nanoparticles for biomedical applications, Nano-scale, Vol.4, No. 2. PP. 360-368.
- [20] معصومی اصل، ا. (۱۳۹۲). تحقق دانشگاه های نسل سوم سامانه های زیستی: الگویی برای شناخت پدیده های هستی، نشریه نشاء علم، مجلد ۳ شماره ۲، صص ۱۱۹-۱۲۱.
- [21] Kim, Y.C. Park, J.H. Prausnitz, M. R. (2012). Microneedles for drug and vaccine delivery, Advanced drug delivery reviews, Vol. 64, No.14. PP. 1547-1568.

استفاده از علم زیست الگو در منسوجات

نعمه انزابی *

چکیده

طبیعت به واسطه عمر چند میلیارد ساله خود راه حل های بهینه و خلاقه بسیاری در موضوعات مختلف ارائه می دهد. به همین دلیل انسان همواره برای یافتن پاسخ مشکلات خود به طبیعت رجوع کرده است. این رویکرد با وجود قدمت طولانی، طی سال های اخیر از سوی حوزه های تخصصی مختلف مورد توجه قرار گرفته و تبدیل به رویکرد علمی شده است که از آن با عنوان علم زیست الگو یاد می کنیم. در حال حاضر تحقیقات در علم زیست الگو به شدت در حال افزایش است و در کنار جنبه های هنری و زیباشناختی، متخصصین از اصول عملکردی و فناوریانه موجود در طبیعت نیز برای دستیابی به بهترین راه حل های فنی و عملکردی الهام می گیرند. دستاوردهای بی شماری در حوزه های علمی مختلف چون مهندسی، پزشکی، شیمی، فیزیک و مواد، با الهام از طبیعت به دست آمده است. منسوجات یکی از عرصه های مستعد در زمینه الگوبرداری از طبیعت است که این مقاله به روش توصیفی تحلیلی به بررسی آن می پردازد. انواع سطوح عملکردی در منسوجات با قابلیت آگریزی و خودتمیزشوندگی، کاهش اصطکاک به منظور حرکت سریع تر در آب، خودتعمیری، استتار و واکنش به دما با الهام از نمونه های زیستی وجود دارد. پارچه هایی که از زوایای مختلف به رنگ های متفاوت دیده می شوند و نیز انواع نوارچسب های بسیار قوی با قابلیت مصرف چندباره، در کنار تولید الیاف و منسوجات مختلف به وسیله فرآیند کشت زیستی، از دیگر نمونه هایی هستند که عرصه وسیع تحقیق در این زمینه را نشان می دهد.

واژگان کلیدی: منسوجات، علم زیست الگو، سطوح عملکردی، طبیعت.

* عضو هیات علمی دانشگاه هنر اسلامی تبریز، گروه طراحی صنعتی، دانشکده طراحی اسلامی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران،
تلفن: ۰۹۱۴۱۰۶۸۰۶۳، ۰۳۵۲۹۷۳۲۱-۴۱-۹۸، دورنگار: ۰۳۵۴۱۲۱۴۰-۴۱-۹۸، نشانی الکترونیکی: n.anzabi@tabriziau.ac.ir

زیست الگو در حوزه منسوجات پرداخته می شود.

معرفی کوتاه از علم زیست الگو

زیست الگو در عنوان اصلی خود از بیوس^۲ به معنی زندگی و میمیس^۳ به معنی تقلید ترکیب شده است [۳]. در دهه ۱۹۵۰ اتو اشمیت^۴، تفاوتی بین رویکرد مهندسی/فیزیکی به علوم زیستی که بیوفیزیک نامیده می شد و رویکرد بیولوژیکی به مهندسی قائل شد و آن را بیومیمتیک نامید [۷]. او در رساله دکتری خود به توسعه مدار الکترونیکی (اشمیت تریگر^۵) بر اساس بررسی اصول سیستم اعصاب پرداخت. اشمیت، در طول زندگی خود ایده های بسیاری را از علوم زیستی به فناوری تبدیل نمود که بدون وجود او مایکروسافت، گوگل و مک، اکنون وجود نداشتند [۸]. در دهه ۱۹۶۰ جک استیل^۶، افسر هوانوردی ارتش آمریکا، واژه بیونیک را به معنی علم سیستم هایی که شالوده آنها سیستم های زنده بوده و یا دارای خصوصیات سیستم های زنده هستند، معرفی کرد [۹، ۷، ۴]. این حوزه علمی در سال ۱۹۹۷ توسط جانین بنیوس^۷ و در کتاب او با نام بیومیمیکری: نوآوری با الهام از طبیعت به دنیا معرفی شد. بنیوس، علم زیست الگو را حوزه علمی جدیدی می داند که با مطالعه مدل های طبیعی و تقلید یا الهام از آنها به حل مشکلات انسانی می پردازد [۱۰]. نمونه های گوناگونی از کاربرد علم زیست الگوها در حوزه های مختلف وجود دارد. الهام از پوست ضخیم دلفین در طراحی بدنه قایق، طراحی رادار بر اساس قابلیت ارتباطی دلفین و خفاش با استفاده از امواج صوتی، استفاده از مدل پرواز پرندگان در توسعه حمل و نقل هوایی، الهام از مرغ ماهی خوار در طراحی سریع ترین قطار جهان با نام قطار شینکانسن ژاپن، چسب خشک با الهام از پای مارمولک، طراحی انواع ربات ها، پهباد با

طبیعت به جهت غنا و گستردگی بی نظیر خود، در طول سالیان منبع الهام بشر در بسیاری از حوزه های مختلف علمی بوده است. چراکه زندگی روی زمین چندین میلیارد سال است که ادامه دارد [۱] و این تکامل منجر به ارائه راه حل های بهینه در مواجهه با چالش های مختلف، در موجودات شده است. نوآوری های موجود در راه حل های طبیعی همواره توجه بشر را به خود جلب کرده و الهام بخش انسان در حل مشکلاتش بوده است. اگرچه قدمت الهام از طبیعت به انسان های اولیه می رسد، لیکن در سال های اخیر رویکرد ارجاع به طبیعت وارد حوزه های علمی و تخصصی شده [۲] و نام گذاری های متفاوتی چون بیومیمیکری [۳]، بیونیک [۴] و بیومیمتیک^۱ [۱] که با نام علم زیست الگو در این مقاله عنوان می شود، برای آن استفاده شده است. این علم که به معنی استفاده از قابلیت های موجود در سیستم های بیولوژیکی برای حل مشکلات انسانی است در شاخه های مختلفی از علوم مهندسی شامل فیزیک، شیمی، مکانیک و مواد گرفته تا هنر و طراحی مورد استفاده بوده و نوآوری های بی نظیری را در هر کدام از این شاخه ها پدید آورده است. از جمله کاربرد علم زیست الگو در حوزه منسوجات است. البته منسوجات امروزی چیزی بیش از پوشش هستند و در حیطه های مختلف پوشاک، ورزشی، پزشکی، نظامی و خانگی کاربرد دارند، به طوریکه ۷۵ درصد الیاف به کار برده شده در امریکا در سال ۲۰۰۸ در محصولاتی غیر از لباس و پارچه های خانگی استفاده شده است [۵]. در این میان علم زیست الگو و ایده های منتج از آن باعث بروز انقلاب عظیمی در زمینه طراحی پارچه و مهندسی نساجی شده است [۶]. در این تحقیق به روش توصیفی تحلیلی به بررسی برخی از تأثیرات و کاربردهای علم

