ورمی تکنولوژی (فناوری کرم‌های خاکی) فرصتی در جهت نیل به کشاورزی پایدار(مروری)

حسینعلی علیخانی [۱] ، نعمت دیندارلو [۲]
۱- استاد گروه علوم مهندسی خاک، دانشگاه تهران، ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم مهندسی خاک، بیولوژی، بیوتکنولوژی علوم خاک دانشگاه تهران

چکیده
جامعه جهانی علمی امروز درحال جستجو برای دستیابی به یک فناوری است که باید از لحاظ اقتصادی قابل‌دوام[۱۰]، از نظر زیست محیطی پایدار[۱۱] و از لحاظ اجتماعی قابل قبول[۱۲] باشد. فناوری کرم‌های خاکی[۱۳]ترکیبی از همه این ظرفیت‌هاست. مهمترین فاکتور در حوضه فناوری کرم‌های خاکی شامل فناوری تولید کود زیستی ورمی‌کمپوست[۱۴] و فناوری پرورش کرم‌های خاکی[۱۵]می‌باشد. امروزه جنبشی نوین در مطالعات فناوری کرم‌های خاکی برای استفاده‌های متعدد در حفاظت از محیط‌زیست و توسعه پایدار رخ داده است. صاحبنظران این تکنولوژی در سراسر جهان در مورد نقش کرم‌های خاکی در مدیریت پسماند شهری، مدیریت بهبود کیفیت خاکها، فاکتورهای محرک رشد گیاه، تصفیه فاضلاب و همچنین خاکهای آلوده، پژوهش‌های زیادی انجام داده‌اند. معذالک برخی یافته های جدید در مورد نقش کرم‌ها در کاهش اثر سوء پاتوژن‌های گیاهی و انسانی و اخیرا درمورد استفاده بالقوه در طب مدرن برای حفظ سلامت انسان‌ها و به عنوان یک منبع غنی از پروتئین با کیفیت بالا باعث ایجاد یک انقلاب در مطالعات این فناوری شده‌است. در این مقاله سعی برآن شده که با بررسی کلی این فناوری، تجزیه و تحلیل مقالات روز دنیا و بیان نقاط ضعف و قوت این فناوری تعریفی درست و جامع از آن ارائه دهیم تا به این طریق پژوهشگران کشور را برای بررسی دقیق‌تر، جهت نیل به کشاورزی پایدار یاری رسانیم.

کلمات کلیدی: ورمی‌تکنولوژی، کشاورزی پایدار، ورمی‌کمپوست، ورمی‌کالچر، کرم‌های خاکی

مقدمه
کرم‌های خاکی موجوداتی هستند که ارسطو از آن به عنوان روده زمین یادکرده(شیپلی، ۱۹۷۰)[۱۶] و پس از آن داروین مشاهدات خود را در سال ۱۸۳۷ بر روی کرم‌های خاکی در مورد اینکه چگونه کرم‌ها بقایای گیاهی را با خاک مزرعه مخلوط می‌کنند و عمل هضم را انجام می‌دهند، گزارش داد. داروین کرم ها را دستگاه گوارش زمین می‌دانست و به عقیده وی کرم‌های خاکی دوستان کشاورز و سربازان ثابت قدم انسان‌ها هستند که شب و روز در خاک فعالیت می‌کنند(داروین، چارلز ۱۸۸۱)[۱۷]. پس از داروین بسیاری از محققان تحقیقات خود را در مورد نقش کرم‌ها در بهبود کیفیت خاک و تولید محصول شروع کردند. در کشور ما از حدود بیست سال گذشته تاکنون این فناوری رونق گرفته ولی متاسفانه هنوز جنبه‌های مختلف این آن برای بسیاری از محققان ناشناخته است.

