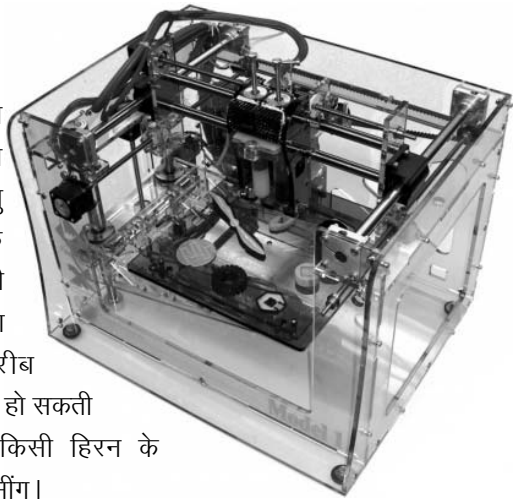
3-डी छपाई - निर्माण की एक तकनीक

भास्वर लोचन

प्रिंटिंग प्रेस का आविष्कार 1450 में जोहानस गटेनबर्ग ने किया था। तब से लेकर आज तक इसमें कई परिवर्तन हुए हैं। अब छपाई की तकनीक एक ऐसे मुकाम पर पहुंच चुकी है जहां इसका उपयोग वस्तुओं के निर्माण में हो सकेगा। दरअसल यह तकनीक निर्माण के क्षेत्र में क्रांतिकारी साबित हो सकती है। इस तकनीक का उपयोग करते हुए ज़रूरत के अनुसार कोई भी चीज़ बना सकेंगे। जूतों से कमीज़ तक हर चीज़ कंप्यूटर कीबोर्ड के इशारों से बनाई जा सकेगी।

पेचीदा चीज़ें बनाने का पारंपरिक तरीका यह रहा है कि कच्चे माल में अनावश्यक पदार्थ की छंटाई करके मनचाहा आकार प्राप्त किया जाता है। यानी यह प्रक्रिया घटाने की प्रक्रिया होती है। एक ठोस ब्लॉक लेकर छैनी, रेगमाल या अन्य कोई रगड़ पैदा करने वाला पदार्थ, लेज़र या काटने के अन्य औज़ारों की मदद से बारीक आकृतियां उकेरी जाती हैं। घटाने की इस विधि से आप काफी पेचीदा वस्तुएं तैयार कर सकते हैं। मगर इस पेचीदगी की कीमत चुकानी पड़ती है। जितनी पेचीदा वस्तु होगी, उतना ही समय लगेगा और उतनी ही कुशलता की ज़रूरत पड़ेगी।

दूसरी ओर, 3-डी छपाई जोड़ने की तकनीक है। इसमें वस्तुओं को बनाने के लिए पहले ड्राफ्टिंग सॉफ्टवेयर की मदद से कंप्यूटर के पर्दे पर वस्तु को डिज़ाइन कर लिया जाता है। इसके बाद एक अन्य प्रोग्राम की मदद से इस वस्तु की पतली-पतली स्लाइस काटी जाती हैं। ऐसा करने पर वस्तु अत्यंत पतली-पतली चपटी (दो-आयामी) परतों में बंट जाती है। अब प्रिंटर एक-एक परत को एक के ऊपर एक छापता है - छपाई के लिए वह स्याही की जगह पिघले प्लास्टिक जैसे पदार्थ का उपयोग करता है जो तुरंत सख्त हो जाता है। इस तरह परत-दर-परत छपते-छपते मनचाहे आकार की चीज़ तैयार हो जाती है। इस तकनीक का फायदा यह होता है कि वस्तु के अंदर के कोने-कोने में या दरारों में पहुंचने के लिए औज़ारों की तलाश नहीं करनी पड़ती। 3-डी प्रिंटर तो वस्तु को पदार्थ की परतें जमा-जमा कर बनाता है। ऐसी मुद्रित वस्तु में नाज़ुक फीतों जैसी रचनाएं या अजीबोगरीब वक्रताएं भी हो सकती हैं। जैसे किसी हिरन के घुमावदार सींग।