1. Biomimicry, Bionic, Biomimetics

2. bios

3. mimesis

4. Otto Schmitt

۵. اشمیت تریگر، مدار الکترونیکی است که سیگنال های آنالوگ را به دیجیتال تبدیل می کند. در واقع یک تریگر گرمایونی که امکان تغییر سیگنال الکترونیکی ثابت را به وضعیت روشن و خاموش و یا ۱ و ۰ فراهم می کند. این سیستم امروزه در مکانیزم ورودی هر کامپیوتری همانند دیگر وسایل الکترونیکی وجود دارد و به این جهت است که گفته می شود شرکت های کامپیوتری چون مایکروسافت و مک بدون این اختراع اشمیت اکنون وجود نداشتند. اشمیت این مدار را با مطالعه بر روی اعصاب ماهی مرکب به دست آورد و سعی کرد تا وسیله ای را مهندسی کند که سیستم عصبی ماهی مرکب را بازسازی کند.

6. Jack E. Steele

7. Janine Benyus

الهام از دانه درخت افرا، الهام از گل زنبق در طراحی میکسر آب، باله های توربین بادی با الهام از باله وال، ساخت دوربین های دیجیتال با الهام از چشم مرکب حشرات، الگوبرداری از سنجاقک برای ساخت هلیکوپتر، فناوری پل های معلق با الهام از بافت ماهیچه بدن انسان، جداسازی سلول های سرطانی با الهام از عروس دریایی، ساخت الیاف نوری با الهام از اسفنج دریایی و لامپ دیودی با الهام از کرم شب تاب، نمونه هایی از کاربردهای فراوان طبیعت در علوم مختلف است.

کاربردهای علم زیست الگو در منسوجات

شاید از اولین نمونه های کاربرد علم زیست الگو در منسوجات، داستان کشف ساختار قلاب مانند به نام ولکرو^۱ توسط جورج دی مسترال^۲، مهندس سویسی باشد. او این مکانیزم اتصال را در سال ۱۹۴۸ پس از مشاهده ی چسبیدن دانه های گیاه بابا آدم یا آراقیون به لباس خود و موی سگش ابداع کرد [۱۱] که در سال ۱۹۵۵ توسط وی به ثبت رسید. این نوع بست، امروزه در البسه و وسائل زندگی جایگزین دکمه، زیپ و بندکفش شده و به طور گسترده مورد استفاده است.

نساجی امروز الیاف، نخ، طناب و همه منسوجاتی را دربرمی گیرد که از طریق فناوری های مختلف تولید و وارد بازار می شود [۶]. الیاف مختلفی با ریشه طبیعی مثل ابریشم، پنبه، پشم، کنف [۱۲] و با الهام از زیست الگوها همانند تار عنکبوت، بامبو [۱۳]، درخت نارگیل، الیاف ماهیچه، اسفنج سیلیسی [۹] و هاگ فیش [۱۴] وجود دارند. علاوه بر الیاف با مبنای طبیعی، آموزه های مختلفی از زیست الگوها در طراحی منسوجاتی با سطوح عملکردی ویژه وجود دارد که نمونه هایی از آن در ادامه معرفی می شود.

منسوجات آبگریز و خودتمیز شونده

بدون شک همه ما از داشتن لباس هایی که در طولانی مدت تمیز مانده و یا در تماس با رطوبت خیس نشوند خوشحال خواهیم شد. یکی از آموزه های طبیعت معرفی سطوح آبگریز^۳ است که با ویژگی آبگریزی و خودتمیزشوندگی شناخته می شوند. این ویژگی که به اثر لوتوسی^۴ معروف است و در حیطه نساجی به شدت مورد استقبال قرار گرفته است، در گیاهان و جانوران بسیاری چون برگ گل نیلوفر آبی، گل لادن، کلم، نی، بال پروانه و پای آبسوار وجود دارد [۱۵]. راز این ویژگی در این است که سطوح آبگریز در عین حال که به ظاهر نرم و صاف هستند، از فلس های مومی و ناهمگون بسیاری در مقیاس نانو پوشیده شده اند که در نتیجه وجود این برآمدگی ها، زاویه تماس بین آب و سطح، به ۹۰ تا ۱۱۰ درجه افزایش می یابد. در نتیجه این ساختار ناهموار، قطرات آب بر روی این سطوح، شکل کروی پیدا کرده و روی سطح با شیب کمتر از ۱۰ درجه غلت می خورند [۱۶]. در نتیجه آب در سطح نفوذ نکرده و در حین غلت خوردن نیز تمامی آلودگی و گرد و غبار را که در نوک برآمدگی ها باقی است جمع کرده و از روی سطح پاک می کند (شکل ۱). این قابلیت در سال ۱۹۷۵ توسط ویلهلم بارتولت^۵ کشف شد، ولی پس از گذشت ۲۰ سال و در سال ۱۹۹۷، او و همکارانش توانستند این پدیده را علت یابی کنند [۹ و ۱۵].

محصولات مختلفی با الهام از این ویژگی طبیعی در حوزه منسوجات ارائه شده است که از معروف ترین نمونه های آن، محصولات شرکت نانوتکس^۶ است که در سال ۱۹۹۸ توسط دکتر دیویدسون^۷ به منظور تکثیر قابلیت دفع آب سطوح طبیعی گیاهان و حیوانات در محصولات معرفی شد. دیویدسون، با استفاده از فناوری نانو در امریکا، لباس های پنبه ای دافع لکه ساخته است. به این شکل پارچه هایی تولید می شود که آب را به خوبی دفع می کند.

۱. Velcro: ولکرو یا بست قلاب دار نام تجاری نوعی از بست دارای حلقه و قلاب است که توسط شرکتی انگلیسی به همین نام تولید می شود.

2. George de Mestral

3. hydrophobic

4. lotus effect

۵. اولین پارامتر در خیس شدن سطح، زاویه تماس آب با سطح است. اگر زاویه بین صفر و ۹۰ درجه باشد سطح خیس می شود. در زاویه بین ۹۰ و ۱۸۰ درجه، سطح به سمت سطوح هیدروفوبیک یا آبگریز می رود. سطوح با زاویه ۱۰ و کمتر سطوح هیدروفیلک یا آبدوست و سطوح با زاویه ۱۵۰ و بالاتر سوپرهیدروفوبیک یا ابرآبگریز هستند [۱۲].