فرایند تولید کودزیستی ورمی‌کمپوست:
زیست‌فناوری(تکنولوژی) تولید ورمی‌کمپوست شامل استفاده از انواع خاصی از کرم‌های خاکی است که به دلیل توان رشد و تکثیر بسیار سریع و پتانسیل قابل‌توجه برای مصرف انواع موادآلی زائد و تبدیل آن به یک کودآلی، با کیفیت ممتاز می‌باشد. عبور آرام، مداوم و مکرر پسماندهای آلی از مسیر دستگاه گوارش کرم‌خاکی، همراه با عمل خردکردن، ساییدن، مخلوط‌کردن و همچنین آغشته‌کردن این مواد به انواع ترشحات سیستم گوارشی مانند ذرات کربنات‌کلسیم، آنزیم‌ها، موادمخاطی، متابولیتهای مختلف ریزسازواره‌های موجود دردستگاه گوارش و ایجاد شرایط مناسب برای تولید اسیدهای هیومیک، در مجموع موادی را تولید می‌کند که خصوصیاتی کاملا متفاوت با مواد مصرفی اولیه خواهد داشت(علیخانی و ثواقبی، ۱۳۸۵). ورمی‌کمپوست بدلیل کاهش سطح آلاینده‌ها و داشتن سطح بالای جمعیت میکروبی و عناصرغذایی، در حال حاضر به عنوان یکی از بهترین کودهای زیستی محرک رشد گیاه مطرح می‌باشد(علیخانی و رشتبری، ۲۰۱۴; راویندران[۱۸] و همکاران، ۲۰۰۸).

فناوری کرم‌های خاکی
امروزه دانشمندان مجموعه‌ای از فناوری‌ها را ورمی‌تکنولوژی می‌نامندکه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

---

[۱۰] Economically viable
[۱۱] Environmentally sustainable
[۱۲] Socially acceptable
[۱۳] Vermitechnology
[۱۴] Vermicomposting technology
[۱۵] Vermiculture technology
[۱۶] Shipley ۱۹۷۰
[۱۷] Darwin, Charles, ۱۸۸۱
[۱۸] Ravindran et al ۲۰۰۸