पहला व्यावसायिक 3-डी प्रिंटर चार्ल्स हल ने 1984 में बनाया था। यह जिस तकनीक पर आधारित था उसे स्टीरियो लिथोग्राफी कहते हैं। इसके लिए जिस उपकरण का इस्तेमाल किया जाता है उसे एसएलए कहते हैं। इसमें एक बर्तन में भरे तरल फोटोपोलीमर के ठीक ऊपर एक छिद्रमय प्लेटफॉर्म को जमाया जाता है। इसके बाद एक पराबैंगनी लेज़र पुंज की मदद से बर्तन में भरे फोटोपोलीमर की सतह पर मनचाही वस्तु की एक पतली स्लाइस की रेखाकृति बनाई जाती है। इस प्रक्रिया में तरल की यह अत्यंत पतली परत सख्त होकर प्लेटफॉर्म पर जम जाती है। अब प्लेटफॉर्म को थोड़ा नीचे सरकाया जाता है और वस्तु की अगली स्लाइस की रेखाकृति तरल में बनाई जाती है, वह भी सख्त होकर जम जाती है। इस तरह एक-एक स्लाइस बनाई जाती है, जब तक कि पूरी वस्तु न बन जाए। पूरी वस्तु बन जाने पर प्लेटफॉर्म को फोटोपोलीमर के बर्तन पर से हटाकर अतिरिक्त तरल को धो डालते हैं और बनी हुई वस्तु को पकाते हैं। यह 3-डी छपाई का सबसे सटीक उपकरण है। इसमें प्रत्येक स्लाइस की मोटाई मात्र 0.06 मि.मी. होती है।

3-डी प्रिंटिंग की एक और तकनीक डीएलपी है। यह तरल से भरे किसी टैंक में तरल के चुने हुए हिस्से को ठोस में बदलने पर आधारित है। इसमें एक प्रोटेक्टर की मदद से वस्तु की एक-एक परत को क्रमशः ठोस में तबदील किया

जाता है जबकि एसएलए तकनीक में लेज़र की मदद से एक-एक परत की रेखाकृति बनाई जाती है। डीएलपी तकनीक में प्रिंटर से इंकजेट के समान तरल पोलीमर छोड़ा जाता है। जब एक परत बन जाती है तो उस पर पराबैंगनी प्रकाश डाला जाता है जिससे वह परत ठोस में बदल जाती है। इसके बाद ही दूसरी परत बिछाई जाती है।

3-डी प्रिंटर की एक और श्रेणी है जिसमें फोटोपोलीमर तरल को ठोस बनाने की प्रक्रिया का सहारा नहीं लिया जाता। इसमें एक अर्ध-तरल पदार्थ (प्रायः थर्मोप्लास्टिक) को एक प्रिंटर के जेट से छोड़ा जाता है। इस तकनीक का फायदा यह है कि इसमें उस तरह के थर्मोप्लास्टिक का उपयोग किया जा सकता है जो अक्सर इंजेक्शन ढलाई की तकनीक में इस्तेमाल होते हैं।

3-डी प्रिंटर्स में आप दोनों तरह के प्लास्टिक का उपयोग कर सकते हैं - एबीएस और पीएलए। पीएलए जैव विघटनशील है और यह जैविक स्रोतों से बनाया जाता है। हाल के दिनों में ऐसी टेक्नॉलॉजी विकसित हुई है जिसकी मदद से पीएलए का उत्पादन कई तरह के जैव पदार्थों से किया जा सकता है। जल्दी ही यह किफायती हो जाएगा। ऐसा होने पर 3-डी प्रिंटर्स तेज़ी से प्रचलन में आएंगे। इसके अलावा, उन पदार्थों की रेंज भी बढ़ रही है जिनका उपयोग 3-डी प्रिंटिंग कार्य में किया जा सकता है। जैसे भविष्य में चीज़ या चॉकलेट जैसे पदार्थों के अलावा कांक्रीट से प्रिंट करने वाले प्रिंटर बनने की संभावना है। संभव हुआ तो पूरी की पूरी इमारतों को 3-डी प्रिंटर से बनाया जा सकेगा।

3-डी प्रिंटर की एक श्रृंखला और है। इसमें तरल की बजाय निर्माण सामग्री के पावडर से परतें बनाई जाती हैं। इसकी भी दो तकनीकें हैं। एक तकनीक को बाइंडर जेटिंग कहते हैं। इसमें इंकजेट नुमा प्रिंटर के नोज़ल से एक चिपकने वाला पदार्थ छोड़ा जाता है जो पावडर की परतों को क्रमशः जमाता जाता है। कुछ बाइंडर जेट प्रिंटर्स में पांच नोज़ल से चार अलग-अलग रंग की स्याहियां और एक बाइंडर छोड़ा जाता है। इसकी मदद से रंगीन वस्तु बनाई जा सकती है।