6. Wilhelm Barthlott (1946) گیاه شناس آلمانی

7. Nanotex

8. David Soane

تا ۱۰ درصد کاهش می دهد [۱۹]. هنگام شنای سریع گرداب ها و مارپیچ های آبی در این فاصله تشکیل شده و باعث کاهش اصطکاک می شود [۹]. شرکت اسپیدو با الهام از این فناوری طبیعی لباس های شنایی^۲ را تولید کرد که اصطکاک آب را تا ۷,۵ درصد کاهش داد (شکل ۲) و در المپیک ۲۰۰۰ سیدنی، شناگرانی از ۱۳۰ کشور از آن استفاده کردند و ۱۳ مورد از ۱۵ رکورد جهانی متعلق به آنها شد. در سال ۲۰۰۴ اسپیدو طرح خود را بهبود بخشید و نمونه Fastskin FSII را ارائه کرد. مایکل فلیس و ربکا ادلینگتون^۳ در المپیک ۲۰۰۸ پکن از این لباس استفاده کردند و این لباس لقب سریع ترین لباس شنای جهان را گرفت که عنوان دوپینگ تکنولوژیکی گرفت و استفاده از آن در مسابقات از سال ۲۰۰۹ از سوی فدراسیون بین المللی شنا (FINA) ممنوع شد.

علاوه بر ویژگی کاهش اصطکاک، پوست کوسه ضد باکتری است و رشد میکروارگانیسم ها در این سطوح شیاردار مهار می شود. با تقلید از این ویژگی و با استفاده از فناوری شارکت^۴، محصولی با همین نام تولید شده است که ورقه پلاستیکی با بافت میکروسکوپی است که مانع رشد باکتری شده و برای استفاده در بیمارستان، رستوران و سایر مکان هایی که مستعد رشد عفونت های باکتریایی هستند، مناسب است [۱۲]. شرکت هواپیمایی لوفتانزا نیز در تحقیقی در سال ۲۰۱۳ جت ایرباس ۳۴۰-A خود را با پوششی ملهم از پوست کوسه آزمایش کرد که هدف آن کاهش سوخت بود. دانشمندان تخمین زدند چنانچه ۴۰ تا ۷۰ درصد از هواپیما با این رنگ پوشش داده شود، مقاومت سطح به یک درصد کاهش پیدا خواهد کرد.

رنگ در منسوجات

رنگ از ویژگی های اصلی در منسوجات است. انواع پارچه ها در رنگ های متنوع در بازار ارائه می شود. طبیعت در ایجاد رنگ از سازوکارهای متفاوتی استفاده می کند که الهام بخش طراحی منسوجات بوده است. سه منشا اصلی برای رنگ

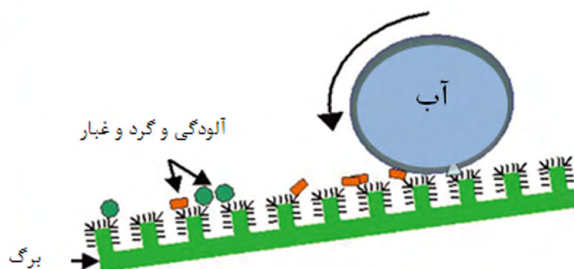
بعد از نانوتکس، یک شرکت سوئیسی فناوری خود را با نام نانواسفر عرضه کرد. این سیستم دارای نانوذراتی از جنس سیلیس یا پلیمر است که بر روی الیاف قرار گرفته و باعث ایجاد نوعی زبری و ناهمواری (همانند آنچه در برگ نیلوفر آبی وجود دارد) روی سطح می شود و قابلیت نفوذ آب، روغن و حتی عسل را می گیرد. علاوه بر البسه و پارچه، نوعی رنگ با نام تجاری لوتوسان^۱ توسط شرکت آلمانی ISPO ارائه می شود که در نمای ساختمان ها و فضاهای بیرونی کاربرد دارد. این محصول دوستدار طبیعت نیز هست. در نهایت اسپری هایی که خاصیت لوتوسی بر روی سطوح ایجاد می کند و قابل استفاده بر روی انواع سطوح است و به این طریق وسایل مختلفی چون کفش، خودرو، لباس و مبلمان برای مدت طولانی تری تمیز می ماند.

منسوجات با قابلیت کاهش اصطکاک

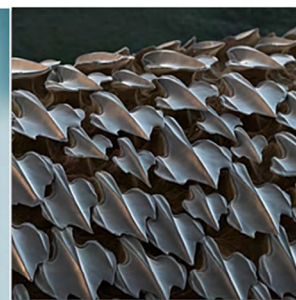
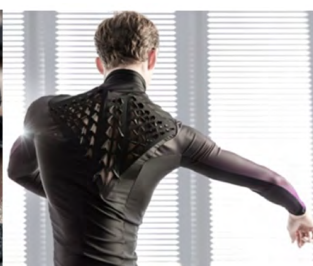
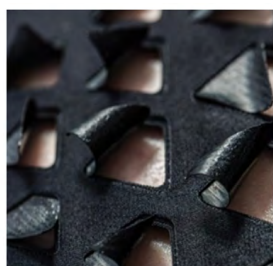
شکل بدن انسان مناسب حرکت سریع در آب نیست، چراکه آب به عنوان یک مقاوم کششی برای شناگران عمل می کند [۹]. ولی با نگاهی به دریا متوجه وجود شناگران ماهری در طبیعت می شویم که نسبت به ابعاد و شکل خود ویژگی های منحصر بفردی را در شناگری به نمایش می گذارند. در این میان کوسه که سریع ترین موجود در آب به نسبت اندازه خود است، جلب توجه می کند. او برای چنین سرعتی نیاز به کاهش ضریب اصطکاک دارد که این قابلیت را با بافت خاصی روی سطح پوست خود به دست می آورد. سطح پوست کوسه با برجستگی های سخت سه بعدی در مقیاس ۰,۲ تا ۰,۵ میلی متر به فرم دندان یا شکل [۹، ۱۲ و ۱۸] پوشیده شده که به آن پوست داندانه دار می گویند. دندانه ها در راستای بدن کوسه چیده شده که بسته به سن و نوع کوسه اندازه و شکل متفاوتی دارد. اگرچه این دندانه ها عموماً با چیدمان موازی نشان داده می شوند، ولی در برخی قسمت ها نزدیکتر یا دورتر هستند که این ویژگی میزان اصطکاک با آب را تحت تاثیر قرار می دهد و اصطکاک را

1. lotusan
2. speedo fastskin swimsuit
3. Michael Phelps and Rebecca Adlington
4. Sharklet

استفاده از علم زیست الگو در منسوجات



شکل ۱- قطره آب بر روی سطح آبگریز شکل کروی پیدا کرده و در حین غلت خوردن آلودگی ها را پاک می کند [۱۷].