۱. فناوری تولیدات کشاورزی ارگانیک[۱۹]: این فناوری استفاده از ورمی‌کمپوست برای بازسازی و بهبود حاصلخیزی خاک به منظور تولید مواد غذایی سالم و عاری از مواد شیمیایی برای جامعه می‌باشد. با توجه به بالا رفتن آمار سرطان و دیگر نارسایی‌های جسمانی در کشور و نیاز بیشتر مردم به محصولات ارگانیک، استفاده از این فناوری به طور روز افزون در حال افزایش است.
۲. فناوری زیست پالایی توسط کرم‌های خاکی[۲۰]: تمیز کردن سایت‌های(اراضی) آلوده به مواد شیمیایی و همچنین بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی اراضی جهت استفاده مجدد از آن‌ها از دیگر مزایای ورمی‌تکنولوژی می‌باشد.
۳. فناوری تصفیه بوسیله کرم‌های خاکی[۲۱]: درفاضلاب شهری و برخی از فاضلاب‌های صنعتی جهت تصفیه و ضد عفونی فاضلاب برای بهره برداری مجدد مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این فناوری بیشتر در کاهش غلظت عناصر سنگین و بازیافت پسماند شهری استفاده می‌شود که انجام آن نیاز به کمپوست شدن اولیه[۲۲] مواد غذایی کرم‌های خاکی دارد(علیخانی و همکاران ۲۰۰۸).
۴. تکنولوژی تولیدات صنعتی کرم‌های خاکی[۲۳]: استفاده از مواد خام با ارزش موجود در ضایعات برای تولیدکرم‌های خاکی که از آن ترکیبات فعال زیستی[۲۴] ساخته می‌شود. این ترکیبات برای صنایع داروسازی ، روان کننده‌ها، صابون‌ها، صنایع مواد شوینده و لوازم آرایشی بهداشتی استفاده می‌شود و از پروتئین‌های غنی کرم‌های خاکی به‌عنوان تغذیه برای ترویج صنایع آبزی‌پروری، صنعت پرورش طیور، که در تولید مواد تغذیه‌ای برای جامعه بسیار مفید می‌باشد، بهره می‌گیرند.
در گام بعدی جهت روشن شدن بیشتر جوانب این فناوری نیاز داریم که مورفولوژی و چرخه کرم‌های خاکی را به صورت اجمالی بررسی کنیم.
مورفولوژی و چرخه زندگی کرم‌های خاکی:
کرم‌های خاکی با بیش از ۶۰۰ میلیون سال سابقه به عنوان مهندسان اکوسیستم[۲۵] هستند(سینا[۲۶] و همکاران ۲۰۱۰). کرم‌های خاکی طویل، باریک، استوانه‌ای ، دارای تقارن طولی دو جانبه و ازجمله بی‌مهرگان هستند. معمولا طول عمر کرم‌های خاکی برحسب نوع گونه و وضعیت زیست محیطی در حدود ۳ تا ۷ سال است . کرم‌های خاکی پناهگاه میلیون‌ها ریزسازواره‌های تجزیه کننده و ثبیت کننده نیتروژن در روده خود می‌باشند. این جانوران دارای" گیرنده‌های شیمیایی "[۲۷] که در جستجوی غذا به آن‌ها کمک می‌کند، می‌باشند. بدن آن‌ها ۶۵ درصد پروتئین ، ۱۴٪ چربی ، ۱۴ ٪ کربوهیدرات و ۳٪ خاکستر را شامل می‌شود.(علیخانی و همکاران،۱۳۸۸)
کرم‌های خاکی در زیستگاه‌های گوناگون بویژه زیستگاه‌هایی تاریک و مرطوب وجود دارند. آن‌ها می‌توانند یک محدوده دمای بستر بین ۵ تا ۲۹ درجه سانتیگراد را تحمل کنند و دمای ۲۰ تا ۲۵درجه سانتیگراد و رطوبت ۶۰-۷۵ درصد برای اغلب کرم‌ها مطلوب می‌باشد(علیخانی و همکاران،۱۳۸۸). کرم‌های خاکی به سرعت تکثیر می‌یابند. سینا[۲۸] و همکاران ۲۰۱۰بیان کردند که با توجه به شرایط مطلوب رطوبت ، دما و تغذیه‌ای مواد، کرم های خاکی در طول هر ۶ ماه می توانند تا ۲۸ برابر یعنی ۲۵۶ کرم، از یک جفت کرم حاصل شده و هر یک از ۲۵۶ کرم در ۶ ماه بعدی ضرب در همان نسبت شده و زیست توده عظیمی از کرم ها در یک زمان کوتاه تولید می‌شود. همچنین این محققین گزارش کردند که چرخه زندگی کرم‌ها حدودا ۲۲۰ روز است و در طی این چرخه ۳۰۰-۴۰۰ کرم جوان تولید می‌کنند. ویسوانتان[۲۹] و همکاران ۲۰۰۵نشان دادند که اکثر کرم‌های خاکی در روز نصف وزن بدن خود، از زباله آلی مصرف می‌کنند. کرم‌های خاکی بدون چشم، بینی و پا هستند و خاک زیرین را با خاک سطحی مخلوط‌کرده و به این طریق پروفیل خاک را یکنواخت می‌کنند. مواد مترشحه از کرم‌های خاکی، شامل ترکیبات نیتروژنی است که مواد مغذی مهم برای گیاهان می‌باشد. این مواد چسبناک کمک می‌کند تا کلاسترهای خاک بهم چسبیده و تشکیل خاکدانه دهند(علیخانی و همکاران،۱۳۸۸).
کرم‌های خاکی بطور متوسط ۳ تا ۸ کوکون در هفته بسته به نوع گونه تولید می‌کنند.کرم‌های سطحی‌زی(اپی ژیک)[۳۰]کوکون بیشتری در مقایسه با عمقی‌زی(اندوژیک)[۳۱] تولید می‌کنند(علیخانی و همکاران،۱۳۸۸). برخی از گونه‌ها تحت شرایط ایده‌آل طول عمر آن‌ها به ۱۰ تا ۱۴ سال می‌رسد(علیخانی و همکاران،۲۰۰۹). بسیاری محققین معتقدند گونه *Eisenia fetida* در شرایط مطلوب حدودا ۴ تا ۵ سال زندگی می‌کند. مشارکت کرم‌های خاکی، سرعت تجزیه بیولوژیکی پسماندهای طبیعی در محیط را افزایش‌داده و تجزیه آن‌ها را تا ۶۰-۸۰٪ افزایش می‌دهند. کرم‌های خاکی سطحی‌زی مصرف‌کنندگان مواد آلی طبیعی هستند میزان بالای مصرف، هضم و جذب ماده آلی، تحمل طیف گسترده‌ای از عوامل محیطی، چرخه زندگی کوتاه، تکثیر بالا، استقامت و مقاومت در برابر تغییرات محیطی، آن‌ها را برای فرایند ورمی‌کمپوستینگ مناسب می‌سازد(علیخانی و همکاران،۲۰۰۹). تعداد انگشت شماری از گونه‌های کرم‌های خاکی سطحی‌زی تمام این ویژگی‌ها را دارا می‌باشند، و اغلب چهار سویه در فناوری ورمی‌کمپوست استفاده می‌شود: سویه *Perionyx excavates*، *Eisenia fetida*،*Eisenia anderi* و *Eudrilus eugeniae* (علیخانی و همکاران، ۱۳۸۸،دامگز و ادواردز،