दूसरे किस्म का बाइंडिंग जेट प्रिंटर प्लास्टिक पावडर, रेत या यहां तक कि धातु जैसे पदार्थों से परतें जमा सकता है। जब बाइंडर को रेत पर डाला जाता है, तो जो वस्तु बनती है उसे एक सांचे के रूप में इस्तेमाल किया जाता है। इस वस्तु पर पिघली हुई धातु डाली जाती है। जब धातु ठंडी होकर ठोस बन जाती है तब रेत को हटा दिया जाता है।

एक तरीका यह भी है कि कांसे अथवा स्टेनलेस स्टील का पावडर बिछाया जाता है और प्रिंटर का नोज़ल इस पर चलता है जो चुनी हुई जगहों पर बाइंडर घोल छिड़कता जाता है। एक हीटिंग लैम्प की मदद से इस परत को सुखा दिया जाता है। इसके ऊपर फिर धातु का पावडर बिछाया जाता है और अगली परत उसी प्रकार से डाली जाती है। सारी परतें बिछ जाने के बाद इस वस्तु को ओवेन में रखकर बाइंडर को पूरी तरह सुखा लिया जाता है। अलबत्ता, वस्तु अभी भी बहुत भुरभुरी होती है। इसे कांसे के और पावडर के साथ भट्टी में पकाया जाता है। अंत में जो वस्तु प्राप्त होती है वह लगभग 99 प्रतिशत धातु से बनी हुई मज़बूत चीज़ होती है। बाइंडर छिड़कने की बजाय आप चाहें तो धातु के पावडर को परत में चुनी हुई जगहों पर गर्म करके उतनी जगह के कणों को आपस में चिपका सकते हैं। इस तरह से काम करने वाली एक तकनीक एसएलएस कहलाती है और यह काफी विकसित टेक्नॉलॉजी है। इस विधि में कई मर्तबा पहले वस्तु का मोम का सांचा बनाया जाता है और फिर उस पर धातु या मनचाहा पिघला हुआ पदार्थ डालकर अंतिम उत्पाद बना लिया जाता है। एसएलएस के समान एक और तकनीक है जिसे एसएलएम कहते हैं। इसमें लेज़र की मदद से पावडर के कणों को पूरी तरह पिघला दिया जाता है। पिघलाने का काम लेज़र की बजाय एक गर्म प्रिंटर हेड की मदद से भी किया जा सकता है। यही काम आप एक इलेक्ट्रॉन पुंज से भी करवा सकते हैं।

इंजीनियर्स और डिज़ाइनर्स वस्तुओं के मॉडल बनाने के लिए 3-डी प्रिंटिंग का उपयोग पिछले डेढ़ दशकों से कर रहे हैं। मगर फिछले कुछ सालों में 3-डी प्रिंटर्स की लागत बहुत कम हुई है और इसके चलते छोटे उपयोगकर्ता और बड़ी-बड़ी कंपनियां भी इसकी ओर आकर्षित हो रहे हैं। चूंकि 3-डी प्रिंटिंग तकनीक से बनी हुई वस्तुओं में कीलों

और स्क्रू जैसी चीज़ों की ज़रूरत नहीं होती, इसलिए इनका वज़न प्रायः पारंपरिक तौर पर बनी वस्तुओं से कम होता है। लिहाज़ा एयरबस कंपनी ने अपने हवाई जहाज़ों के कुछ पुर्जे इस तकनीक से बनाने शुरू कर दिए हैं। कंपनी को उम्मीद है कि 2050 में वह पूरा का पूरा हवाई जहाज़ छापकर बनाने में सक्षम हो जाएगी।

कई सरकारों को भी लग रहा कि 3-डी प्रिंटिंग औद्योगिक क्रांति के बाद सबसे बड़ी टेक्नॉलॉजी साबित होने जा रही है। इसलिए वे भी इसके विकास में दिलचस्पी ले रही हैं। यूएसए में सरकार ने नेशनल एडिटिव मैन्यूफेक्चरिंग इनोवेशन इंस्टीट्यूट की स्थापना की है। यह संस्थान देश में एक उत्पादन बेल्ट विकसित करने की योजना का हिस्सा है। इस संस्थान के ज़रिए औद्योगिक व अकादमिक प्रयोगशालाओं में इस तकनीक के विकास का प्रयास होगा तथा निर्माताओं के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किए जाएंगे।

युरोपीय संघ भी 3-डी प्रिंटिंग में अनुसंधान व विकास कार्य को प्रोत्साहित कर रहा है जो वर्ष 2020 तक जीडीपी में निर्माण कार्य का अंश बढ़ाकर 16 प्रतिशत करने के प्रयास का ही एक हिस्सा है। यूके आने वाले वर्षों में 3-डी प्रिंटिंग टेक्नॉलॉजी के विकास के लिए 1 करोड़ डॉलर का अनुदान अनुसंधान कार्य के लिए देने वाला है।