شکل ۳- نمونه پارچه با الهام از مخروط کاج که در مقابل تعرق بدن واکنش نشان داده و شیارها باز می شوند.

شکل ۲- نمای میکروسکوپی از پوست کوسه، و لباس شنی طراحی شده با الهام از آن.

های موجود در طبیعت رنگدانه، رنگ های ساختاری و بیولومینانس است [۲۰]. رنگ های ساختاری جزو حیرت انگیزترین و پیچیده ترین سازوکارها برای تولید رنگ هستند که اساس آنها نه به علت وجود رنگدانه، بلکه به واسطه وجود ساختارهایی در مقیاس ماکرو و نانو و شکست و انعکاس پاره ای از امواج نور در یک ساختار پیچیده متشکل از مواد فوتونیک است [۱۴]. از ویژگی های مهم رنگ های ساختاری، متفاوت دیده شدن رنگ، بر اساس تغییر زاویه دید بیننده است [۲۱]. نمونه های بی شماری از موجودات از انواع پروانه ها، سوسک، طاووس، ماهی مرکب، هشت پا و ده پا رنگ های درخشانی از خود به نمایش می گذارند که علت آن ها رنگدانه نیست. شناخته شده ترین نمونه در رنگ های ساختاری پروانه مورفو است که منبع الهام در طراحی پارچه بوده است. بال این پروانه از لایه های بسیار ریز تشکیل شده اند که اندازه متوسط آنها حدود $200 \mu m$ طول و

۵۰ μm پهنا است. این عناصر کاملاً شفاف هستند [۲۲] و همانند توری پراش عمل کرده و نور تابیده شده را به اطراف پراکنده می کنند که در نتیجه آن طیف متفاوتی از رنگ بر روی بال دیده می شود. در این پروانه ها تغییر رنگ از آبی به بنفش زمانی قابل مشاهده است که زاویه دید نزدیک به سطح بال باشد [۲۰]. کاربرد آن برای اولین بار در پارچه مورفوتکس^۱ شکل گرفت که شرکت ژاپنی تیجین^۲ آن را بدون استفاده از رنگدانه و بر اساس تغییر ضخامت و ساختار الیاف ساخت. الیاف، ضخامت ۱۵ تا ۱۷ میکرومتر دارند که از فیلم های نازک در ضخامت ۷۰ تا ۹۰ نانومتر از پلی استر یا نایلون در ۶۱ لایه گذاشته شده و با کنترل ضخامت لایه ها امکان توسعه چها رنگ اصلی سبز، آبی، قرمز و بنفش در آن وجود دارد [۱۴]. کاربرد دیگر این رنگ در صنعت خودرو بوده است. به عنوان مثال شرکت خودروسازی جنرال موتورز در نمونه خودروی کادیلاک،

1. Morphotex
2. Teijin

منسوجات با قابلیت واکنش به دما

مارمولک از موجوداتی است که الهام بخش دانشمندان در حوزه های مختلف علمی بوده است. حرکت سریع و آسان او بر روی هر سطح عمودی شگفت انگیز است. ساختار منحصرفرد پاهای این موجود الهام بخش نوعی ساختارهای فیبری بوده است که امکان چسبیدن و حرکت روی سطوح صاف را دارد. پوست پای مارمولک شامل ساختار سلسله مراتبی است که از رشته های چنگالی شکل در اندازه حدودا ۱۰۰ نانومتر پوشیده شده است [۲۳]. تحقیقات نشان می دهد که در حدود پانصد هزار موی برجسته روی پای مارمولک قرار دارد که ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ رشته ظریف با برجستگی انتهایی (اسپاتول) روی آن است [۲۴]. این ساختار پیچیده از مکانیزم چسبندگی نسبتا ساده ای استفاده می کند. روی پاهای مارمولک های خانگی مجموعه شاخه شاخه ای از موهای ریز وجود دارد که از نیروی جذب مولکولی به نام «وان در والس» برای چسبیدن به سطوح با اعمال حداقل انرژی استفاده می کنند و می توانند به راحتی این نیرو را اعمال یا قطع کنند [۱۳]. محاسبات انجام شده نشان می دهد که یک پای مارمولک ۱۰ نیوتن نیروی چسبندگی ایجاد می کند. در واقع یک مارمولک می تواند بدنش را با یک بند انگشت هم نگه دارد [۹]. این ساختار الهام بخش طراحی چسب مارمولک بوده است. بازتولید چسب مارمولک مزایای بسیاری را وارد عرصه منسوجات می کند. لیکن ساخت سطح فیبری مقاوم که متشکل از میلیون ها نانو الیاف باشد بسیار پیچیده است. محققان در دانشگاه های ماساچوست، کیل، استنفورد و کارنگی ملون و دیتون چسب های مختلفی با الهام از پای مارمولک ساختند که می تواند کاربردهای متفاوت صنعتی، پزشکی و ساختمانی داشته باشد. این چسب به قدری قدرتمند است که می تواند جایگزین جوشکاری شود. نوارهای چسبی از این نوع فوق العاده قوی، ارزان و چند بار مصرف است، چرا که به راحتی ذرات خاک از روی سطح چسبناک آن زدوده می شود، چیزی که در چسب های

شاید این اتفاق برای همه افتاده باشد که در روزهای گرم تابستان بخواهیم لباس خود را به جهت تعرق و گرمای زیاد از تن در بیاوریم. سطوحی که در مقابل محرک های مختلف محیطی مثل رطوبت واکنش نشان می دهند، راه گشای انسان در حل چنین مشکلاتی بوده است. در این زمینه مخروط کاج نمونه بسیار شناخته شده ای است. میوه کاج در هوای مربوط بسته و از دانه محافظت می کند و وقتی رطوبت کاهش می یابد به علت ساختار دو لایه در ترکیب آن باز می شود. اصول این اتفاق به جهت حساسیت لایه خارجی به رطوبت است، در حالی که لایه داخلی بدون تغییر باقی می ماند [۱۸]. یکی از نمونه های ملهم از این ساختار در مرکز فناوری طبیعی و بیومیمتیک دانشگاه بث^۱ و با همکاری کالج مد لندن^۲ انجام شده است [۱۳]. ورونیکا کاپسالی^۳، پارچه بافته شده ای از یک لایه بسیار نازک از تارهای پشم یا ماده ای جاذب رطوبت دیگر مانند پلاستیک و پلیمر طراحی کرده که در اثر تعرق باز می شود. در این پارچه شیارهای کوچکی به ابعاد ۱/۲ میلی متر تعبیه شده است که با جذب رطوبت، الیاف در لایه زیرین متورم شده و شیارها به سمت بیرون باز می شود. زمانی که این لایه خشک می شود (کاهش تعرق و دمای بدن) این شیارها دوباره بسته می شوند (شکل ۳). لایه دوم که به صورت ضد آب طراحی شده است، شخص را از باران محافظت می کند. نکته ی ظریف در این طراحی، پاسخ هوشمند لباس است که تنها در ناحیه ای از بدن که تعرق و افزایش دما وجود دارد، شیارها باز می شود. به گفته ی جولین وینسنت^۴، مدیر بخش تحقیقاتی دانشگاه بث، این لباس علاوه بر کاربردی بودن جنبه های طراحی جالب توجهی نیز دارد. از جمله با به کار بردن رنگ متفاوت در لایه های لباس، تغییر درجه حرارت باعث تغییر رنگ لباس نیز می شود.