---

[۱۹] Soil productivity improvment
[۲۰] Vermi-remediation Technology
[۲۱] Vermi-filtration Technology
[۲۲] Pre-composting
[۲۳] Vermi-industrial ProductionTechnology
[۲۴] Bioactive compounds
[۲۵] Ecosystem engineers
[۲۶] Sinha, et al. ۲۰۱۰
[۲۷] Chemoreceptors
[۲۸] Sinha, et al. ۲۰۱۰
[۲۹] C.Visvanathan
[۳۰] Epigeic
[۳۱] Endogeic

۲۰۱۰ب).[۳۲] مهم‌ترین سویه که در حال حاضر در کشور ما برای تولید ورمی‌کمپوست استفاده می‌شود ایزنیا فتیدا و ایزنیا آندری می‌باشد. با توجه به اینکه وضعیت بیولوژیکی جامعه (مثلا شرایط جامعه میکروبی) ورمی‌کمپوست سودمندی آن را درکشاورزی و مصارف دیگر مشخص می‌کند. بنابراین بررسی و بیان چگونگی تعاملات کرم‌های خاکی با سایر موجودات خاکزی، برای روشن شدن بعضی جنبه‌های فناوری کرم‌های خاکی(مثلا توان تجدید و زیست پالایی خاکها) امری ضرروری است.

تعاملات کرم های خاکی با موجودات خاکزی:

سیستم‌های ورمی‌کمپوستینگ به نوعی یک چرخه پیچیده مواد غذایی است که منجر به بازیافت پسماند آلی و انتشار مواد مغذی می‌شود. اثرات اصلی این سیستم عبارتند از تداخل در تعاملات بیولوژیکی بین تجزیه‌کنندگان (باکتری‌ها و قارچ‌ها) و جانوران خاک، شامل رقابت، همزیستی، شکار و همیاری، لذا تغییرات سریعی که در این روابط رخ می‌دهد منجر به تنوع عملکردی و تغییر کیفیت بستر می‌شود. بیشترین تعداد و تنوع در این چرخه غذایی میکروب‌ها هستند. البته در این چرخه بسیاری از جانوران از اندازه‌های مختلف از جمله نماتدها، بندپایان کوچک و جمعیت زیادی از کرم‌های خاکی را نیز وجود دارد. بنابراین ورمی کمپوست بستری مناسب برای ریزسازواره های مفید می‌باشد و این امر موجب شده که حتی در بعضی موارد از ورمی کمپوست به عنوان حامل کودهای بیولوژیک استفاده شود(علیخانی و شریعتی ۲۰۱۳). تجزیه بیوشیمیایی مواد آلی در درجه اول توسط میکروب‌ها انجام شده، اما کرم‌های خاکی این روند را تحت تاثیر قرارداده و فعالیت میکروبی را با افزایش مستقیم جمعیت میکروب‌ها افزایش‌داده و به این طریق نقش مهمی را ایفا می‌کنند(علیخانی و همکاران، ۲۰۰۹، ایرا و همکاران، ۲۰۰۸؛ مونروی و همکاران، ۲۰۰۹؛ گومز-براندون و همکاران، ۲۰۱۱آ.)[۳۳]. همچنین افزایش سطح ماده‌آلی، آن را برای حمله میکروبی آماده می‌سازند(دامینگز و ادوادز، ۲۰۱۰)[۳۴]. این فعالیت‌ها میزان گردش موادآلی و بهره‌وری جوامع میکروبی را افزایش داده و موجب افزایش سرعت تجزیه می‌شود. کرم‌های خاکی نیز ممکن است دیگر جانوران جامعه زیستی خاک را به طور مستقیم تحت تاثیر قرار دهند، به طور عمده از طریق مصرف میکروفون خاک(باکتری‌ها و نماتدها) که در حال حاضر در پایین هرم غذایی قرار دارند و یا بطور غیر مستقیم، با در دسترس قرار دادن منابع برای این گروه از میکروارگانیسم‌ها چرخه غذایی را تحت تاثیر قرار می‌دهند(علیخانی و همکاران،۲۰۰۹،مونروی و همکاران، ۲۰۱۱)[۳۵]. تماس بین مواد خورده شده و خورده نشده توسط کرم‌های خاکی ممکن است نرخ تجزیه را تحت تاثیر قراردهد که این بدلیل حضور جمعیت میکروبی در مدفوعات کرم‌های خاکی است که متفاوت از جمعیت موجود در مواد قبل از مصرف توسط کرم‌هاست(گومز-براندون و همکاران. ، ۲۰۱۱آ)[۳۶]. گروه‌های اختصاصی میکروب‌ها رفتار متفاوتی در دستگاه گوارش کرم‌خاکی نشان می‌دهند. مونروی و همکاران(۲۰۰۹) کاهش ۹۸٪ در تراکم سویه‌های مختلف کلی فرم، پس از عبور کود خوک از روده کرم‌های خاکی گونه ایزنیا فتیدا را مشاهده کردند. کاهش در تعداد کل این سویه‌ها به معنی کاهش باکتریایی زیست توده کربنی نیست، بلکه یک اثر خاص منفی کرم‌های خاکی بر روی این گروه از باکتری‌ها را نشان می‌دهد. چنین اثرات انتخابی در جوامع میکروبی ممکن است مسیر تجزیه را در طول فرایند تولید ورمی‌کمپوست تغییر دهد. که به احتمال زیاد منجر به تغییر ترکیب جوامع میکروبی درگیر در تجزیه می‌شود. در واقع میکروب‌هایی روده‌زی هستند که در مواد دفع شده گسترش یافته و تجزیه موادآلی دفع‌شده توسط این میکروب‌ها ادامه می‌یابد(علیخانی و همکاران،۲۰۰۹). مدفوع و یا کست کرم‌های خاکی اپی‌ژیک[۳۷] شامل ترکیب جمعیت میکروبی متفاوتی از جمعیت موجود درمواد اولیه است و انتظار می‌رود که آن جوامع میکربی موجود در مواد آلی تازه، تغییراتی شبیه به زمانی که کرم‌های خاکی حضور دارند را نشان ندهند. حظور کرم‌های خاکی سطح فعالیت جوامع میکروبی را تغییر می‌دهد و منجر به اصلاح تنوع عملکردی جمعیت میکروبی در سیستم‌های ورمی‌کمپوستینگ می‌شود. حتی کیفیت ورمی‌کمپوست حاصله و تنوع جوامع زیستی آن بستگی زیادی به درصد بلوغ ورمی‌کمپوست دارد(علیخانی و رشتبری ۲۰۱۴). گروه دیگری از محققان دریافتند که عبور موادآلی از دستگاه گوارش کرم‌خاکی فراوانی باکتری‌های گرم‌مثبت(G+) را به میزان بیشتری نسبت به باکتری‌های گرم‌منفی تحت‌تاثیر قرار می‌دهند، که این تغییر را با بررسی پروفیل اسید چرب فسفولیپید آنان مشاهده کردند. این تفاوت ممکن است بدلیل این باشد که باکتری‌های G- دارای غشای خارجی با ترکیبات خاصی از لیپوپلی‌ساکارید می‌باشد که یکپارچگی ساختاری را فراهم می‌کند، در نتیجه بار منفی در غشاء سلولی افزایش یافته و این امر باکتری‌ها را از انواع خاصی از حملات شیمیایی حفظ می‌کند(ورمو و همکاران، ۱۹۹۳)[۳۸]. یافته‌های اخیر گزارش شده توسط گومز-براندون و همکاران(۲۰۱۱آ، ۲۰۱۲آ)[۳۹] نشان می‌دهد که روده کرم‌های خاکی اپی‌ژیک[۴۰] به عنوان یک فیلتر انتخابی برای میکروارگانیسم‌های موجود در بستر زندگی کرم‌های خاکی عمل می‌کند، در نتیجه وجود یک جامعه میکروبی تخصصی در متابولیسم ترکیبات که توسط کرم‌های خاکی تولید و یا منتشر شده در مواد دفعی کرم خاکی مشاهده می‌شود. با این وجود محققان تفاوتی بین پروفایل‌های PLFA[۴۱] نمونه مواد دفعی تازه بدست آمده از انواع