युरोपीय अंतरिक्ष एजेंसी ने 3-डी प्रिंटिंग टेक्नॉलॉजी की संभावनाओं को प्रस्तुत करने हेतु 6 मीटर लंबे-चौड़े प्रिंटर की मदद से 1.5 मीटर का एक बिल्डिंग ब्लॉक बनाया है जो चांद की मिट्टी से बना है।

3-डी प्रिटिंग अभी शैशव अवस्था में है। अभी यह कहना थोड़ा मुश्किल है कि इसका उपयोग किन विविध क्षेत्रों में हो सकता है। मगर पूरी संभावना है कि यह टेक्नॉलॉजी निर्माण क्षेत्र का हुलिया बदल देगी। 3-डी तकनीक के प्रचलन का असर सिर्फ सप्लाई श्रृंखला और निर्माण कार्य तक सीमित नहीं रहेगा। यह टेक्नॉलॉजी उत्पादों को लेकर हमारी सोच को बदलने की क्षमता रखती है - उत्पादों की संकल्पना कैसे की जाए, उन्हें बनाया कैसे जाए और उपयोग कैसे किया जाए। चूंकि इस टेक्नॉलॉजी से किसी वस्तु का मात्र 1 पीस बनाना भी लागत के हिसाब से बहुत महंगा नहीं होगा, इसलिए अलग-अलग उपभोक्ताओं की ज़रूरत व पसंद के मुताबिक वस्तुएं बनाने की संभावना बढ़ेगी। टुथब्रश, जूते, मोबाइल फोन जैसी आम चीज़ें भी आसानी से व्यक्तिगत स्तर पर रची जा सकेंगी।

निकट भविष्य में घरेलू 3-डी प्रिंटर हमारे घरों में प्रवेश कर सकते हैं। फिर तो डिनर प्लेट, जूते और पोशाकें हर व्यक्ति अपने हिसाब से बना सकेगा। दरअसल, 3-डी प्रिंटेड पोशाकें और जूते तो आज भी उपलब्ध हैं। यह टेक्नॉलॉजी ऐसी कई वस्तुओं की कल्पना को संभव बना देगी जो आजकल के विशाल उत्पादन के संदर्भ में अकल्पनीय लगती हैं। हाल ही में वैज्ञानिकों ने एक दो-वर्षीय लड़की के लिए बाह्य कंकाल तैयार किया जिसकी मदद से वह अपने खिलौनों से खेल सकती है। वह लड़की एक ऐसी बीमारी से पीड़ित है जिसमें हाथ-पैर हिलाना-डुलाना असंभव होता है। इसी प्रकार से वैज्ञानिकों के अन्य दल ने एक चील के लिए कृत्रिम चोंच बनाई, जिसे सिर में गोली लगी थी। वैज्ञानिक और इंजीनियर्स आजकल 3-डी प्रिंटिंग की मदद से उपास्थियां, लीवर और गुर्दों का निर्माण करने का प्रयास कर रहे हैं। उम्मीद है कि कृत्रिम उंगलियां व अन्य अंग 'छापना' संभव हो जाएगा।

3-डी प्रिंटिंग टेक्नॉलॉजी एक दुधारी तलवार है। यह लाभ पहुंचाने के साथ-साथ समाज के सामने कई समस्याएं भी खड़ी कर सकती है। 3-डी प्रिंटिंग की मदद से हथियार बनाना, चाभियां बनाना या नकली दवाइयां बनाना पहले की अपेक्षा कहीं अधिक आसान हो जाएगा। आतंकवादी संगठन किसी भी शस्त्र का छापने योग्य ब्लूप्रिंट बनाकर हथियारों का निर्माण कर सकते हैं। 2012 में हैकर्स की एक कार्यशाला में एक जर्मन सुरक्षा सलाहकार ने पुलिस की हथकड़ियों को खोलने के लिए 3-डी प्रिंटेड चाभियां बनाकर सबको चौंका दिया था।

वैज्ञानिक कोशिश कर रहे हैं कि रासायनिक अभिक्रियाओं के लिए विशेष पात्र बना सकें जिनमें अभिक्रियाएं सुचारु रूप से चल सकें। मगर ऐसे नवाचार गैर-कानूनी दवा बनाने वालों, आतंकवादियों और अन्य बदनीयत लोगों का काम आसान बना देंगे। ***(स्रोत फीचर्स)***