1. Centre for Biomimetics and Natural Technologies at the University of Bath (UK)

2. London College of Fashion

3. Veronika Kapsali

4. Julian Vincent



شکل ۴- نمونه ای از پارچه های توری تولید شده در ریشه گیاه.

مطالعات علمی بر روی حس بینایی کوسه است، ارائه کرده است [۱۲]. محققان، ماده قابل انعطاف با توانایی حسگری محیط پیرامون و پاسخ به آن توسعه دادند که بسیار شبیه به پوست موجوداتی چون اختاپوس، ماهی مرکب و ده پا است.

تولید البسه و منسوجات

علم زیست الگو در تولید منسوجاتی با استفاده از ارگانیسم های طبیعی و فرآیند کشت طبیعی نیز مورد استفاده بوده است. به گونه ای که تولید پارچه از فرآورده های متداول صنعتی پیروی نمی کند. کارول کولت^۲ در پروژه ای به نام بایولیس^۳ از طریق تغییرات و برنامه ریزی های سلولی و ریخت زایی ژنی سعی کرد تا یک گیاه بتواند علاوه بر تولیدات زیستی خود، منسوجی تورمانند را از طریق ریشه اش تولید کند [۶] (شکل ۴).

محققان پوششی صد درصد زنده، زیست تجزیه پذیر و بازیافت شدنی را پرورش دادند که امکان بازسازی و تغییر در اندازه و مقدار را دارد. ترکیبات این ماده شامل چای سبز، آب، شکر، مخمر و کمی باکتری است. این دستورالعمل کشت میکرواورگانیسم ها به صورت یک لایه ضخیم در محلول تخمیر است که بعداً درمقابل نور خورشید کاملاً خشک می شود. این بستر می تواند با روش

معمولی مانع از مصرف چند باره آن می شود. این نوار چسب توسط شرکت nanoGriptech در مقیاس تجاری و با نام Setex ارائه شده است.

منسوجات خود تعمیرشونده

بسیاری از موجودات در طبیعت مثل خرچنگ یا شاخ کرگدن توانایی تعمیر خود را دارند. در حال حاضر محققان به دنبال تولید موادی هستند که بصورت بالقوه امکان تبدیل به پارچه و تولید البسه ای با قابلیت تعمیر داشته باشد. نمونه اولیه از این پارچه توسط محققان با استفاده از باکتری اشریشیاکلی^۱ اصلاح شده توسعه دادند. همچنین ماده لیتوزان که در پوست خرچنگ یافت شده است، در حال حاضر برای تولید لباس مقاوم به آتش و دوستدار طبیعت استفاده می شود. دانشمندان نیز با الهام از نوعی پروتئین موجود در دندان ماهی مرکب، به راه حلی برای تولید پارچه های خود تعمیر دست یافتند.

استتار

جانورن و گیاهان از راه کارهای مختلفی برای استتار استفاده می کنند. بیشتر روش ها شامل همسان شدن با محیط، اختلال رنگی، پوشاندن خود با مواد محیط پیرامون، تغییر رنگ و تقلید است. این ویژگی نیز منبع الهامی برای طراحی منسوجات به ویژه با کاربردهای نظامی فراهم کرده است. از این رو منسوجاتی با قابلیت پنهان کردن سربازان در این زمینه توسعه پیدا کرده است. این البسه نه تنها قابلیت های فیزیکی برای همسانی با محیط دارند، بلکه امکان بازی رنگی در محیط های پیش بینی شده نیز دارند. فناوری نانو این امکان را داده تا لباس هایی با قابلیت تغییر رنگ و بافت، لباس هایی با قابلیت محافظت در مقابل دیده شدن و ابزارهای دید در شب و روز، سنسورهای حرارتی و دوربین داشته باشیم. اخیراً نیز یک شرکت استرالیایی گزارشی پیرامون توسعه لباس های شنایی با قابلیت استتار در مقابل کوسه که بر پایه

۱. Escherichia coli نوعی باسیل گرم منفی از خانواده آنروباکتریاسه است که بطور شایع در روده جانوران خونگرم وجود دارد و برخی از انواع آن موجب مسمومیت غذایی و اسهال می شوند.

2. Carole Collet
3. Biolace

وب سایت های بازدید شده در این مقاله

1. <http://nanotex.com/about-us/>
2. <https://www.schoeller-textiles.com/de/technologien/nanosphere>
3. <http://www.stocorp.com/>
4. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/sustainable-fashion-blog/nature-fabrics-fashion-industry-biomimicry>
5. <https://www.lufthansagroup.com/en/themen/fleet-development/shark-skin.html>
6. <http://jncc.defra.gov.uk/page-5517>
7. <http://roshd.ir/Default.aspx?tabid=471&EntryID=1947&SSOReturnPage=Check&Rand=0>
8. <https://www.dezeen.com/2015/11/04/mit-media-lab-tangible-media-group-biologic-material-bacteria-fashion-design>
9. <https://geckskin.umass.edu>
10. <http://nanogriptechnology.com/products/dry-adhesives>
11. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/sustainable-fashion-blog/nature-fabrics-fashion-industry-biomimicry>
12. <http://www.digitaltrends.com/cool-tech/self-healing-liquid-for-clothes/>
13. <http://www.iflscience.com/technology/researchers-develop-oc-topus-inspired-color-changing-camouflage-material/>
14. <https://sites.google.com/a/comogreenvillage.info/como-history/home/people-of-the-past-documents/como-people-of-the-past/otto-h-schmitt>

های متداول بریده یا دوخته شود یا روی شکل های سه بعدی از طریق پیوند لایه های مختلف، الگو برداری شود. بسته به میزان عناصر و زمان این ماده به طور عجیبی در رنگ و ضخامت شبیه پوست است. این پروژه با نام بایوکوچر در دنیا شناخته می شود. محققان با استفاده از رنگ های طبیعی و میوه ها و ایجاد نقش روی تن پوش های بایوکوچر می کوشند جنبه های زیبایی شناختی این اکتشاف را تقویت کنند [۶ و ۲۵].