---

[۳۲] Dominguez & Edwards ۲۰۱۰ b

[۳۳] Aira et al.,۲۰۰۸;Monroy et al.,۲۰۰۹;Gomez-Brandon et al.,۲۰۱۱a

[۳۴] Dominguez & Edwards ۲۰۱۰ b

[۳۵] Monroy et al.,۲۰۱۱

[۳۶] Gomez-Brandonetal.,۲۰۱۱a

[۳۷] Epigeic

[۳۸] Vermü e

[۳۹] Gomez-Brandonetal.

[۴۰] Epigeic

[۴۱] Phospholipid fattyacid profile

مختلف کود ورمی‌کمپوست مشاهده نکردند، این نشان می‌دهد که اثرات مستقیم کرم‌های خاکی اپی‌جییک بر ترکیب جامعه میکروبی تا حد زیادی توسط عوامل دیگر غیر از مواد اولیه(به عنوان مثال، گونه کرم‌خاکی) تعیین می‌شود.

نتیجه گیری

ورمی تکنولوژی دارای جوانب و زیرمجموعه هایی بوده که بسیاری از آن هنوز برای محققان کشور ما ناشناخته است. کود زیستی ورمی‌کمپوست بر اساس نوع تغذیه کرم و درصد بلوغ دارای کیفیت متفاوت بوده و به طور کلی می‌توان گفت که در طی فرایند تولید ورمی‌کمپوست، کیفیت کود تولیدی بستگی زیادی به نوع تعامل بین کرم و میکروارگانیسم‌ها دارد و این تعامل بیشتر بستگی به گونه کرم‌خاکی و نوع ضایعات اولیه مورد استفاده کرم خاکی دارد و باید بر این نکته نیز تاکید شود که گروه خاصی از میکروب‌ها، بسته به شرایط حاکم بر دستگاه گوارشی گونه کرم‌ها رفتار متفاوتی نشان می‌دهند. موضوع دیگری که اهمیت دارد پاتوژن‌های گیاهی و انسانی در کود تولیدی بوده و فاکتورهایی که مقدار کاهش پاتوژن ها را در حین فرایند تعیین می‌کند، شامل: مقدار مواد اولیه (مونوری و همکاران)[۴۲] و نوع پاتوژن‌ها و نوع سویه کرم می‌باشد. مساله مهم این است که به گونه ای محصول پایان دوره را به عنوان یک محصول ایمن از لحاظ ارگانیک بودن بدانیم و نیز برای کشاورزی پایدار و حفاظت محیط‌زیست سودمند باشد.