نتیجه گیری

علم زیست الگو حوزه علمی جدید و روبه رشدی است که از دهه ۱۹۵۰ توسط اشمیت مطرح و در سال های اخیر نیز مورد توجه بسیار قرار گرفته است. علم زیست الگو به دنبال الگو برداری از اصول عملکردی، مواد و مکانیزم های طبیعی برای حل مشکلات انسانی است، به گونه ای که بهترین راه حل ها به دست آید. منسوجات از جمله زمینه هایی است که به طور گسترده از دستاوردهای علم زیست الگو در زمینه های مختلف استفاده کرده است. علاوه بر الیاف طبیعی که ریشه های آن از منابع مختلف گیاهی و حیوانی در طبیعت استخراج می شود، ویژگی های متعددی از طبیعت در قالب سطوح کاربردی در منسوجات مورد بهره برداری قرار گرفته است. امید است که توسعه علوم و فناوری های زیست الگو در ایران بر مبنای ساختار آموزشی و پژوهشی توانمند پیشرفت نماید تا در آینده نزدیک شاهد کاربرد اجتماعی آن باشیم.

- 7, PP. 1935–1961.
- [23] Bar-Cohen, Y. (2006). *Biomimetics: Biologically Inspired Technologies*, Taylor & Francis Group, CRC Press, Boca Raton, PP. 372–373.
- [24] Liua, M. Wanga, S. and Jianga, L. (2013). Bioinspired multiscale surfaces with special wettability, *MRS Bulletin*, Vol. 38, No. 5, PP. 375–382.
- [14] Lakhtakia, A. and Martin-Palma, R. J. (2013). *Engineered Biomimicry*, Elsevier, UK, PP. 260–261, 268–269, 293.
- [15] Abbott, A. and Ellison, M. (2008). *Biologically inspired Textiles*, Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, Cambridge, England, PP. 117, 127.
- [16] Wu, D. (2007). *Nature-Inspired Superlyophobic Surfaces*, Printed by Eindhoven University Press, Netherlands, PP. 5–7.
- [17] Samaha, M.A., and Gad-el-Hak, M. (2014). *Polymeric Slippery Coatings: Nature and Applications*, *Polymers*, Vol. 6, No. 5, PP. 1266–1311.
- [18] Singh, A. V. Rahman, A. Sudhir Kumar, N.V.G. Aditi, A.S. Galluzzi, M. Bovio, S. Barozzi, S. Montari, E. Parazzoli, D. (2012). Bio-inspired approaches to design smart fabrics, *Materials and Design*, Vol. 36, PP. 829–839.
- [19] Bechert, D. W. Bruse, M. Hage, W. Van der Hoeven, J. G. T. and Hoppe, G. (1997). Experiments on drag-reducing surfaces and their optimization with an adjustable geometry, *Fluid Mechanics*, Vol. 338, PP. 59–87.
- [۲۰] انزایی، نعیمه (۱۳۹۵)، *مروری بر رنگ های ساختاری در طبیعت با بررسی نمونه هایی از توری پراش*، نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، جلد ۶، شماره ۳، صفحات ۱۷–۲۹.
- [21] Glover, B. J., Whitney, H. M. (2010). Structural colour and iridescence in plants: the poorly studied relations of pigment colour, *Annals of Botany*, Vol. 105, PP. 505–511.
- [22] Srinivasarao, M. (1999). Nano-optics in the biological world: beetles, butterflies, birds, and moths, *Chemical Reviews*, Vol. 99, No. 5, PP. 1266–1311.
- [25] Perona, F. (2012), *Skinning Future Textiles*, *Creative Technologies and Practices*, MA Computational Arts, PP. 1–13.,
- [1] Bar-Cohen, Y. (2012). Nature as a Model for Mimicking and Inspiration of New Technologies, *International Journal of Aeronautical & Space Science*, Vol. 13, No. 1, PP. 1–13.
- [2] Lurie Luke, E. (2014). Product and technology innovation: What can biomimicry inspire?, *Biotechnology Advances*, Vol. 32, PP. 1494–1505.
- [3] Benyus, J. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, William Morrow & Co, New York, PP. 2–7.
- [4] Vincent, J.F.V. (2009). Biomimetics-a review, *Engineering in Medicine*, Vol. 223, No. 8, PP. 919–939.
- [5] Fiber Organon. Arlington, (2009). VA: Fiber Economics Bureau, Inc. U.S, 80 (ed. F. J. Horn), No. 10, PP. 188–189.
- [۶] عبدالسلامی، عاطفه (۱۳۹۴)، *رویکردهای جدید در طراحی منسوجات آینده: دانش زیست الگو، فرصت ها و زمینه های کاربرد*، جلوه هنر، شماره ۱۳، صفحات ۸۶–۷۳.
- [7] Lepora¹, N. F. Verschure, P. and Prescott¹, T. J. (2013). The state of the art in biomimetics, *Bioinspiration & Biomimetics*, Vol. 8, No. 1, PP. 1–11.
- [8] Vincent J. F. V. Bogatyreva, O. A. Bogatyrev, N. R. Bowyer, A. and Pahl, A.K. (2006). *Biomimetics: its practice and theory*, Royal Society Interface, Vol. 3, No. 9, PP. 471–482.
- [9] Eadie, L. and Ghosh, T.K. (2011). Biomimicry in textiles: past, present and potential, *Royal society interface*, Vol. 8, PP. 761–775.
- [10] Hodges, B. (2012). Biomimicry: Finding Inspiration for Innovation in Nature, *Journal of Undergraduate Research*, Vol. 4, No. 1, PP. 208–212.
- [11] World Wide Fund for Nature, (1991). *Bionics: Nature's Patents*, Pro Futura.
- [12] Das, S. Bhowmick, M. Chattopadhyay, S. K. and Basak, S. (2015). Application of biomimicry in textiles, *Current Science*, Vol. 109, No. 5, PP. 893–901.
- [13] Teodorescu, M. (2014). *Applied Biomimetics: A New Fresh Look of Textiles*, Textiles, 2014, Article ID 154184, PP. 1–9.

Application of Biomimicry in Textiles

Naimeh Anzabi*

Throughout the millennia, nature has evolved to adapt and develop highly efficient and creative solutions to solve problems. Therefore, human being has always been inspired by nature in order to solve his problems. Although this approach has been for centuries ago, it is recently developed into the areas of science and has been called as “biomimicry”. Biomimicry is now a rapidly growing research field that deals with extraction and imitation of functional principles of nature to achieve the best solutions as well as considering aesthetic and artistic aspects. There are numerous examples of biomimicry in many areas such as engineering sciences, medicine, chemistry, physics and material. Textiles are one of the outstanding fields which have a great potential in the development of biomimicry. This paper provides a general overview of bio inspired textiles in a descriptive analytical method. Hydrophobic and self-cleaning textiles, fast swimming products inspired from shark, self-repairing and thermal insulating textiles are some of related examples. Other famous examples like structurally color textiles which are seen differently due to the view angle, dry adhesion inspired from gecko-feet and producing textiles by means of biological systems, confirm the great potential of research in this area.

Keywords: inspired textiles, biomimicry, nature, functional surfaces.

* Corresponding Author, Faculty Member, Industrial Design Group, Islamic Design Faculty, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. Tel: 09141068063 - +98-41-35297321, Fax: +98-41-3541214, Email: n.anzabi@tabriziau.ac.ir.

New Technologies Based on Biomimetic and Bioinspiration

Zainab Moosavi-Movahedi*

Biomimetic field is study of nature and natural phenomena to realize the principles of mechanisms, to obtain ideas from nature and to apply concepts that may benefit science, medicine, engineering, etc. Since the rapid rate of industrialization affects human survival, biomimetic and bioinspiration are the best methods that potentially may solve the problems on pollution and lack of resources with the best performance among the other developed products. The basis of biomimetic is recreate and reproduce some biological aspects like structure-function relations observed in living entities and ultimately to bioinspiration, that structural properties and their functions are pushed to new levels, beyond what nature offers. Nature has experiences of billion years, human can learn and imitate from this great bank of ideas, and equip with its strategies and designs. Biomimetics and bioinspiration help us to create an economy which follows natural evolution with more biodegradable and biocompatible products. This pathway should be lifestyle for better life.

Keywords: Biomimetic, Bioinspiration, Technology, Structure-Function, Biocompatible.

* Corresponding Author, Assistant Professor, Email: z.moosavi@ccerci.ac.ir, Tel: +982144787797. Chemistry and Chemical Engineering Research Center of Iran.

Perspective on Golden Ratio (Φ)

Faezeh Moosavi-Movahedi *

The golden ratio or the Phi number, of 1.618 is a proportion known since antiquity to be the most aesthetically pleasing and it has been described and studied by many scientists and artists. The properties of Golden ratio can be instituted in the pattern of mathematical series and geometrical patterns, e.g. golden rectangle, triangle and spiral and they are known as the base of nature construction and the most pleasing to human visual sensation and not limited to aesthetic beauty. Phi has an important role in nature construction; this number is the reason of the symmetry and the best geometrical arrangement. The spiral galaxies whirl with a golden spiral superimposed; the orbital data of all planets, asteroids, moons and rings in the solar system are based on the golden ratio. We can find this ratio in plants phyllotaxis and structure; in animal's growth patterns and genealogy; in human body ratio, health and beauty. We can follow the Golden ratio in the past architecture, e.g. in pyramids, Parthenon and Persepolis; also, Renaissance art is very important in this field. Persian-Islamic architecture and art we can find this unique mathematics the reason of beauty and strength. This paper seeks to represent a panoptic view of the miraculous Golden Proportion and its relation with the nature, globe, universe, arts, mathematics and science.

Keywords: The Golden Ratio, Phi Number, Fibonacci, Aesthetics, Balance, Symmetry, Geometry.

* Corresponding author: Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran, Email: fmoosavi@ut.ac.ir

Climate Change and Disease: Role of Global Warming in Worldwide Type 2 Diabetes Epidemic

Vahid Sheikh-Hasani^{1,2}

Type 2 diabetes mellitus is one of the oldest known diseases and mostly is due to life style and genetic factors. Physical inactivity and obesity, sedentary lifestyle, long term exposure to free radicals caused by stress, cigarette smoking and consumption of alcohol are important factors in diabetes. Excess energy stores as triglycerides in adipose tissue and when the storage capacity of adipose tissue is exceeded, lipids can accumulate in some organs which can cause insulin resistance in them. It was demonstrated that activation of brown adipose tissue at cold climate, by consuming the stored lipids, might be reduced insulin resistance. Climate change and global warming directly and indirectly enforce the stress to the society and imposes various diseases, specially diabetes type 2. Considering the global warming phenomena it could be concluded that changing the lifestyle is necessary to reduce the risk of type 2 diabetes.

Keywords: Type 2 diabetes, Global warming, Obesity, Adipose Tissue, Stress, Diseases.

* Corresponding author: Email: v.sheikhhasani@ut.ac.ir, Tel: (+9821) 61113381

1. Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran.

2. The UNESCO chair on Interdisciplinary Research in Diabetes, University of Tehran, Tehran, Iran .

Make a Better PhD Graduate

Fariba Dashtestani^{*}

The employments in many countries are not proportionate to PhD graduates. Since, most of the PhD graduates expect academic careers. Whereas, one-fourth of PhD graduates could be faculty member and it means that many PhD graduates will be unemployment each year. This problem not only in Iran but also in many countries is a fundamental problem. In this regard, Nature journal published an article entitled “How to build a better PhD” to deal with the causes and solutions of the problem. This article summarized and translated that article published in Nature journal. In this paper, five solutions for improving employment of PhD graduates are offered.

Keywords: PhD Graduate, Employment, Applied Technology, Vocational PhD , Academic PhD.

^{*} Ph.D in Biophysics, Tel: (+9821) 61113338, Email: fdashtestani@ut.ac.ir
Institute of Biochemistry & Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran.

The Prevalence of Wrong and Nonreplicable Data Publication

Zahra Zolmajd Haghighi, Atyeh Ghasemi, Atefeh Poursoleiman, Arsalan Aghaei
and Ali Akbar Saboury*

Weak research design, flawed data analysis, biased observation and poor discussions have encouraged the publication of nonreplicable or false findings in recent years. In the present study, different types of errors and biases and their role in prevalence of wrong data publications are discussed. The main reason for occurrence of wrong and nonreplicable findings is the great tendency for publishing favorable results and ignoring the unwanted ones. As most project sponsors and publication reviewers seek impressive results, it is becoming a routine procedure to either neglect the peculiar results or fix them. Many scientists publish erroneous results due to the lack of knowledge or cognitive biases. This can be avoided if the present science culture undergoes a substantive change. Researchers are usually under pressure to publish more papers, because institutions reward them on the quantity of their publications, this policy needs to change too. Here some methods are recommended to attain a decent science culture.

Keywords: Science Culture, Replicability, Error, Cognitive Biases, Research Paper.

* Professor, Tel: (+982166956984) Fax: (+982166404680) E-mail: saboury@ut.ac.ir
Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran.

Requirement of Career for Technology Young Knowledge Workers

Amirhossein Tayebi Abolhasani*

Research indicates that due to the increasing population of young academic jobseekers and their unemployment, entrepreneurship can be one of the solutions for this scope. But on the other hand, social conditions and the current job market have its own requirements. The world future development based on knowledge-based economy will be inclusive soon and creates a new form of modern economic behavior in human society. In other words changes in economics, globalization, internal diversity and technology have created new needs for the organization, and the new requirements in some ways are very creative for the organization to pull it forward and sometimes can be harmful and destructive. However, it seems that if most of these challenges are managed well, they will create many opportunities for human resources and organizational structure. In this study, due to the pace of changes and technology acceleration in a new era and by using the library resources and experts analysis, we have tried to introduce young Knowledge Workers' career technical requirements in this decade. The research result entitled as future managers' suitability tools is expressed in three parts of key knowledge, key attitudes and key skills, and they should try to get the specified knowledge and information in addition to closing their attitude to the given attitudes, and for this purpose obtain the related skills too.