منابع

علیخانی ، ح. و غ. ثواقبی ۱۳۸۵. تولید ورمی کمپوست برای کشاورزی پایدار (ترجمه). مرکز نشر جهاد دانشگاهی. ۱۳۸۵، ۲۶۸ صفحه.

علیخانی ، ح. معزاردلان ، م. و محمدی ، ل. ۱۳۸۸. نقش کرم‌های خاکی در کشاورزی (ترجمه). مرکز نشر جهاد دانشگاهی. ۲۴۸ صفحه.

Aira et al. ۲۰۰۸. Detritivorous earthworms directly modify the structure, thus altering the functioning of a microdecomposer food web. Soil Biology and Biochemistry, ۴۰, ۲۵۱۱-۲۵۱۶

Alikhani, H. A., et al. ۲۰۰۸. Effect of Pre-thermocomposting on decrease of cadmium and lead pollution in vermicomposting of Municipal solid waste by Eisenia fetida. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci, ۴(۵), ۵۳۷-۵۴۰.

Alikhani, H. A., et al. ۲۰۱۰. The effect of compost and vermicompost of yard leaf manure on growth of corn.African Journal of Agricultural Research, ۵(۱۱), ۱۳۱۷-۱۳۲۳.

Alikhani, H. A., et al. ۲۰۱۱.Comparison of Compost and Vermicompost of Yard Leaf Manure and Inorganic Fertilizer on Yield of Corn."Communications in Soil Science and Plant Analysis, ۴۲:۱۲۳-۱۳۱".

Alikhani, H. A., et al. ۲۰۱۲. "Effect of diffrent compost Tea on Zink, Iron & Phosphorus concentration & uptakein Wheat."

Alikhani, H. A., et al. ۲۰۱۳. Assessment of the Possibility of Humic Acid Extraction from Vermicompost with Urea.In Functions of Natural Organic Matter in Changing Environment (pp. ۲۲۵-۲۲۸).Springer Netherlands.

Alikhani, H. A., et al. ۲۰۱۴."Effect of nanoprosil-۱ (lus-۱) in combination with vermicompost for production of pseudomonas fluorescens inoculants on the growth and yields of maize."Agricultural Advances ۳.۳: ۸۱-۸۷.

Alikhani, H. A., and A. Hemati. ۲۰۱۳. "The Most Appropriate Way to Increase the Quality Indices of the Humic Acid Extracted from Vermicompost." Functions of Natural Organic Matter in Changing Environment.Springer Netherlands,.۲۲۹-۲۳۲.

Alikhani, H. A., and A. Hemati. ۲۰۱۳. "The most appropriate way to increase the quality indices of the extracted humic acid from vermicompost." International Journal of Agronomy and Plant Production ۴.۲: ۳۳۶-۳۴۰.

Alikhani, H. A. & Rashtbari, M ۲۰۱۴. Effects of Different Enrichment Treatments on Chemical Properties of Vermicompost during Maturation.Bull. Env.Pharmacol. Life Sci, ۳(۵), ۱۱۹-۱۲۴.

Alikhani, H. A & Shariati, Shayan. ۲۰۱۳. "Application of Vermicompost as a Carrier of Phosphate Solubilizing Bacteria (Pseudomonas fluorescens) in Increase Growth Parameters of Maize."International Journal of Agronomy and Plant Production ۴.۸: ۲۰۱۰-۲۰۱۷.