Keywords: Requirement, Career, Human Resources, Technology, Merit.

*Executive Master of Business Administration, Amirhosseintayebi69@yahoo.com
Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Unemployment and the Emigration of Skilled Graduates

Ahmad Shaabani *

Scientific and technological institutions have a prominent role in the cultural, social, economic, political, national and international developments. In which the progress of science and technology, are the leading indicators of development, advancement, and grow in countries. In other words, academic centers with human resources training and empowerment lead to progress and sustainable development of countries. In this context, if in an establishment of academic centers necessary standards, including student-teacher ratio, teaching and research facilities and physical space are not observed or society and organizations because of inefficiency or excessive numbers of graduates do not hire skilled graduates, sustainable development cannot be achieved. This situation can impose many economic and financial losses and will become a threat for national security. In this study, two knowledge-based damages of unemployment and the emigration of skilled graduates or brain drain that are facing high-education from several points of views have been considered. Finally, a method based on changing the structure of the high- education system and research-based guidelines using a hierarchical pyramid of academic staff and doctoral graduates, with the aim of preventing the emigration of skilled employment that causes most of the damage to higher education, is provided. The presented approach is based on the convergence and synergies, in order to increase the capability and potential of science and knowledge, promotion of quality education and research, and efficient use of limited financial resources and research facilities of the country.

Keywords: Emigration of Skilled Graduates, Brain Drain, Immigration Genes, Third Generation University (TGU), Hierarchical Pyramid Approach Faculty, Employment of PhD Graduates, Unemployment Graduates.

* Corresponding author. Professor, Tel.: +982129902800; E-mail: a-shaabani@sbu.ac.ir
Faculty of Chemistry, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Dialogue with Scientists and Politicians

Experience gained from different countries indicates that advancement in science and scientific development is strongly linked with the support extended by the national government and governing authorities of that country to science and related scientific activities. On this line, dialogue between scientists and governing political decision makers plays an important role in achieving scientific progress and sustainable national development in Islamic Republic of Iran. As such, towards realization of this goal as a highly valuable investment, it is imperative that necessary preparatory steps be taken for establishing dialogue with these authorities.

Other development in the country is highly linked with progress in science and ethics in a society. It should also be noted that the knowledge in its general context, lies at the root of love as a manifestation of mental reach to a state of awareness. On this line, we may note that when man gains true knowledge of a subject, then develop love for it. This is to state that at the state of true love whether being in conscience or mind or in heart, we will be willing to make all necessary sacrifices for it. When we reach a state of true knowledge and love of a subject, then we have reached state in which we may say that we cherish both of the worlds, i.e. this world and thereafter. This is for the reason that all true knowledge is the principle of all good. As stated and can be verified, in case of majority of developed countries, development in science lies at the root of progress made in these countries. Of course for national growth it is necessary that policies be in compliance with by ethics.

On this line, it is worthy to establish an office aimed for dialogue between scientists and authorities in the universities where duties of this office is to develop a plan for realization of such dialogue between scholars and policymakers and senior officials of the country. As part of duty of this office, would be to monitor innovation and technology in the world. This suggestion constitutes of a scientific monitoring office that serves as a dynamical monitoring facility for authorities in the country to benefit from it in a regular fashion. Establishing of such an office, has been practiced in some of the universities in the developed countries. It is hoped that this proposal would be welcomed by universities authorities and senior government officials.

Ali A. Moosavi-Movahedi
Editor-in- Chief

Content

Editorial	6
Unemployment and the Emigration of Skilled Graduates/ Ahmad Shaabani	7
Requirement of Career for Technology Young Knowledge Workers/ Amirhossein Tayebi Abolhasani	8
The Prevalence of Wrong and Nonreplicable Data Publication/ Zahra Zolmajd Haghighi, Atyeh Ghasemi, Atefeh Poursoleiman, Arsalan Aghaei and Ali Akbar Saboury	9
Make a Better PhD Graduate/ Fariba Dashtestani	10
Climate Change and Disease: Role of Global Warming in Worldwide Type 2 Diabetes Epidemic/ Vahid Sheikh-Hasani	11
Perspective on Golden Ratio (Φ)/ Faezeh Moosavi-Movahedi	12
New Technologies Based on Biomimetic and Bioinspiration/ Zainab Moosavi-Movahedi	13
Application of Biomimicry in Textiles/ Naimeh Anzabi	14

Science Cultivation



Editor-in-Chief:

A. A. Moosavi-Movahedi

Manager Editor:

A. Zali

Executive Director:

A. Kiani-Bakhtiari

Editorial Board:

H. Ahmadi Noubari, M. R. Aref, M. Behzad, M. Farhadi, Gh. Habibi, J. Tpwfighi, K. Koosha, R. Malekzadeh, J. Mehrdad, H. Mirzadeh, M. Mohaghegh, A. Mossalanejad, N. Parsa, A. A. Saboury, M. Shamsipur, A. Shockravi, S. Sohrabpour, S. Vaezzadeh, B. Yazdi Samadi, A. Zali, N. Zargham, M. A. Zolfigol

Science Cultivation “Journal” is published by Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran.(FAST-IRAN).

This journal aims at advancing and accelerating the science and technology policy in Iran.

License Holder : Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran.
(FAST-IRAN)

ISSN: X 8003-539

Publisher: Foundation for the Advancement of Science and Technology in Iran

Layout : Sina Movaghati

Web Coordinator: Zahra Moosavi-Movahedi

Address: No. 1. ,Jazayeri St., West Nosrat St., Nosrat Cross, North Jamalazade Ave. Tehran , Iran.

Tel/Fax: (+9821) 66577884

Website: www.sciencecultivation.ir

Email: info@sciencecultivation.ir

In The Name Of
God

Science Cultivation

Journal of Enculturation and Policy Making of Science, Innovation and Technology

Vol7, No. 1, January 2017

ISSN:X8003-539

- Editorial
- Unemployment and the Emigration of Skilled Graduates
- Requirement of Career for Technology Young Knowledge Workers
- The Prevalence of Wrong and Nonreplicable Data Publication
- Make a Better PhD Graduate
- Climate Change and Disease: Role of Global Warming in Worldwide Type 2 Diabetes Epidemic
- Perspective on Golden Ratio (ϕ)
- New Technologies Based on Biomimetic and Bioinspiration
- Application of Biomimicry in Textiles



RICeST



FAST-Iran

Foundation for the Advancement of Science
and Technology In Iran