Darwin, Charles, ۱۸۸۱. The Formation of Vegetable Moulds Through the Action of worms. Murray Publications London.

Edwards, C.A. ۲۰۱۱. Human pathogen reduction during vermicomposting. In: Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Sherman, R. (Eds.), Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes and Environmental Management, CRC Press, Boca Raton, pp. ۲۴۹-۲۶۱

Dominguez, J., Edwards, C.A. ۲۰۱۰b. Biology and ecology of earthworm species used for vermicomposting, In: C.A. Edwards, N.Q. Arancon, R.L. Sherman (Eds.), Vermiculture

Technology: Earthworms, Organic Waste and Environmental Management, CRC Press,

[۴۲] Monroy

Boca Raton, Florida, pp. ۲۵-۳۷.
Gomez-Brandon, et al. ۲۰۱۱a. Epigeic earthworms exert a bottleneck effect on microbial communities through gut associated processes. Plos One, ۶, ۱-۹.۸.
Gomez-Brandon,et al. ۲۰۱۲. Species-specific effects of epigeic earthworms on microbial community structure during first stages of decomposition of organic matter. Plos One, ۷, ۱-۸
Koubova, Anna, et al. ۲۰۱۵. "The effects of earthworms Eisenia spp. on microbial community are habitat dependent." European Journal of Soil Biology ۶۸: ۴۲-۵۵.
Monroy, F., et al. ۲۰۰۹. Reduction of total coliform numbers during vermicomposting is caused by short-term direct effects of earthworms on microorganisms and depend on the dose of application of pig slurry. Science of the Total Environment, ۴۰۷, ۵۴۱۱-۵۴۱۶
Monroy,et al. ۲۰۱۱. Epigeic earthworms increase soil arthropod populations during first steps of decomposition of organic matter. Pedobiologia, ۵۴, ۹۳-۹۹.
Sinha, et al. ۲۰۱۰. "Vermiculture technology: reviving the dreams of Sir Charles Darwin for scientific use of earthworms in sustainable development programs." Technology and Investment.
Ravindran B., et al ۲۰۰۸: Vermicomposting of Solid Waste Generated from Leather Industries Using Epigeic Earthworm Eisenia fetida. Applied Biochemical Biotechnology.; ۱۵۱: ۴۸۰-۴۸۸
Shipley,A.E. ۱۹۷۰.In :The Cambridge Natural History. (Harmer,S.F. and Shipley, A.E. eds). Codicote,England.
Vermü e, et al, ۱۹۹۳. Toxicity of homologous series of organic solvents for the gram-positive bacteria Arthrotobacter and Nocardia Sp. and the gram-negative bacteria Acinetobacter and Pseudomonas Sp. Biotechnology and Bioengineering, ۴۲, ۷۴۷-۷۵۸
C.Visvanathan, et al,۲۰۰۵ (Eds.) "Vermicomposting as an Eco-Toolin Sustainable Solid Waste Management," Asian Institute of Technology, Annamalai University, Chidambaram.

Abstract

The global scientific community today is searching for a technology which should be "economically viable", "environmentally sustainable" and "socially acceptable". Vermitechnology combines all these virtues and qualities together. The most importancefactor In vermitechnologes is: vemicomposting technology and vermiculture technology. A revolution is unfolding in vermitechnology studies for multiple uses in environmental protection and sustainable development.Vermitechnologes scientists all over the world knew about the role of earthworms as "waste managers", as "soil managers & fertility improvers" and "plant growth promoters" for long time. But some comparatively "new discoveries" about their role in "wastewater treatment", "contaminated soil remediation", and more recently about their potential use in modern medicine for protection of "human health and as a rich source of "high quality protein" have brought a revolution in the vermitechnology studies. This paper on the review of the technology, analysis and expression of articles on the world just and comprehensive definition of the strengths and weaknesses of this technology offer so our country researchers to examine more detail, to achieve sustainable agriculture assist.

Key words: Vermitechnology, sustainable agriculture, vermicompost, vermiculture, earthworm